

**ELABORACION DE SOFTWARE PARA DISEÑAR Y EVALUAR
DESARENADORES Y TOMA PEDIALES TIPO EN PROYECTOS DE
IRRIGACION. CASO: DISTRITO DE RIEGO RIO NEIVA, MUNICIPIO DE
CAMPOALEGRE, DEPARTAMENTO DEL HUILA.**

PEDRO NEL MARTINEZ ROMERO

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

**ELABORACION DE SOFTWARE PARA DISEÑAR Y EVALUAR
DESARENADORES Y TOMA PEDIALES TIPO EN PROYECTOS DE
IRRIGACION. CASO: DISTRITO DE RIEGO RIO NEIVA, MUNICIPIO DE
CAMPOALEGRE, DEPARTAMENTO DEL HUILA.**

PEDRO NEL MARTINEZ ROMERO

Trabajo presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO AGRICOLA

Director
MIGUEL GERMAN CIFIENTES 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, septiembre de 2007

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios y a mis padres Santiago y Luz Mery quienes hicieron valiosos aportes a mi formación personal y me apoyaron en los momentos de incertidumbre a lo largo de la carrera y momentos especiales de mi vida.

A mis hermanas Sandra, Rocío, Martha y Claudia con quienes cuento de manera incondicional y siempre me alentaron a seguir adelante.

A mi hijo Manuel Santiago a quien espero brindarle todo mi apoyo e inculcarle los valores que aprendí en casa. A Astrid por su paciencia, colaboración y sobre todo entendimiento.

A mis amigos Roosevelt y Johan con quienes compartí todo el proceso de formación profesional y a quienes estimo y aprecio como hermanos. A Yesí y Juanpa con los que espero compartir y vivir nuevas experiencias profesionales.

A mis compañeros de código (Diego, Hernan, Tuto, John, Carlos, Julio, Diana, Yina...), a don Fernando, doña Yaneth y Tania por su amistad y colaboración.

Se les quiere.

Pedro

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.

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

YESINITH CERQUERA BAHAMON, Ingeniera Agrícola, Jefe del área Socioeconómica y Suelos del Convenio 238, por su absoluta colaboración y acompañamiento a lo largo del convenio y de la elaboración del presente documento.

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 auxiliares de campo por su colaboración y en general a todos los usuarios del distrito de Rio Neiva por su acogida.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN _____	15
SUMMARY _____	17
PALABRAS CLAVES _____	18
INTRODUCCIÓN _____	19
1. REVISION DE LITERATURA _____	21
1.1. ENTORNO DE PROGRAMACIÓN _____	21
1.2. DESARENADOR TIPO _____	23
1.2.1. Desarenadores de flujo horizontal _____	24
1.2.2. Desarenadores de flujo vertical _____	24
1.2.3. Desarenadores de flujo inducido _____	25
1.2.4. Componentes de un desarenador tipo para canal de riego _____	25
1.2.5. Especificaciones de diseño _____	26
1.2.5.1. Caudal de diseño. _____	26
1.2.5.2. Paso directo. _____	26
1.2.5.3. Relación longitud a ancho. _____	26
1.2.5.4. Profundidades mínima y máxima. _____	26
1.2.5.5. Profundidad de almacenamiento de lodos y pendientes de la placa de fondo. _____	26
1.2.5.6. Ángulo de transición. _____	27
1.2.5.7. Profundidad de agua en la transición. _____	27
1.3. TOMA PREDIAL TIPO _____	27
1.3.1. Vertederos _____	28
1.3.2. Canaletas _____	28
1.3.3. Compuertas _____	28
1.3.4. Componentes de una toma predial tipo para canal de riego _____	29
1.3.4.1. Bocatoma de entrada. _____	29
1.3.4.2. Tubería que atraviesa el terraplén. _____	29
1.3.4.3. Transición de salida con compuerta. _____	29
1.3.5. Antecedentes. _____	30
2. LOCALIZACION DEL PROYECTO _____	31
3. METODOLOGÍA _____	33
3.1. SOFTWARE _____	34
3.1.1. Desarenador _____	35
3.1.1.1. Módulos generales. _____	36
3.1.1.2. Especificaciones del diseño hidráulico de dide 1.0 _____	39
3.1.2. Toma Predial _____	48
3.1.2.1. Módulos generales _____	49
3.1.2.2. Especificaciones del diseño hidráulico de dietp 1.0 _____	51

3.2. DISEÑO DE ESTRUCTURA HIDRÁULICAS	56
3.2.1. Desarenador	57
3.2.2. Toma Predial	57
4. RESULTADOS	58
4.1. SOFTWARE	58
4.1.1. Desarenador	58
4.1.1.1. Manual de usuario (DIDE Versión 1.0)	58
4.1.2. Toma predial	76
4.1.2.1. Manual de usuario (DIETP Versión 1.0)	76
4.2. DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS	87
4.2.1. Desarenador	87
4.2.1.1 Memorias técnicas	87
4.2.1.2 Memorias de cálculo	91
4.2.1.3 Presupuestos	93
4.2.1.4. Memorias de cálculo	97
4.2.2. Toma Predial	102
4.2.2.1 Memorias técnicas	102
4.2.2.2 Memorias de cálculo	104
4.2.4.3 Presupuestos	107
4.3. ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA, CARTOGRAFÍA Y SIG	112
4.3.1. Área cartografía.	112
4.3.1.1. Determinación del error planimétrico y validación de la calidad cartográfica de la información.	112
4.3.2. Área Topografía	113
4.3.2.1. Determinación de las áreas del proyecto	113
4.3.2.2. Levantamiento de conducciones principales y secundarias	113
4.3.2.3. Levantamiento topográfico de predios.	114
4.3.3. Área SIG	114
4.3.3.1. Diseño de la base de datos	114
4.3.3.2. Documentación de la base de datos	115
4.3.3.3. Sistema de información geográfica – SIG	125
5. CONCLUSIONES	131
6. RECOMENDACIONES	133
BIBLIOGRAFÍA	134
ANEXOS	135

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Uso de Controles _____	34
Cuadro 2. Cuadro resumen de módulos y submódulos del software DIDE 1.0 _____	37
Cuadro 3. Cuadro resumen de módulos y submódulos del software DIETP 1.0 _____	51
Cuadro 4. Especificaciones de diseño para el desarenador del canal El Túnel _____	87
Cuadro 5. Especificaciones de diseño para el desarenador del canal Ovejeras _____	88
Cuadro 6. Especificaciones de diseño para el desarenador del canal Carpintero _____	89
Cuadro 7. Especificaciones de diseño para el desarenador del canal San Andrés _____	90
Cuadro 8. Especificaciones de diseño para el desarenador del canal San Rafael _____	91
Cuadro 9. Cuadro resumen de las memorias de cálculo para los desarenadores _____	92
Cuadro 10. Presupuesto general del desarenador para el canal Tunel _____	93
Cuadro 11. Presupuesto general del desarenador para el canal Ovejeras _____	94
Cuadro 12. Presupuesto general del desarenador para el canal Carpintero _____	95
Cuadro 13. Presupuesto general del desarenador para el canal San Andrés _____	96
Cuadro 14. Presupuesto general del desarenador para el canal San Rafael _____	97
Cuadro 15. Especificaciones de diseño de toma predial para Angel Yuban Camargo sobre el canal Los Asilos _____	102
Cuadro 16. Especificaciones de diseño de toma predial para Jairo Rojas sobre el canal Los Asilos _____	102
Cuadro 17. Especificaciones de diseño de toma predial para Sucesores Jorge Lara sobre el canal La Chatera _____	103
Cuadro 18. Especificaciones de diseño de toma predial para Ma. Margarita Tovar sobre el canal La Murcia _____	103
Cuadro 19. Especificaciones de diseño de toma predial para Sandra Edilia Tovar sobre el canal La Sánchez _____	104
Cuadro 20. Cuadro resumen de las memorias de cálculo para las Tomas Prediales _____	105
Cuadro 21. Presupuesto general de la toma predial sobre el canal Los Asilos para Angel Yuban Camargo _____	107

Cuadro 22. Presupuesto general de la toma predial sobre el canal Los Asilos para Jairo Rojas	108
Cuadro 23. Presupuesto general de la toma predial sobre el canal La Chatera para Sucesores Jorge Lara	109
Cuadro 24. Presupuesto general de la toma predial sobre el canal La Murcia para Maria Margarita Tobar	110
Cuadro 25. Presupuesto general de la toma predial sobre el canal Los Asilos para Sandra Edilia Tobar	111
Cuadro 26. Informacion y fuentes de suministro	112
Cuadro 27. Clasificación del Material en suspensión, según su tamaño	138
Cuadro 28. Número de Hanzen (Vs/Vo)	138
Cuadro 29. Valores del Coeficiente de Rugosidad de Manning (n)	139
Cuadro 30. Propiedades físicas del Agua	139
Cuadro 31. Velocidades máximas permisibles en el ducto	140
Cuadro 32. Coeficientes de Manning para tuberías	140
Cuadro 33. Coeficientes de entrada para determinar pérdidas de carga a la entrada de la tubería	140
Cuadro 34. Determinación del error planimétrico.	141
Cuadro 35. Fisiografía y Taxonomía de los suelos en el área del proyecto.	149
Cuadro 36. Características físicas e hidrodinámicas de los suelos en el área del proyecto.	150

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
<i>Gráfica 1. Propiedades Físicas__ Viscosidad Cinemática_____</i>	41
<i>Gráfica 2. Propiedades Físicas__ Peso Específico_____</i>	41

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1. Zonas del Desarenador</i> _____	25
<i>Figura 2. Localización General del Proyecto</i> _____	31
<i>Figura 3. Localización General del Proyecto</i> _____	32
<i>Figura 4. Tipos de módulos</i> _____	35
<i>Figura 5. Diagrama de flujo de did</i> _____	38
<i>Figura 6. Angulo De Transición del Desarenador</i> _____	43
<i>Figura 7. Pendientes Zonas de Lodos</i> _____	46
<i>Figura 8. Tipos de módulos</i> _____	49
<i>Figura 9. Diagrama de flujo de dietp 1.0</i> _____	50
<i>Figura 10. Ubicación del ducto en la toma predial</i> _____	53
<i>Figura 11. Módulo de presentación primario (dide 1.0)</i> _____	59
<i>Figura 12. Módulo de presentación secundario (dide 1.0)</i> _____	59
<i>Figura 13. Módulo de configuración regional dide 1.0</i> _____	60
<i>Figura 14. Módulo diseño y evaluación de desarenadores (DIDE 1.0)</i> _____	61
<i>Figura 15. Transición trapeziodal-trapezoidal</i> _____	62
<i>Figura 16. Transición trapeziodal-rectangular</i> _____	62
<i>Figura 17. Módulo diseño y evaluación de desarenadores opción trapezoidal – trapezoidal (DIDE 1.0)</i> _____	63
<i>Figura 18. Módulo diseño y evaluación de desarenadores opción trapezoidal – rectangular (DIDE 1.0)</i> _____	63
<i>Figura 19. Módulo dimensionamiento del desarenador</i> _____	64
<i>Figura 20. Caso especial módulo dimensionamiento del desarenador</i> _____	66
<i>Figura 21. Módulo dimensionamiento de las partes del desarenador</i> _____	67
<i>Figura 22. Caso especial dimensionamiento de las partes del desarenador</i> _____	68
<i>Figura 23. Submódulo elementos del desarenador (Parte Profundidad Almacenamiento De Lodos)</i> _____	69

Figura 24. Módulo resultados finales	69
Figura 25. Botones módulo resultados finales	71
Figura 26. Ventana guardar resultados	71
Figura 27. Ventana dibujo general del desarenador	72
Figura 28. Ventana dibujo perfil del desarenador	72
Figura 29. Ventana dibujo planta del desarenador	73
Figura 30. Mensaje para visualizar dibujo	73
Figura 31. Ventana autocad 2004	74
Figura 32. Menu archivo	74
Figura 33. Menu ayuda	74
Figura 34. Módulo acerca de dide	75
Figura 35. Ventana ingreso incompleto de datos	75
Figura 36. Ventana advertencia sobre el diseño	75
Figura 37. Módulo de presentación primario (dietsp 1.0)	76
Figura 38. Módulo de presentación secundario (DIETP 1.0)	77
Figura 39. Módulo de configuración regional dietsp 1.0	78
Figura 40. Módulo diseño de toma predial para canal de riego (DIETP 1.0)	79
Figura 41. Botones módulo diseño de toma predial para canal de riego (DIETP 1.0)	80
Figura 42. Módulo cálculo hidráulico de la toma predial (DIETP 1.0)	80
Figura 43. Botones módulo cálculos hidráulicos toma predial	81
Figura 44. Ventana guardar resultados	82
Figura 45. Ventana dibujo general de la toma predial	83
Figura 46. Ventana dibujo planta de la toma predial	83
Figura 47. Ventana dibujo perfil de la toma predial	84
Figura 48. Mensaje para visualizar dibujo	84
Figura 49. Ventana autocad 2004	85
Figura 50. Menu archivo	85
Figura 51. Menu ayuda	85
Figura 52. Módulo acerca de DIDE 1.0	86
Figura 53. Ventanas ingreso incompleto de datos	86

Figura 54. Ventana advertencia sobre el diseño	86
Figura 55. Esquema relacional de la base de datos	115
Figura 56. Formulario principal	117
Figura 57. Formulario Consultar Propietario	118
Figura 58. Formulario Editar Dato	119
Figura 59. Formulario Ingresar Nuevo Cauce	119
Figura 60. Formulario Resultados	120
Figura 61. Formulario Resultados Generales	120
Figura 62. Formulario Resultado General de Caudales	121
Figura 63. Formulario Resultados Parciales de Rio Neiva	122
Figura 64. Formulario Resultados Parciales de la Ciénaga	122
Figura 65. Formulario Resultados Parciales de Quebradas	123
Figura 66. Formulario Resultados Parciales de Zanjonos	123
Figura 67. Formulario Resultados Parciales de los Rosales	124
Figura 68. Base predial RN238 – compuesta por los predios identificados dentro de la zona del proyecto	127
Figura 69. Red de conduccion y distribución	128
Figura 70. Estructura de carpetas y archivos	129
Figura 71. Metadatos de la base cartográfica predial RN238	130

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
<i>ANEXO A. INSTALADORES DE PROGRAMAS Y TUTORIALES</i> _____	136
<i>ANEXO B. PLANOS DISEÑO ESTRUTURAS HIDRAULICAS</i> _____	137
<i>ANEXO C. CUADROS</i> _____	138
<i>ANEXO D. ARCHIVO FOTOGRAFICO</i> _____	142
<i>ANEXO E. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS DEL ÀREA DE ESTUDIO</i> _____	147

RESUMEN

Se desarrolló un paquete informático para diseñar 2 obras tipo; cada una con su respectivo entorno de desarrollo (software) y se presentan como Programas independientes; los programas llevan los siguientes nombres: DIDE 1.0 (diseño y evaluación de desarenadores tipo), DIETP V1.0 (diseño y evaluación de tomas prediales tipo).

Los Programas poseen una interfaz sencilla, simple y novedosa, destacando en ellos la mínima intervención del usuario, la menor cantidad de datos en pantalla y la claridad con la que son expresados los resultados. Además, y no menos importante, está el 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 podrá aprender a diseñar paso a paso cada estructura con la facilidad del multimedia.

Los resultados se pueden guardar de dos formas: **1.** Como texto para ser utilizados como memoria de cálculo y **2.** En formato grafico con las poderosas herramientas que ofrece el Autocad 2004 para materializar los números en un plano con medidas a escala.

La metodología de diseño empleada es propiamente compleja, pues la investigación fue cuantiosa y asistida por profesores de la Universidad Surcolombiana, garantizando esto la calidad de la información y de los cálculos utilizados. Algunos de los textos más representativos fueron: “Obras Hidráulicas Rurales” - Hernán Materon Muñoz; “Acueductos Teoría y Diseño” – Freddy Hernán Corcho Romero; “Manual de Hidráulica” – J.M. De Azevedo Netto y Guillermo Acosta Álvarez, “Elementos de Diseños para Acueductos y Alcantarillado” – Ricardo Alfredo López C.

La creación de este compilado informático, no es simplemente, el de un software para diseñar. Esta herramienta tiene un trasfondo más amplio y unas implicaciones sociales de mayor peso que, ubican a este Programa y a su estudio previo en una posición privilegiada frente a otros estudios de este tipo realizados en el departamento.

Los estudios previos que son la base y la razón de ser de estos programas, están enmarcados 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”**

Los estudios básicos 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 mas importantes de los suelos de la zona, en el cual se colaboró en la toma de muestras y pruebas de campo.

Además, se aportó al estudio el diseño de 10 obras tipo (cinco (5) de cada estructura) con sus respectivos presupuestos y ubicados en los sitios elegidos por los usuarios del distrito, resaltando que en esta ocasión se utilizaron por primera vez los Programas.

SUMMARY

A computer package was developed to design two prototype structures; each one with their respective development environment (software) and they are presented like independent Programs; the programs take the following names: DIDE 1.0 (design and evaluation of desanders), DIETP V1.0 (design and evaluation of Inlet structure).

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 tutoriales (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.

The methodology of the design is very complex, it carries out a deep investigation attended by professors of the University Surcolombiana. The texts used were: "Obras Hidráulicas Rurales" - Hernán Materon Muñoz; "Acueductos Teoría y Diseño" – Freddy Hernán Corcho Romero; "Manual de Hidráulica" – J.M. De Azevedo Netto y Guillermo Acosta Álvarez, "Elementos de Diseños para Acueductos y Alcantarillado" – Ricardo Alfredo López C.

The previous studies that are the base and the reason of being of these software are based in the project "REVISION OF THE REGULATION AND IMPLEMENTATION OF THE LOCAL SYSTEM OF ADMINISTRATION OF THE RESOURCE HIDRICO, SILARH. STREAM RIVER NEIVA MPIO CAMPOALEGRE, DPTO HUILA"

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.

Also, it was contributed to the study by design of 10 structures type (five (5) of each structure) with their respective budgets and located in the selected places defined by the users of the district, by the way in this occasion the software it was used for the first time

PALABRAS CLAVES

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

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

INTERFACE: 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.

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.

La base fundamental para la producción del arroz es la disponibilidad de agua para riego, en el municipio este recurso se abastece con la corriente de Río Neiva, que día tras día disminuye su caudal en tanto que el área de su cultivo se incrementa; por consiguiente los problemas de índole social se presentan con mayor frecuencia.

No se contaba con un distrito de riego ni una agremiación que se encargara de administrar, operar y conservar sosteniblemente este recurso; existían muchas asociaciones individuales en torno a gran número de canales o acequias que operaban de manera independiente sin considerar las necesidades hídricas del resto de agricultores aguas abajo.

Debido al crecimiento del número de usuarios del distrito de riego Río Neiva, a la introducción de nuevos predios y la subdivisión de otros, se hizo necesario realizar una revisión de la reglamentación vigente, con el fin de actualizar los datos (nuevos usuarios, replanteo de predios, recurso hídrico, obras hidráulicas etc.).

Por tal razón fue imperativo la implementación de un sistema de administración del recurso hídrico que para su funcionamiento, además de la parte organizacional debe contar con una infraestructura de obras que regulen, controlen y distribuyan eficientemente el recurso; para contribuir con este objetivo y que la comunidad se beneficie con estas herramientas se elaboró un paquete de software para diseñar y evaluar algunas estructuras tipo; enfocadas exclusivamente a acelerar el diseño de obras hidráulicas que surjan necesarias, desarrollando una interface sencilla para la aplicación de dichas herramientas, enfocando su uso a los propietarios de los predios.

El compilado informático incluye dos (2) Programas para el diseño y evaluación: Desarenadores y Tomas Prediales tipo; también se diseñaron 10 estructuras hidráulicas requeridas en la zona, aplicando los software mencionados; además del diseño, se debe resaltar que los programas suministran memorias de cálculo y los planos respectivos en Autocad; se adiciono 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 Desarenadores Y Tomas Prediales 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 condujo 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 Windows¹.

1.2. DESARENADOR TIPO

La sedimentación es el proceso por el cual el material sólido, transportado por una corriente de agua, se deposita en el fondo del río, embalse, canal artificial, o dispositivo construido especialmente para tal fin. Toda corriente de agua, está caracterizada por su caudal, tirante, velocidad y forma de la sección; que tiene una capacidad de transportar material sólido en suspensión. El cambio de alguna de estas características de la corriente puede hacer que el material transportado se sedimente; o el material existente en el fondo o márgenes del cauce sea erosionado.

¹ www.msdn.microsoft.com/vbasic/default.aspx

La sedimentación de sólidos en líquidos está gobernada por la ley de Stokes, que indica que las partículas sedimentan más fácilmente cuando mayor es su diámetro, su peso específico comparado con el del líquido, y cuando menor es la viscosidad del líquido. Por ello, cuando se quiere favorecer la sedimentación se trata de aumentar el diámetro de las partículas, haciendo que se agreguen unas a otras, proceso denominado coagulación y floculación.

Generalmente se construyen dispositivos para que se produzca la sedimentación entre los cuales se tiene:

- Desarenador: diseñado para que se sedimenten y retengan sólo partículas mayores de un cierto diámetro nominal y en general de alto peso específico (arena).
- Sedimentadores o decantadores: normalmente utilizados en plantas de tratamiento de agua potable, y plantas de tratamiento de aguas servidas.
- Presas filtrantes: destinadas a retener los materiales sólidos en las partes altas de las cuencas hidrográficas.

El proceso de sedimentación puede ser benéfico, cuando se piensa en el tratamiento del agua, o perjudicial, cuando se piensa en la reducción del volumen útil de los embalses, o en la reducción de la capacidad de un canal de riego o drenaje.

En general los desarenadores son estructuras que tienen como función remover las partículas de cierto tamaño que la captación de una fuente superficial permite pasar. Los factores que se deben considerar para un buen proceso de desarenación son: temperatura y viscosidad del agua, tamaño, forma y porcentaje a remover de las partículas, eficiencia de la pantalla deflectora.

Existen varios tipos de desarenadores que siguen el mismo principio de la sedimentación, pero que difieren de sus formas, tamaños y precios; entre los cuales tenemos:

1.2.1. Desarenadores de flujo horizontal

Los desarenadores de flujo horizontal son utilizados generalmente para distritos de riegos y acueductos y consisten en un ensanchamiento del canal o tubería de entrada de forma tal que se reduzca la velocidad de flujo y decanten las partículas. Debe diseñarse con un canal o tubería paralela para proceder a su limpieza que se puede realizar hidráulica ó mecánicamente.

1.2.2. Desarenadores de flujo vertical

Los desarenadores de flujo vertical son utilizados generalmente en sistemas de riego que se alimentan de pozos profundos o de fuentes hídricas superficiales con

alto aporte de sedimentos. Se diseñan mediante tanques que tienen una velocidad ascensional del agua tal que permite la decantación de las arenas pero no de las partículas orgánicas. Suelen ser depósitos tronco-cilíndricos con alimentación tangencial.

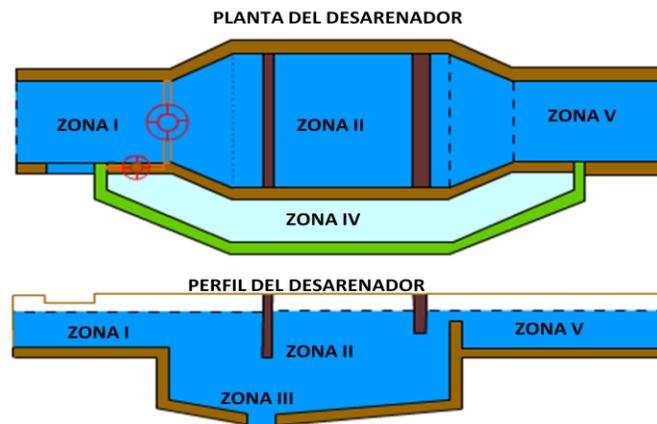
1.2.3. Desarenadores de flujo inducido

Los desarenadores de flujo inducido son utilizados generalmente en baterías sanitarias. Son de tipo rectangulares aireados. En estos equipos se inyecta aire por medio de grupos motosoplantes creando una corriente en espiral de manera que permite la decantación de las arenas y genera una corriente de fondo. Además el aire provoca la separación de las materias orgánicas. De esta forma, dado que el depósito está aireado y se favorece la separación de la materia orgánica, se reduce la producción de malos olores.

1.2.4. Componentes de un desarenador tipo para canal de riego

Un desarenador es un tanque construido con el propósito de sedimentar partículas en suspensión por la acción de la gravedad. El material en suspensión transportado por el agua es básicamente arcilla, arena o grava fina; en general, el objetivo del desarenador, es la remoción de partículas hasta el tamaño de arenas (entre 1 mm y 0.05 mm), para la remoción de partículas tamaños arcillas (< 0.005 mm) es necesario la utilización de químicos con lo cual se logra que las partículas más pequeñas se aglomeren y sedimenten a una velocidad mayor.

Un desarenador tipo para canal de riego está dividido en cinco (5) zonas, a saber² (Figura 1):



Fuente: Lopez Ricardo Alfredo elementos de diseño para acueductos

Figura 1. Zonas del Desarenador

² LOPEZ C., Ricardo Alfredo. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados Bogotá 1993

Zona I: Entrada al desarenador. Constituida por la(s) compuerta(s) de entrada, transición hacia el tanque y una pantalla deflectora, la cual obliga a las líneas de flujo a descender con rapidez, de manera que se sedimente el material más grueso inicialmente. Lateralmente se encuentra un vertedero de excesos que lleva el caudal sobrante de nuevo al río mediante canal abierto.

Zona II: Zona de sedimentación. Es la zona en donde se sedimentan todas las partículas restantes y en donde se cumplen en rigor con las leyes de sedimentación. La profundidad útil de sedimentación es H.

Zona III: Almacenamiento de lodos. Comprende el volumen entre la cota de profundidad útil en la zona II y el fondo del tanque. El fondo tiene pendientes longitudinales y transversales hacia el canal de lodos.

Zona IV: Bypass del desarenador. Esta zona se ubica a un costado del tanque del desarenador, consta de una compuerta de control que se usa para el paso del flujo cuando se realiza el lavado hidráulico.

Zona V: Salida del desarenador. Constituida por una pantalla de sólidos flotantes, un vertedero y transición de salida hacia la sección del canal.

1.2.5. Especificaciones de diseño

1.2.5.1. Caudal de diseño.

El caudal de diseño será el caudal concesionado para todos los usuarios de un canal o de una ramificación de este, al cual se le diseñara el desarenador.

1.2.5.2. Paso directo.

Debe existir de todos modos un bypass de paso directo en caso de lavado ó emergencias.

1.2.5.3. Relación longitud a ancho.

Generalmente se recomienda un tanque rectangular con una relación de longitud a ancho (L/B) entre 3/1, 3/2,4/1,4/2,5/1,5/2.²

1.2.5.4. Profundidades mínima y máxima.

La profundidad mínima especificada es de 1.50 m y la máxima, de 4.50 m. Sin embargo, debe tenerse en cuenta la cota de lavado y la cantidad de caudal a sedimentar.

1.2.5.5. Profundidad de almacenamiento de lodos y pendientes de la placa de fondo.

Se recomienda una relación de longitud a profundidad de almacenamiento de lodos de aproximadamente 10 /1. la profundidad de lodos típica está comprendida entre 0.75 mts y 1.50 mts, y llega a un máximo del 100% del valor de la profundidad útil de sedimentación.

Las pendientes del fondo deben estar comprendidas entre 5 y 15% con el fin de que las partículas ruedan fácilmente hacia el canal de lodos y la labor de limpieza manual sea segura para los operarios.

1.2.5.6. Ángulo de transición.

En el medio rural, ordinariamente se procede a elevar un poco de las pérdidas de energía para lograr economía en la construcción de la obra, por lo consiguiente se acostumbra a utilizar transiciones bruscas. En razón a lo anterior, el ángulo que forma la intersección de la superficie del agua y la pared, en el inicio y final de la transición, con el eje del canal debe de estar en el rango de 27° a 22°. Para facilitar la construcción de las transiciones de entrada y de salida, normalmente se utilizan un mismo ángulo, por ejemplo 24° ó 25°; en la práctica estos valores son aproximados, mas aun cuando se trata de un distrito de riego en donde las obras son numerosas y frecuentes. Cuando tenemos que la magnitud de la obra y la necesidad de mantener muy pequeñas las pérdidas de carga, la transición se suele proyectar con un ángulo máximo de 12°, con el objetivo de obtener un flujo tranquilo.

1.2.5.7. Profundidad de agua en la transición.

Son obras que se proyectan para producir cambios graduales en las trayectorias de las líneas de corriente para reducir las pérdidas de energía y proteger de la erosión. Una transición significa un cambio en el área mojada, en la pendiente y en la distribución general de la velocidad; las transiciones pueden ser bruscas o suaves, siendo comunes las primeras, pues en el caso de proyectos agrícolas, las transiciones suaves en la mayoría de las ocasiones no se justifican por su complejidad de construcción, y sólo se proyectan en casos en donde se requiere conservar las pérdidas de energías en sus valores mínimos.

1.3. TOMA PREDIAL TIPO

El conocimiento de la relación que existe entre el tipo de suelo, el agua y el cultivo, permite aplicar el agua en los volúmenes y cantidades convenientes, según el sistema de riego que se va a utilizar. En una zona bajo riego por superficie, la medición del agua es esencial para la distribución equitativa de la misma, si existen obras que realicen dicha tarea.

Desde el punto de vista de la ingeniería de riego, la correcta proyección y operación económica de estos sistemas obedece a la medición correcta de los caudales utilizados para el riego. El agua es cada día más escasa y costosa, por lo tanto se requiere que sea usada económicamente y sin desperdicios; esto no puede llevarse a cabo sin una medición de agua satisfactoria.

Existen varias obras hidráulicas y métodos de medición, que se diseñan teniendo en cuenta factores topográficos y de caudales, tales como: vertederos, canaletas y compuertas principalmente.

1.3.1. Vertederos

Este método de aforo de corrientes es muy usado y posiblemente es el más antiguo de nuestro medio. Los vertederos pueden ser definidos como simples aberturas, sobre los cuales un líquido fluye. El término se aplica también a obstáculos en el paso de la corriente y a las excedencias de los embalses. Los vertederos son, por así decirlo orificios sin el borde superior.

Los vertederos se pueden dividir en dos tipos: los de cresta delgada y los de cresta ancha. En la práctica, para la medida del agua de riego se usan los vertederos de cresta delgada operando con contracción completa y con descarga libre. También suelen clasificarse según su forma en: vertederos rectangulares, vertederos trapezoidales, vertederos triangulares y vertederos circulares, estos últimos pocos utilizados.

1.3.2. Canaletas

La palabra canaleta, empleada por algunos para designar dispositivos, como el Parshall, parece no definir bien lo que se tiene a la vista; además de ser un término ya consagrado para otros dispositivos, tales como la pieza que recoge y conduce las aguas pluviales de un tejado; que, en filtros rápidos, recibe las aguas de lavado, o de una fuente, etc. Es por eso que se prefiere escribir medidores Parshall ó aforadores Parshall en lugar de canaletas Parshall.

Los medidores de régimen crítico también han sido designados como canales Venturi, Venturi flume, Venturikanal, denominaciones que no son consideradas muy adecuadas, pues podría dar la impresión de medidores semejantes, en principio, a los conocidos tubos Venturi, esto es, medidores que se basan en la determinación de dos cargas a dos niveles.

Para los medidores de régimen crítico es suficiente una única medida de nivel. El medidor Parshall consiste en una sección convergente, una sección de paredes verticales paralelas llamada garganta y una sección divergente. El medidor Parshall fue ideado teniendo como objetivo principal el riego: los de tamaños menores, para regular las descargas de agua en las parcelas y las mayores, para ser aplicados a los grandes canales de riego. Dadas las ventajas del medidor, las aplicaciones actuales, son innumerables habiéndose generalizado su empleo más allá de las esperadas.

1.3.3. Compuertas

Las compuertas son estructura hidráulicas abiertas, permiten el paso del agua y usualmente están equipadas con algunos medios de regulación de los caudales

de salida. En la mayoría de los casos funcionan con las características hidráulicas propias de los orificios.

Existen compuertas de variados diseños que producen la oportunidad de medir diferentes descargas. Las descargas pueden ser libres o sumergidas; cuando la descarga es sumergida, las compuertas tienen la ventaja de poder ser operadas con una cabeza baja y desde luego pueden ser utilizadas en diferentes niveles de canales y corrientes de agua en sitios en donde no es posible obtener suficiente pendiente para la medición en vertederos. El principal uso de las compuertas es medir las descargas en canales de riego y en tomas laterales de parcelas.

1.3.4. Componentes de una toma predial tipo para canal de riego

Se proyectan cuando se requiere derivar agua de un canal principal o de distribución a un canal más pequeño o a un terreno en donde se aproveche para el riego. Las tomas se consideran obras de regulación de caudales y está constituida por las siguientes partes:

1.3.4.1. Bocatoma de entrada.

Existen varios tipos de entrada que se asumen dependiendo de las condiciones del canal (talud, sedimentos, velocidad del agua etc.) y de las pérdidas de carga a la entrada de la tubería; entre estas se tiene: sobresaliente en el interior, de borde vivo o agudo, borde ligeramente redondeado y en campana.

1.3.4.2. Tubería que atraviesa el terraplén.

Los materiales de la tubería que se utiliza para esta obra, varían de acuerdo al comercio que las ofrece. Existen varios tipos entre los cuales tenemos: PVC, Asbesto – Cemento y Metal principalmente. La tubería tendrá pendiente cero y debe en lo posible ubicarse mínimo a 1.0 m de la corona del canal para evitar daños. (Debe tenerse en cuenta únicamente si por el terraplén hay paso de vehículos pesados)

1.3.4.3. Transición de salida con compuerta.

Para proyectar la estructura, es necesario tener en cuenta el criterio de la velocidad máxima permisible sobre el ducto, teniendo en cuenta el tipo de salida, es decir, si la transición es en concreto ó sin él. De igual manera se utilizará una compuerta en acero inoxidable con rueda de manejo; la compuerta suele diseñarse cuadrada por efecto de los costos.

Las tomas para riego se deben proyectar en forma tal que no sobresalga del terreno, que faciliten la limpieza y el mantenimiento del canal. Las compuertas deslizantes deberán producir un cierre hermético para asegurar la regulación del caudal en las cantidades deseadas.

1.3.5. Antecedentes.

Los software hidráulicos son una herramienta eficiente y eficaz, para el diseño de sistemas y obras necesarias de ingeniería, las cuales optimizan el agua en los diferentes campos, principalmente en los comerciales y sociales.

En el mercado existe gran variedad de estos paquetes que precisamente mejoran la calidad de los diseños; sin embargo, la mayoría de esto, arrojan resultados hidráulicos, con los cuales se construyen planos o esquemas en los diferentes programa de dibujo. Teniendo en cuenta esto, el diseñador pasa por dos procesos: el cálculo hidráulico de la obra y la construcción de los planos, haciendo menos eficiente el proceso.

Se realizó una concienzuda búsqueda en diferentes portales de Internet, sobre la existencia de programas de hidráulicas que integraran componentes de cálculo y dibujo en un solo paquete, siendo infructuosa; de la misma manera, se buscó software para el cálculo de de desarenadores para canal de riego y toma predial con ducto, dando el mismo resultado de la primera búsqueda. También se investigó con profesionales de la hidráulica; los cuales, comentaron la inexistencia de este tipo de software.

DIDE 1.0 (Diseño Y Evaluación De Desarenadores Tipo) y DIETP 1.0 (Diseño Y Evaluación De Tomas Prediales Tipo) son dos software programados en Microsoft Visual Basic 6 que integran componentes de Autocad en un solo compilado, presentando una interfaz comprensible para el usuario, con facilidades de almacenamiento de resultados, flexibilidad en la información de entrada, construcción de planos en Autocad 2004 (planta y perfil) y otras opciones que lo hacen llamativo a las personas que manejan el diseño de dichas obras.

2. LOCALIZACION DEL PROYECTO

El estudio se desarrolló en la zona de influencia del proyecto de Revisión de Reglamentación de la corriente Rio Neiva, que incluye el área que irriga la corriente en mención desde Puente Mulas aguas abajo sobre la vía Campoalegre – Algeciras hasta su desembocadura en el Río Magdalena (Figura 2).

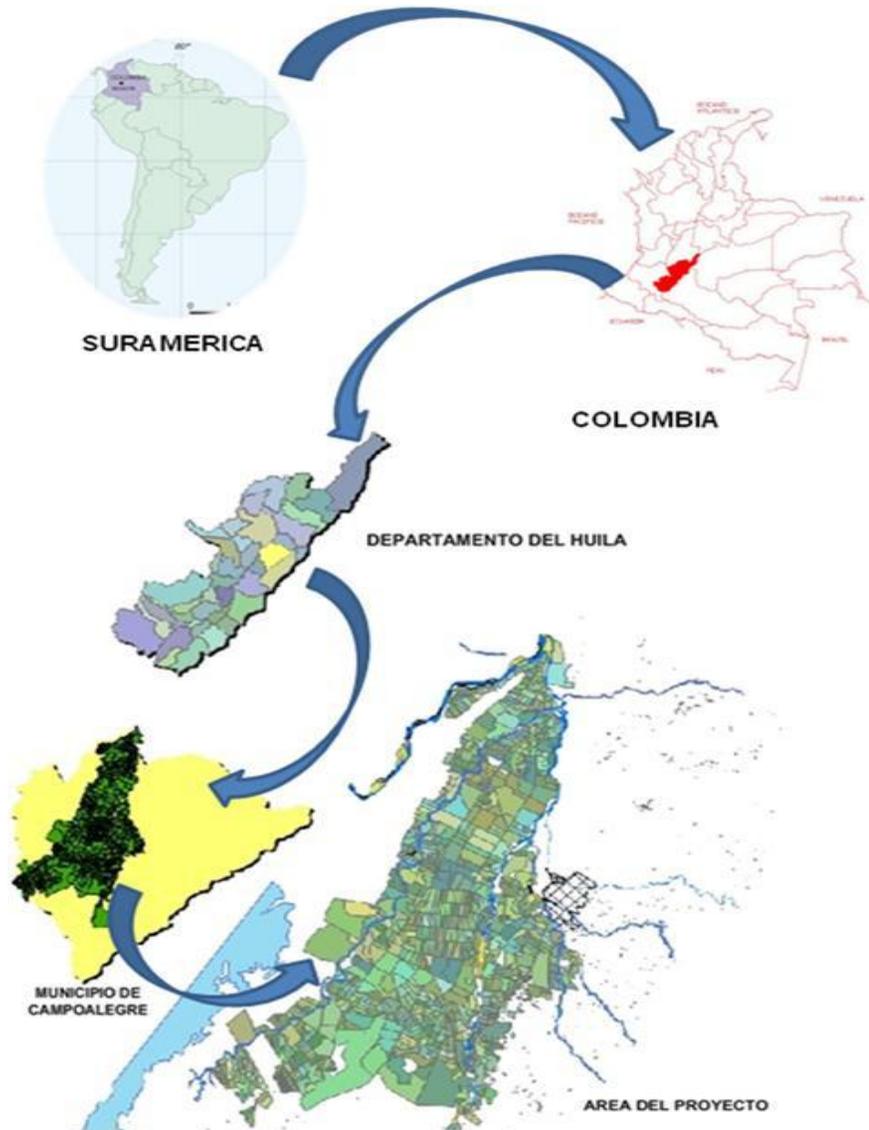


Figura 2. Localización General del Proyecto

Las obras se ubicaron y distribuyeron en el área de acuerdo con los requerimientos de los usuarios; la Figura 3, muestra un plano general con la localización de cada una de las estructuras hidráulicas diseñadas.

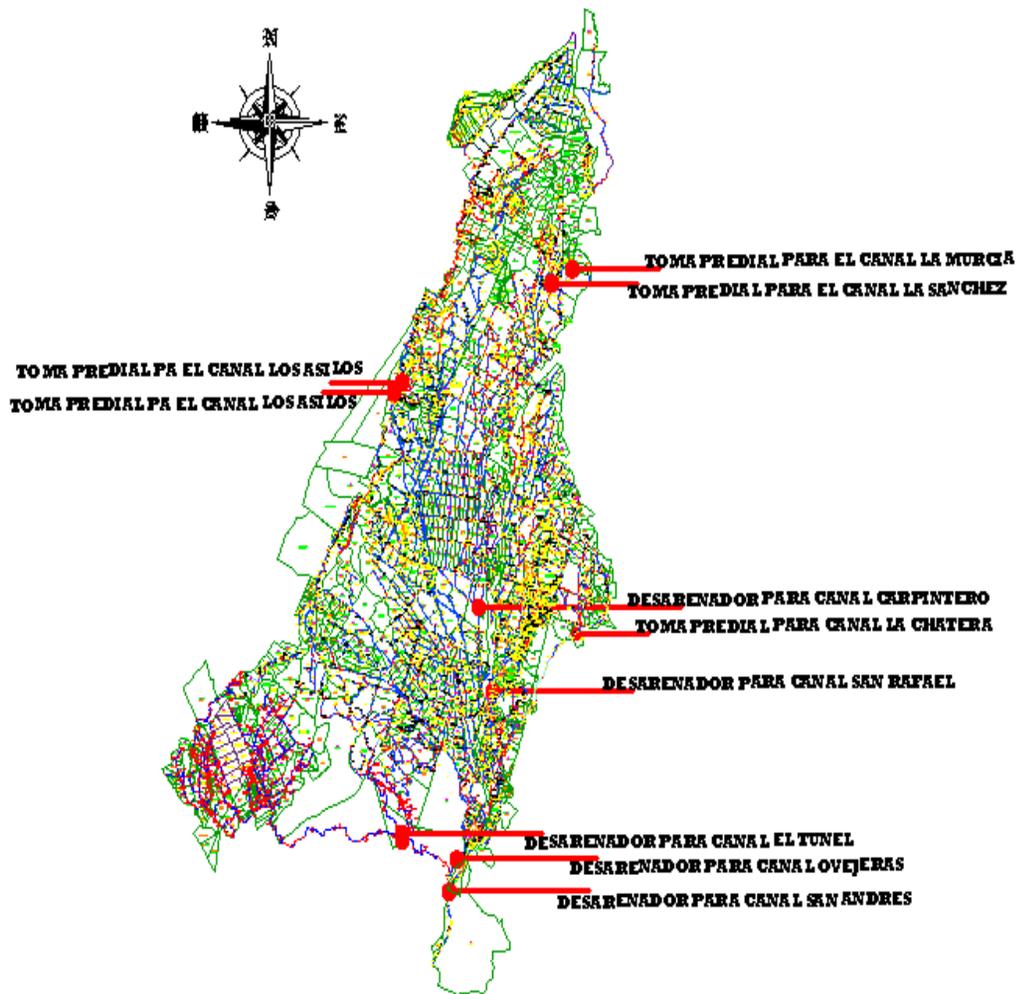


Figura 3. Localización General del Proyecto

3. METODOLOGÍA

La programación de los software para el diseño de 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 de cada usuario 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, agropecuario, la base de datos de prediales suministrado por la tesorería municipal de Campoalegre y el levantamiento de los canales, se logró identificar, cuantificar y caracterizar los usuarios: nombre, identificación, localización, número total y por derivación, área y uso de los predios de su propiedad y canal con el cual riegan.

Con la anterior información y teniendo en cuenta los resultados del estudio hidrológico de la corriente 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 y de distribución 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 un Software implica una serie de estudios y actividades previas a la elaboración del diseño como tal, pues la actividad de diseñar es el resultado de un proceso concienzudo y estructurado que tiene por finalidad 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 se sustentó teniendo como base las referencias bibliográficas de acuerdo con el tipo de obra, mas adelante en este capítulo se especificará cada caso, trabajo que incluyó la asesoría de los Profesores 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 utilizaron algunos controles que están predeterminados en Microsoft Visual Basic 6.0; en el cuadro 1, se da una breve descripción de ellos:

Cuadro 1. Uso de Controles

Control	Icono	Uso típico y descripción breve
Label (Etiqueta)		Muestra un texto descriptivo que el usuario no puede modificar. El texto se especifica en la propiedad caption.
TextBox (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.
CommandButton (Botón de comando)		Comienza o termina un proceso. Cuando el usuario pulsa este botón, se produce el evento Click.
ComboBox (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.
OptionButton (Botón de selección)		Este control permite elegir una opción entre varias de las que se nos plantean. Cada opción será un control OptionButton diferente.
Frame (Marco)		Un control Frame proporciona un agrupamiento identificable para controles. También puede utilizar un Frame para subdividir un formulario funcionalmente.
CommonDialog (Cuadro de diálogo)		Se utiliza para varias funciones: abrir ficheros, guardar ficheros, elegir colores, seleccionar impresoras, seleccionar fuentes, mostrar el fichero de ayuda.
Timer (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.
Image (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.

3.1.1. Desarenador

Para el desarrollo del Programa **DIDE 1.0** (Diseño Y Evaluación De Desarenadores Tipo) se utilizaron diversas metodologías y literatura, especialmente las citadas a continuación: CORCHO y DUQUE 1993, LOPEZ CUALLA 1993, AZEVEDO NETTO 1976 y MATERÓN 1997.

El software se desarrollo con diferentes tipos de programas entre los cuales tenemos:

- Lenguaje de programación MICROSOFT VISUAL BASIC 6.0
- Asistente de dibujo AUTOCAD 2004
- HTML Help Workshop
- MACROMEDIA FLASH MX
- MICROSOFT FRONT PAGE

El diseño del Software implicó una serie de estudios y actividades previas a la elaboración del diseño como tal, pues la actividad de diseñar es el resultado de un proceso concienzudo y estructurado que tiene como resultado la solución de un problema encontrado en una región ó área determinada.

La secuencia metodológica para el desarrollo del software es la siguiente:
Se dividió en módulos generales, submódulos de datos, submódulos de resultados y submódulos gráficos. (Figura 4)



Figura 4. Tipos de módulos

3.1.1.1. Módulos generales.

Los módulos generales son en pocas palabras los formularios en donde se encuentran contenidos submódulos de datos, submódulos de resultados y submódulos gráficos (Frame).

Los módulos generales toman diferentes apariencias dependiendo de los resultados y los datos asignados; en el caso del desarenador comprende: presentación, Diseño y Evaluación de Desarenadores, Dimensionamiento del Desarenador, Dimensionamiento Partes del Desarenador y Resultados Finales.

3.1.1.1.1. Submódulos de datos. Estos submódulos existen, casi en todos los módulos generales. En estos submódulos se ingresan datos productos de tablas, levantamientos de campo, aforos y otros asumidos a criterios del diseñador y de las condiciones naturales donde se ubica la obra.

3.1.1.1.2. Submódulos de resultados. Estos submódulos existen en todos los módulos generales y es allí, en donde se presentan los resultados de los cálculos hidráulicos del software; a partir, de estos datos se toman las decisiones del diseño o evaluación.

3.1.1.1.3. Submódulos gráficos. Estos submódulos proporcionan al diseñador un esquema con medidas sin escala, de algunas partes del desarenador que se han calculado hasta cierta instancia.

El cuadro 2 resume los módulos y submódulos del software.

Cuadro 2. Cuadro resumen de módulos y submódulos del software DIDE 1.0

DIDE 1.0 (Diseño Y Evaluación De Desarenadores Tipo)		
MÓDULOS	SUBMÓDULOS	TIPO DE SUBMÓDULOS
Descripción	Sin Submódulos	Sin Submódulos
Diseño Y Evaluación De Desarenadores	Datos De Entrada 1	De Datos
	Datos De Entrada 2	De Datos
	Datos De Transición	De Datos
	Tipo De Transición	De Datos
Dimensionamiento Del Desarenador	Parámetros de Sedimentación	De Resultados
	Cálculo Zona De Transición	De Resultados
	Diseño Sección Del Bypass	De Datos
	Dimensionamiento	Gráfico
	Almacenamiento De Lodos	De Datos
	Pantalla Deflectora	De Datos
Dimensionamiento de las partes Del Desarenador	Vertedero De Excesos	De Resultados
	Vertedero De Salida	De Resultados
	Dimensiones Almacenamiento De Lodos	De Resultados
	Dimensiones De La pantalla Deflectora	De Resultados
	Dimensiones Del Bypass	De Resultados
	Grafica De Lodos	Gráfico
Resultados Finales	Datos De Entrada	De Resultados
	Datos De La Transición	De Resultados
	Dimensiones Del Tanque Sedimentador	De Resultados
	Canal De Lodos Y Pantalla De Sólidos	De Resultados
	Dimensiones Almacenamiento De Lodos	De Resultados
	Dimensiones De Los Vertederos	De Resultados
	Dimensiones Pantallas Deflectoras	De Resultados
	Dimensiones Del Bypass	De Resultados

En la Figura 5 se encuentra el diagrama de flujo de DIDE V 1.0, el cual se describe a continuación: una vez iniciado el programa, se encuentra un control de ingresos de datos, donde se digitan los valores de: Caudal, Velocidad del Agua, Diámetro de partículas, Temperatura del Agua, Porcentaje de Remoción, Eficiencia de la pantalla Deflectora, Dimensiones de la Sección del Canal, Pendiente y Longitud de transición entre otros; con los que se inician el diseño hidráulico (los valores a ingresar resultan de actividades previas de campo y de oficina). Luego se encuentra un control de decisión para el ángulo de transición el cual debe estar

entre 14° y 20° para evitar transiciones bruscas (Materón 1997); posteriormente aparecen dos controles, uno de resultados donde se visualizan los cálculos de los parámetros de sedimentación y de la zona de transición, y otro de datos para el diseño de la zona de lodos, pantalla deflectora y bypass.

El siguiente control condiciona las pendientes longitudinales y transversal las cuales deben de estar entre 5% y 15% para que las partículas rueden fácilmente hacia el canal de lodos (Lopèz 1993). Finalmente aparece un control de resultados donde se muestra los cálculos finales y dimensionamiento de las partes del desarenador, con opciones de guardar resultados y dibujar un plano base.

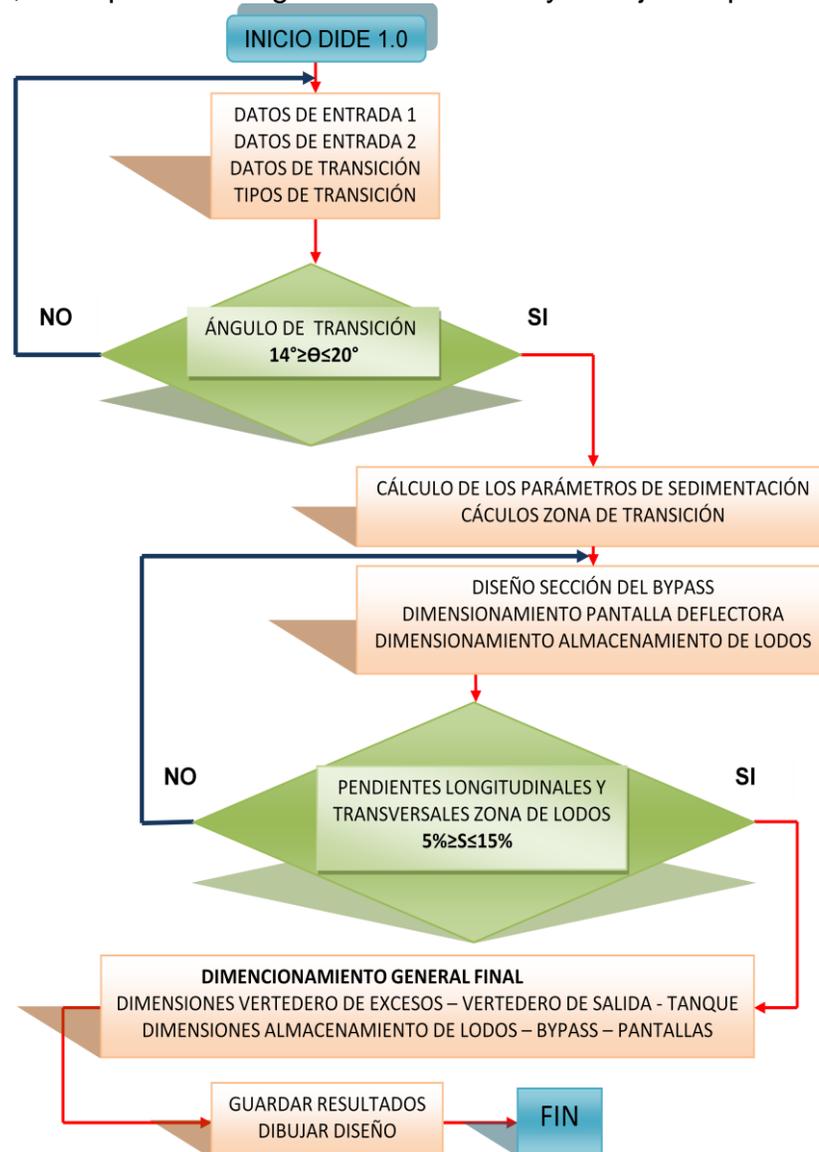


Figura 5. Diagrama de flujo de did

3.1.1.2. Especificaciones del diseño hidráulico de dide 1.0

3.1.1.2.1. Condiciones de entrada para el cálculo de los parámetros de sedimentación según Lopèz 1993

- Caudal de diseño (Q). El caudal de diseño será el caudal concesionado para todos los usuarios de un canal o de una ramificación de este, al cual se le diseñara el desarenador.
- Velocidad en el canal (V). Existen dos (2) opciones para determinar la velocidad en el canal; la primera resulta del aforo realizado en el punto donde se va a construir la obra; y la segunda, resulta de tomar el caudal concesionado y la sección del canal para luego determinarla mediante la ecuación $Q = V \cdot A$.
- Temperatura del agua (T_a). Para conocer la temperatura del agua, lo ideal sería tomarla directamente al fluido mediante un termómetro; de lo contrario, se puede tomar de los registros de temperaturas ambientales del lugar donde se construirá tal obra con un pequeño ajuste a consideración del diseñador.
- Altura del tanque de sedimentación (H). La profundidad mínima especificada es de 1.50 mts y la máxima, de 4.50 mts. Sin embargo, a la hora de diseñar debe tenerse en cuenta la cota de lavado y la cantidad de caudal que pasa por el canal.
- Relación Longitud _ Ancho (L/A). Generalmente se recomienda un tanque rectangular con una relación de longitud a ancho (L/B) entre 3/1, 3/2, 4/1, 4/2, 5/1, 5/2.
- Diámetro de partículas que se van a sedimentar (d). El material en suspensión transportado por el agua es básicamente arcilla, arena o grava fina. En el Cuadro 3 del anexo C, se presenta una clasificación de material, de acuerdo con el tamaño de las partículas.
- Grado del desarenador y porcentaje de remoción de las partículas. En la realidad, el flujo no se distribuye uniformemente debido a la limitación de las pantallas difusoras, a que las velocidades no son constantes porque existen corrientes térmicas y zonas muertas, a que el viento crea contracorriente en la superficie y, finalmente, a que existe la resuspensión de partículas que han llegado al fondo. Por lo dicho anteriormente es necesario tener en cuenta si utilizará pantallas y como será su funcionamiento y qué cantidad de partículas desea sedimentar según Lopèz 1993. En el cuadro 27 del

anexo C, se presenta los números de Hazen los cuales interrelaciona estas dos variables.

- **Datos de transición.**

- ✓ **Pendiente plantilla de canal (So):** la plantilla del canal resulta de un levantamiento topográfico metro a metro, de un tramo corto, del lugar donde se construirá el desarenador.
- ✓ **Coefficiente de rugosidad de manning (n):** Para fines prácticos existen varios métodos para determinar la n, entre otros, el método del servicio de conservación de suelos de los estados unidos, el método fotográfico desarrollado por el U.S. Geological Survey y el método de la tabla. Este último utilizado para el programa.

En el cuadro 28 del anexo C se presentan los valores de n de acuerdo con las condiciones de los canales de la zona de trabajo.

3.1.1.2.2. *Cálculo de los parámetros de sedimentación*

- Velocidad de sedimentación de las partículas (Vs). La velocidad de sedimentación de una partícula es directamente proporcional al cuadrado del diámetro de esta según López 1993.

$$V_s = [(g/18) * ((\rho_s - \rho) / (\mu))] * d^2$$

Donde:

V_s= Velocidad de sedimentación de la partícula (Cm/s)

g = Aceleración de la gravedad (981 Cm /s²)

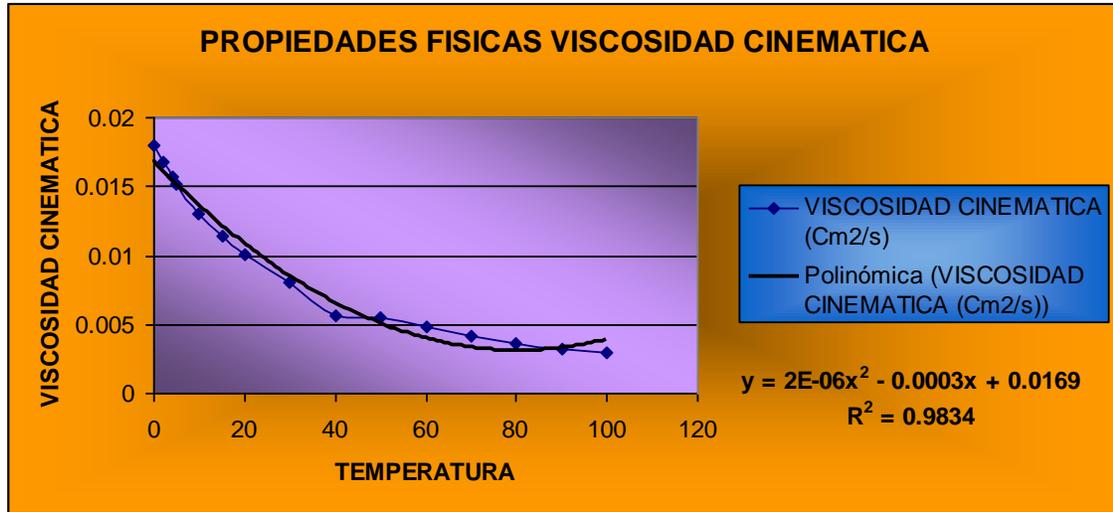
ρ_s = Peso específico de las arenas (2.65 gr/cm³)

ρ = Peso específico del agua (gr/cm³)

μ = Viscosidad cinemática del fluido (Cm²/s)

- Peso específico y Viscosidad cinemática. para determinar las fórmulas de estas dos variables se realizaron regresiones con los datos del cuadro 29 del anexo C, hasta encontrar un R cercano a 1 (uno), dando como resultado que la regresión polinómica fue la que más se acercó. (Gráficas 1 y 2)

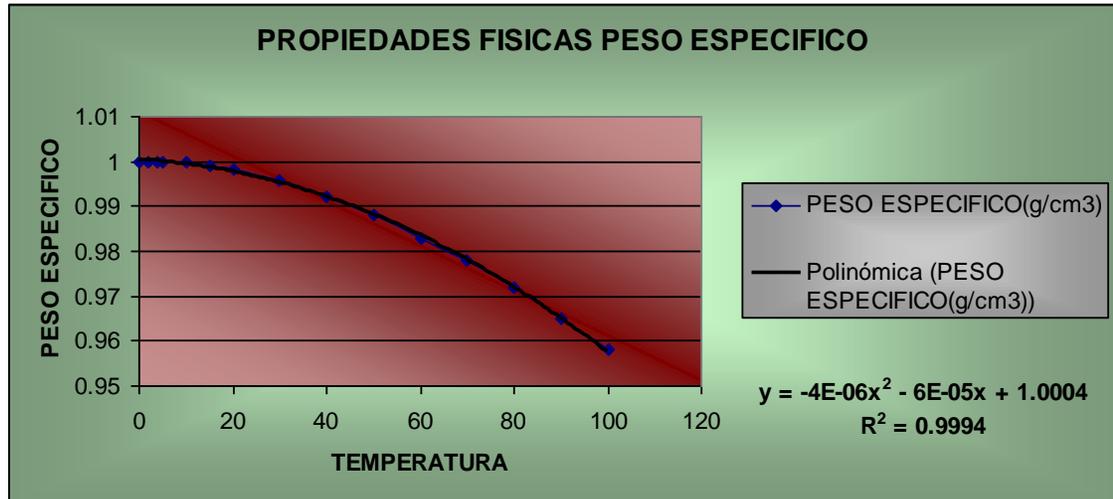
Gráfica 1. Propiedades Físicas__ Viscosidad Cinemática



ECUACIÓN $\mu = (0.000002 * T^2) - (0.0003 * T) + (0.0169)$

Donde: T = temperatura del agua en centígrados

Gráfica 2. Propiedades Físicas__ Peso Específico



ECUACIÓN $\rho_s = (- 0.000004 * T^2) - (0.00006 * T) + (1.0004)$

Donde: T = temperatura del agua en centígrados

- Tiempo de sedimentación de las partículas (T_s). Según Lopèz 1993 es el tiempo que tarda una partícula de diámetro d en llegar al fondo del tanque.

$$T_s = H / V_s$$

Donde:

T_s = Tiempo de sedimentación, en Segundos.

H = Altura del tanque sedimentador, en metros.

V_s = Velocidad de sedimentación, en m/s

- Periodo de retención hidráulica (θ). Para el cálculo del periodo de retención hidráulica es necesario tener en cuenta dos variables anteriormente nombradas, el porcentaje de remoción y el grado del desarenador según Lopèz 1993 (cuadro 27 del anexo C).

$$\theta = NH * T_s$$

Donde:

θ = Periodo de retención hidráulica, en horas.

NH = Número de Hanzen, adimensional (cuadro 27 del anexo C).

T_s = Tiempo de sedimentación, en horas.

- Volumen del tanque sedimentador (V_t). (Lopèz 1993)

$$V_t = \theta * Q$$

Donde:

V_t = Volumen del tanque sedimentador, en m^3

θ = Periodo de retención hidráulica, en horas.

Q = Caudal de diseño, en m^3/s

- Según Lopèz 1993 el área superficial del tanque sedimentador (A_s).

$$A_s = V_t / H$$

Donde:

A_s = Área superficial del tanque sedimentador, en m^2

V_t = Volumen del tanque sedimentador, en m^3

H = Altura del tanque sedimentador, en metros.

- Ancho del tanque de sedimentación (B). Se debe tener en cuenta la relación longitud – ancho. (Lopèz 1993)

$$B = \sqrt{(A_s / L)}$$

Donde:

B = Ancho del tanque de sedimentación, en metros.

As = Área superficial del tanque sedimentador, en m²

L = Longitud del tanque sedimentador, en metros.

- Longitud del tanque de sedimentación (L). (Lopèz 1993)

L = Relación Longitud * B

Donde:

L = Longitud del tanque sedimentador, en metros.

B = Ancho del tanque sedimentador, en metros.

3.1.1.2.3. Cálculos en la zona de transición

- Ángulo de transición (ADT). En el medio rural, ordinariamente se procede a elevar un poco las pérdidas de energía para lograr economía en la construcción de la obra, por consiguiente se acostumbra a utilizar transiciones bruscas, ya que facilitan su construcción y presenta pérdidas de carga poco significativas. Sin embargo, se puede estimar un rango aproximado entre 14° a 20° con el cual se obtienen transiciones relativamente cortas con flujo tranquilo según Materon 1997. (Figura 6)

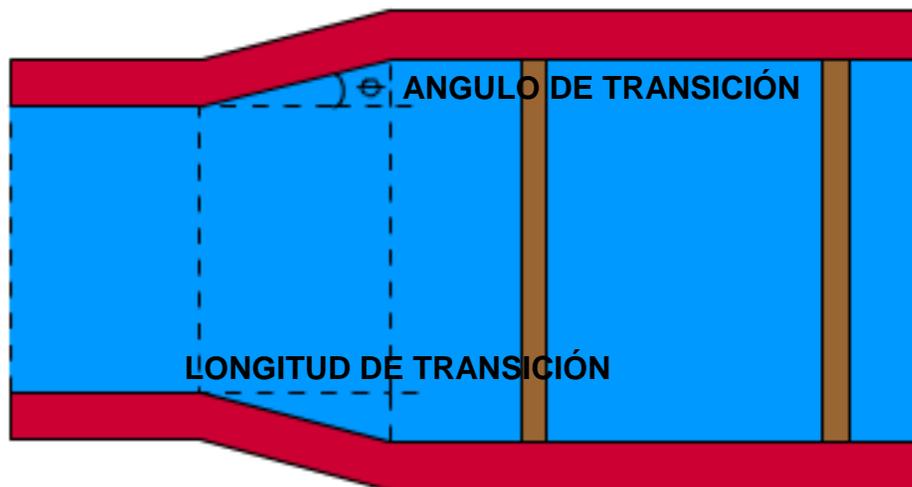


Figura 6. Angulo De Transición del Desarenador

- Profundidad de agua en la transición (Yc). Al igual que la velocidad y la pendiente, el tirante del agua en la transición se disminuye o aumenta debido al cambio de sección del canal, por lo que se hace necesario calcular el nuevo tirante para que el diseño sea óptimo. Para determinar el

nuevo valor del tirante se realiza una iteración donde entran en consideración las siguientes variables según Materon 1997:

$$AR^{2/3} = (Qn / \sqrt{So}) \quad (1)$$

$$A = (by + zy^2)$$

$$P = b + 2y(1+z^2)^{1/2}$$

$$R = A / P = (by + zy^2) / (b + 2y(1+z^2)^{1/2}) \quad (2)$$

Reemplazando la ecuación 2 en 1 se tiene que:

$$(by + zy^2) * [(by + zy^2) / (b + 2y(1+z^2)^{1/2})]^{2/3} = (Qn / \sqrt{So})$$

Donde:

b = Ancho del canal, en metros.

y = Profundidad del flujo (tirante), en metros.

z = Talud.

Q = Caudal, en m³/s

n = Coeficiente de manning, adimensional (cuadro 28 del anexo C).

So = Pendiente plantilla del canal, m/m

En esta instancia se realiza la iteración, dando valores a la variable < **y** > hasta que las ecuaciones se aproximen. El método utilizado fue el de aproximación.

3.1.1.2.4. Dimensionamiento de las partes del desarenador

- Dimensionamiento de Vertederos.
 - ✓ Vertedero de excesos: Para el vertedero de excesos, se tiene en cuenta el tirante antes de la transición. Para el cálculo se utiliza la ecuación de vertederos de Francis, que se ilustra a continuación. (Netto y Acosta 1976)

$$Q = 1.84 L H_{me}^{3/2}$$

Donde:

Q = Caudal de excesos, en m³/s

L = Longitud de la cresta del vertedero, en metros.

Hme = Carga sobre el vertedero, en metros.

Para el caso especial del programa, se calcula la longitud de la cresta del vertedero, y se asume como carga, el borde libre del canal (el cual se asume como 1/3Yc). Para tal efecto, la fórmula de Francis queda de la siguiente manera:

$$L = [Q / (1.84 * H_{me}^{3/2})]$$

Donde:

Q = Caudal de excesos, en m³/s

L = Longitud de la cresta del vertedero, en metros.

H_{ms} = Carga sobre el vertedero, (1/3Yc) en metros.

- ✓ **Vertedero de salida:** El vertedero se calcula igualmente con la ecuación de Francis anteriormente ilustrada. Para el caso del programa, se calcula la carga sobre el vertedero H_{ms} y se asume la longitud de la cresta del vertedero como el ancho del desarenador (B). Para tal efecto, la fórmula de Francis queda de la siguiente manera:

$$H_{ms} = [Q / (1.84 * L)]^{2/3}$$

Donde:

Q = Caudal de excesos, en m³/s

L = Longitud de la cresta del vertedero, ó (B) en metros.

H_{ms} = Carga sobre el vertedero, en metros.

3.1.1.2.5. Dimensionamiento del almacenamiento de lodos.

- Profundidad Máxima y Mínima de lodos. La profundidad de lodos típica está comprendida entre 0.75 mts y 1.50 mts, y llega a un máximo del 100% del valor de la profundidad útil de sedimentación. La profundidad máxima es igual a L/10 y la mínima, el 50% de la profundidad máxima según López 1993, donde:

L = Longitud del desarenador, en metros.

- Pendiente transversal (St) y longitudinal (Sl). Las pendientes del fondo deben estar comprendidas entre 5 y 15% con el fin de que las partículas rueden fácilmente hacia el canal de lodos y la labor de limpieza manual sea segura para los operarios según López 1993 (Figura 7).

- ✓ **Pendiente transversa (St):**

$$St = [(profundidad\ máxima - profundidad\ mínima) / (B)] * 100$$

Donde:

St = pendiente transversal, en porcentaje.

B = ancho del desarenador, en metros.

Profundidad máxima y mínima en metros.

✓ **Pendiente longitudinal en L/3 ($S_{L/3}$):**

$$S_{L/3} = [(profundidad\ máxima - profundidad\ mínima)/(L/3)] * 100$$

Donde:

$S_{L/3}$ = Pendiente longitudinal en L/3, en porcentaje.

L = longitud del desarenador, en metros.

Profundidad máxima y mínima en metros.

✓ **Pendiente longitudinal en 2L/3 ($S_{2L/3}$):**

$$S_{2L/3} = [(profundidad\ máxima - profundidad\ mínima)/(2L/3)] * 100$$

Donde:

$S_{2L/3}$ = Pendiente longitudinal en 2L/3, en porcentaje.

L = longitud del desarenador, en metros.

Profundidad máxima y mínima en metros.

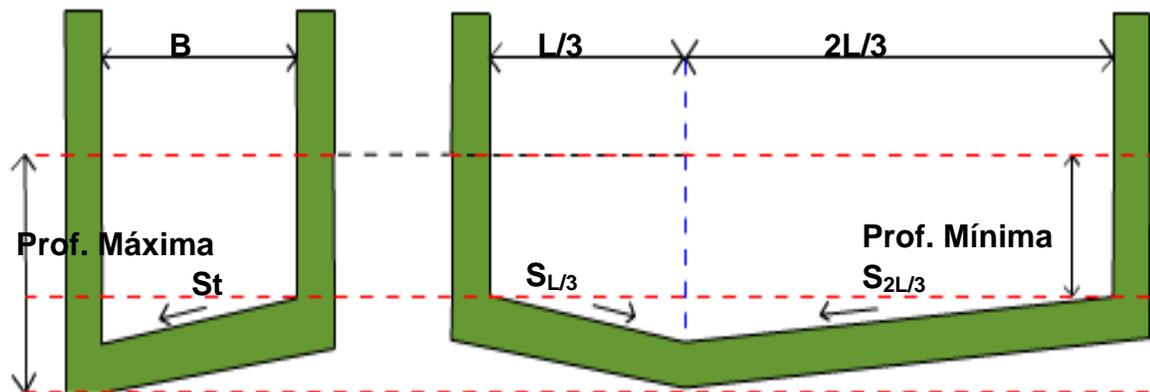


Figura 7. Pendientes Zonas de Lodos

3.1.1.2.6. Dimensionamiento pantalla deflectora y de sólidos

- Ubicación pantalla deflectora y de sólidos. Según López 1993 la pantalla deflectora se ubica a L/5 partir del final de la transición y tiene una profundidad de H/2 donde:

L = Longitud del desarenador, en metros.

H = Altura del tanque sedimentador, en metros.

La pantalla deflectora tendrá orificios, los cuales se calculan de la siguiente manera teniendo en cuenta la metodología de Corcho y Duque 1993.

- 1- Se asume la velocidad de paso a través de los orificios, la cual no debe exceder a 0.20 m/s. (en el caso especial del Programa esta

velocidad debe ser menor o igual a la velocidad de sedimentación, para garantizar la decantación de las partículas.

2- Se calcula el área efectiva de orificios, en mts/Seg.

$$Q = V \cdot A_e \quad A_e = Q/V$$

Donde:

A_e: Área efectiva, en m²

Q: caudal de diseño del desarenador, en m³/s

V: Velocidad de paso del agua a través de los orificios, en m/s

3- Se asume las dimensiones de cada orificio y consecuentemente el área, **a₀**.

4- Se calcula el número de orificios mediante la expresión:

$$N = A_e/a_0$$

5- Se distribuyen uniformemente los orificios en toda la superficie de la pantalla a fin de evitar cortos circuitos y zonas muertas. Las perforaciones pueden ser circulares, cuadradas ó rectangulares, aunque estas últimas no permiten la mejor distribución de velocidades como ha quedado demostrado en experiencias de laboratorio hechas sobre modelos hidráulicos.

Generalmente se utilizan orificios circulares de 1", 1.5" y 2"; y cuadrados de 10x10 cm, 15x15 cm y 20x20 cm, espaciados lo suficientes para que no debilite la pantalla.

La pantalla de sólidos se ubica a **15H_{ms}** del vertedero de salida y tiene una profundidad de **H_{me} + 0.25** donde:

H_{ms} = Carga sobre el vertedero de salida, en metros.

H_{me} = Carga sobre el vertedero de excesos, en metros.

3.1.1.2.7 Dimensionamiento del bypass. El bypass se diseña a un costado del desarenador para aprovechar la pared de este como un lado del canal, lo que minimiza costos; se construirá en sección cuadrada y será revestido en concreto.

Para el diseño hidráulico se procede así según Materon 1997:

1- Se asume un ancho de canal **b**, en metros.

2 - Se asume el coeficiente de manning **n** (cuadro 28 del anexo C) y la pendiente **S_o**

3- Se realiza el cálculo del tirante Y_c, mediante iteración, de igual manera que en el ítem 3.1.1.2.3. Profundidad de agua en la transición (Y_c).

3.1.1.2.8 *Dimensionamiento canal de lodos.* El canal de lodos se diseña para evacuar el 10% del volumen total de la zona de sedimentación según *Corcho y Duque 1993*.

Para el diseño hidráulico se procede así:

- 1- Se asume el ancho del canal de lodos b_L , en metros.
- 2- Se calcula la altura del canal de lodos A_L , en metros; mediante la siguiente expresión:

$$A_L = [(L+b_L)/(2)]*(\text{profundidad máxima})*(B)]*0.10$$

Donde:

A_L = Altura del canal de lodos, en metros.

L = Longitud del desarenador, en metros.

b_L = Ancho del canal de lodos, en metros.

B = Ancho del desarenador, en metros.

Profundidad máxima en metros.

3.1.2. Toma Predial

Para el desarrollo del Programa DIETP 1.0 (Diseño Y Evaluación De Tomas Prediales Tipo) se utilizó igualmente diversa literatura, especialmente la metodología de Materón 1997, en las páginas 71 a 79.

El software se desarrollo con diferentes tipos de programas entre los cuales se tiene:

- Lenguaje de programación MICROSOFT VISUAL BASIC 6.0
- Asistente de dibujo AUTOCAD 2004
- HTML Help Workshop
- MACROMEDIA FLASH MX
- MICROSOFT FRONT PAGE

El diseño del Software implicó una serie de estudios y actividades previas a la elaboración del diseño como tal, pues la actividad de diseñar es el resultado de un proceso concienzudo y estructurado que tiene como resultado la solución de un problema encontrado en una región ó área determinada. La secuencia metodológica para el desarrollo del software es la siguiente:

Se dividió en módulos generales, submódulos de datos y submódulos de resultados (Figura 8).

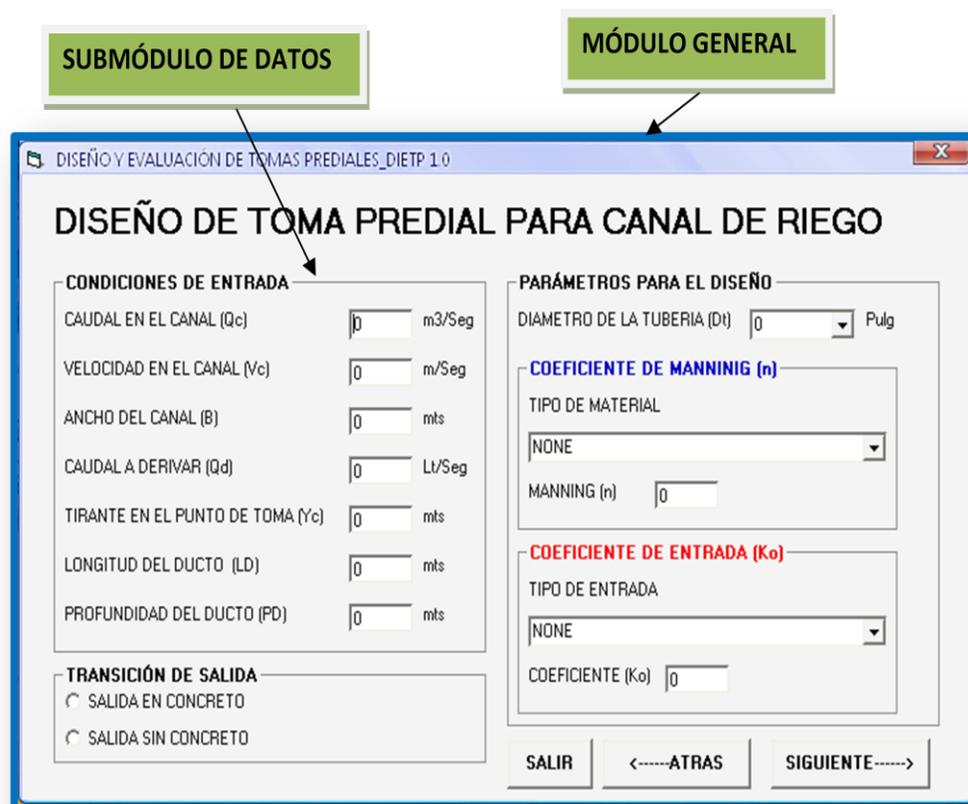


Figura 8. Tipos de módulos

3.1.2.1. Módulos generales

Los módulos generales son en pocas palabras los formularios en donde se encuentran contenidos submódulos de datos y submódulos de resultados.

Los módulos generales toman diferentes apariencias dependiendo de los resultados; en el caso de la toma predial comprende: presentación, Diseño de Toma Predial para Canal de Riego y Cálculos Hidráulicos de la Toma Predial.

3.1.2.1.1. Submódulos de datos. DIDE 1.0 cuenta con un único módulo, que contiene submódulos de datos. En estos submódulos se ingresan datos productos de tablas, levantamientos de campo, aforos y otros asumidos a criterios del diseñador y de las condiciones naturales donde se ubican las obras.

3.1.2.1.2. Submódulos de resultados. Estos submódulos existen en el segundo módulo general y es allí, en donde se presentan los resultados de los cálculos hidráulicos del software; para que a partir, de estos datos se tomen las decisiones del diseño o evaluación.

En la Figura 9 se encuentra el diagrama de flujo de DIETP V 1.0, el cual se describe a continuación:

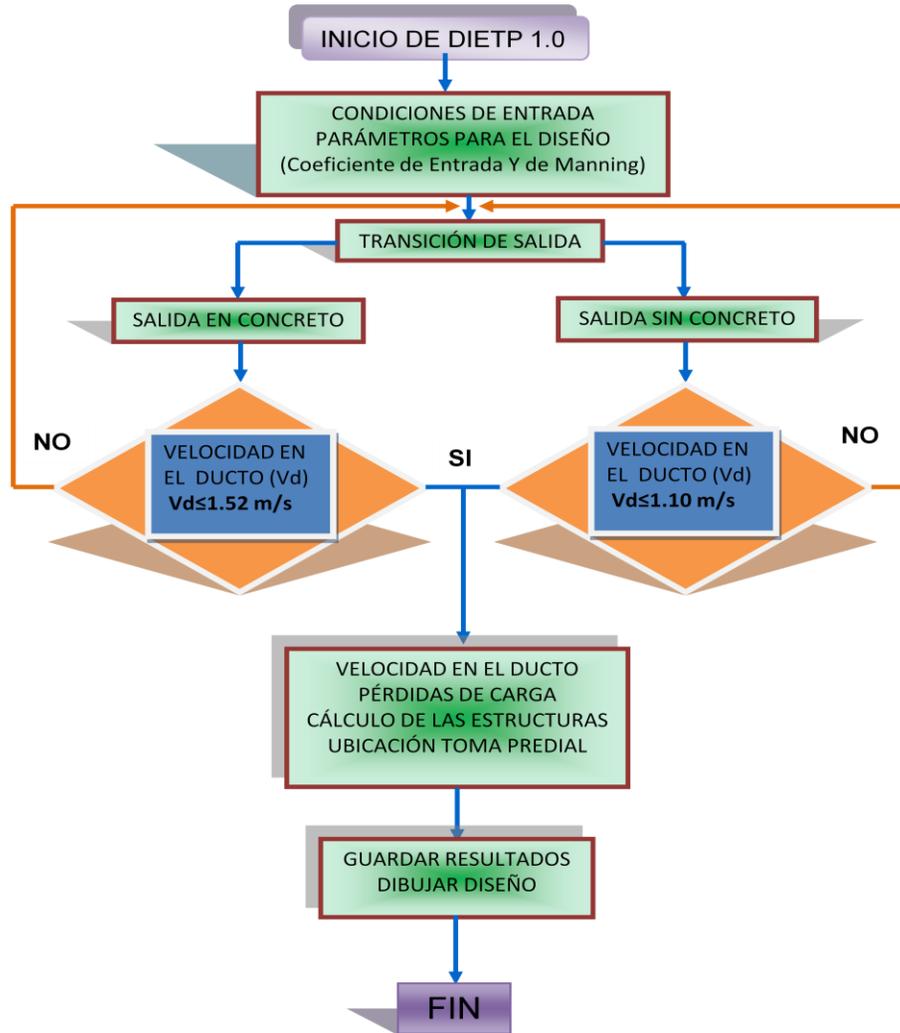


Figura 9. Diagrama de flujo de dietp 1.0

Una vez iniciado el programa, se encuentra un control de ingresos de datos, donde se digitan los valores de: Caudal en el canal, Velocidad del agua en el canal, Ancho del canal, Caudal a derivar, Tirante en el punto de toma, Longitud y Profundidad del ducto, Diámetro del ducto, Coeficiente de Manning y de Entrada; con los que se inician el diseño hidráulico (los valores a ingresar resultan de actividades previas de campo y de oficina). Luego se encuentra un control de decisión para la velocidad permisible en el ducto, la cual no debe exceder los 1.52 m/Seg para salidas en concreto y de 1.10 m/Seg para salidas sin concreto (Materón 1997); Finalmente aparece un control de resultados donde se muestra los cálculos finales y dimensionamiento de las partes de la Toma Predial, con opciones de guardar resultados y dibujar un plano base.

El cuadro 3 resume los módulos y submódulos del software.

Cuadro 3. Cuadro resumen de módulos y submódulos del software DIETP 1.0

DIETP 1.0 (Diseño Y Evaluación De Toma Prediales Tipo)		
Descripción	Sin Submódulos	Sin Submódulos
Diseño De Toma Predial Para Canal De Riego	Condiciones De Entrada	De Datos
	Transición De Salida	De Datos
	Parámetros Para El Diseño	De Datos
Cálculo Hidráulico De La Toma Predial	Velocidad En El ducto	De Resultados
	Pérdidas De Carga	De Resultados
	Cálculos De La Estructura	De Resultados
	Ubicación De La Toma Predial	De Datos

3.1.2.2. Especificaciones del diseño hidráulico de dietp 1.0

3.1.2.2.1. Condiciones de entrada para el cálculo de los parámetros

- Caudal en el Canal (Qc). El caudal en el canal, será el caudal concesionado para la ramificación de la cual hace parte el usuario. (En otras palabras es el caudal que lleva el canal en el punto de toma)
- Velocidad en el canal (V). Existen dos (2) opciones para determinar la velocidad en el canal; la primera resulta del aforo realizado en el punto donde se va a construir la obra; y la segunda, resulta de tomar el caudal concesionado para la ramificación y la sección del canal para luego determinarla mediante la ecuación $Q = V \cdot A$.
- Ancho del Canal (B). El ancho del canal se asume como la plantilla del mismo. (Si el canal es trapecoidal asuma la plantilla mayor)
- Caudal a Derivar (Qd). Es el caudal concesionado para cada usuario.
- Tirante en el Punto de Toma (Yc). Como su nombre lo indica, es la altura del agua en el punto que se va a construir la obra.
- Longitud del Ducto (Ld). Para asumir esta variable, se tiene en cuenta el ancho del terraplén, por el cual va a pasar el ducto.

- Profundidad del Ducto (Pd). Para asumir esta variable, se tiene en cuenta, la cota del terreno de descarga, el tirante en el punto de toma y el ahogamiento mínimo (10 cm).
- Transición de Salida. Se debe tener en cuenta el tipo de transición de salida; ya que se encuentra condicionada por las velocidades máximas permisibles (cuadro 31 del anexo C).
- Coeficientes de Manning y de Entrada. El coeficiente de Manning se asume dependiendo del tipo del material del ducto (Cuadro 32 del anexo C); mientras que el coeficiente de entrada se asume teniendo en cuenta las pérdidas a la entrada de la obra (cuadro 33 del anexo C).

3.1.2.2.2. *Diseño hidráulico.* Los parámetros de diseño que se tienen en cuenta en el diseño hidráulico son los siguientes según Materón 1997:

3.1.2.2.2.1 *Velocidad del agua en la estructura.* La velocidad del agua se calcula mediante la ecuación de continuidad

$$Q = V \cdot A$$

Donde:

Q = Caudal en m³/s ó l/s

V = Velocidad en mts/Seg (cuadro 31 del anexo C).

A = Área en m²

En este ítem se tiene en cuenta el criterio de la velocidad máxima permisible sobre el ducto (recomendaciones que se presentan en el cuadro 31 del anexo C).

- Ahogamiento. El ahogamiento corresponde a una lámina de agua que tiene por objeto impedir la entrada de bolsas de aire a los ductos, produciendo una reducción de la capacidad de conducción. En teoría la transición de entrada debe tener un ahogamiento equivalente a 1.5 veces la diferencia entre las cargas de velocidad del canal y de la tubería, ó un mínimo de 8 cm y un valor máximo de 45 cm. La diferencia de altura entre el nivel del agua y la parte superior del ducto (dintel), constituye la medición del sello ó ahogamiento según Materón 1997.

En el caso de DIETP 1.0 el ahogamiento se asume como la profundidad del ducto, teniendo en cuenta el tirante del punto y el diámetro del ducto (Si por el terraplén del canal hay paso de vehículos, la profundidad mínima recomienda es de 1.0 m para que no sufra daños) (Figura 10).

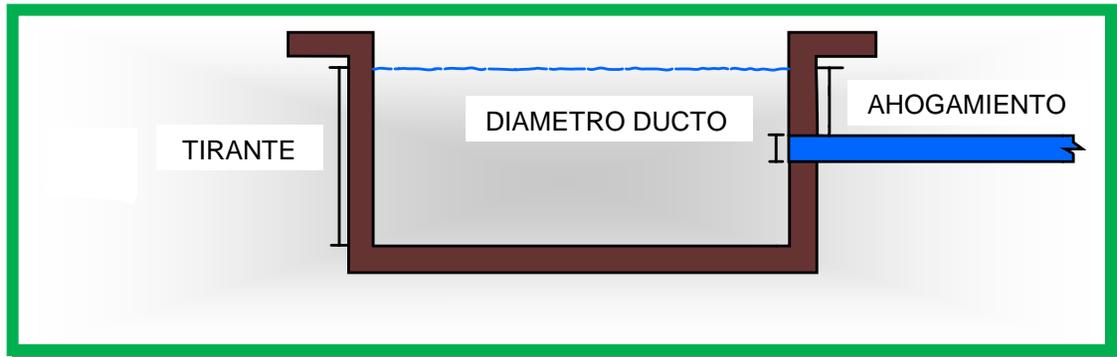


Figura 10. Ubicación del ducto en la toma predial

- Cálculo de las pérdidas de carga (h_t)

El caudal en la estructura se calcula con base en la ecuación de un orificio según Materón 1997.

$$Q = CA\sqrt{2gh}$$

Donde:

Q = Caudal en la estructura, en m^3/s

C = Coeficiente de descarga. Adimensional.

A = área del ducto, en m^2

g = Aceleración de la gravedad ($9.8 m/s^2$)

h = Carga hidráulica en la estructura, en m.

- Cálculo de la carga de velocidad en el ducto (h_v) (Materón 1997)

$$h_v = V^2/2g$$

Donde:

h_v = carga de velocidad en el ducto, en m

V = Velocidad en m/Seg

g = Aceleración de la gravedad ($9.8 m/s^2$)

- Cálculo del área hidráulica del ducto (**A**) (Materón 1997)

$$A = \pi \cdot D^2/4$$

$$A = 0.7854 \cdot D^2$$

Donde:

A = Área hidráulica del ducto, en m^2

D = Diámetro del ducto, en m

- Cálculo del perímetro mojado (P) (Materón 1997)

$$P = \pi * D$$

$$P = 3.1416 * D$$

Donde:

P = Perímetro mojado, en m

D = Diámetro del ducto, en m

- Cálculo del radio hidráulico (R) (Materón 1997)

$$R = A/P$$

$$R = D/4$$

Donde:

R = Radio hidráulico, en m

P = Perímetro mojado, en m

D = Diámetro del ducto, en m

- Pendiente de fricción (S). Se deduce a partir de la ecuación de manning y la ecuación anterior, la expresión es la siguiente según Materón 1997:

$$S = 6.348 * (V * n / D^{2/3})^2$$

Donde:

S = Pendiente de fricción, en m/m

V = Velocidad en m/s

D = Diámetro del ducto, en m

n = Coeficientes de rugosidad de manning (cuadro 32 del anexo C).

- Cálculo de las pérdidas de carga por fricción en el ducto (hf) (Materón 1997)

$$hf = L * S$$

Donde:

hf = Pérdidas de carga por fricción en el ducto, en m.

L = longitud del ducto, en m

S = pendiente de fricción, en m/m

- Pérdidas de carga por entrada (he). Según Materón 1997 el coeficiente de descarga de la ecuación de orificio (Cd) se relaciona con el coeficiente de pérdida de entrada Ko por medio de la siguiente expresión:

$$h_e = 1/C^2 - 1 \quad (1)$$

Las pérdidas de entrada se calculan de la siguiente manera:

$$h_e = K_o * V^2/2g \quad (2)$$

Donde:

h_e = Pérdidas de carga por entrada, en m.

V = Velocidad en m/s

g = Aceleración de la gravedad (9.8 m/s²)

K_o = Coeficiente de entrada, adimensional (cuadro 33 del anexo C).

- Pérdidas de carga por salida (h_s). Según Materón 1997 para las transiciones en concreto, las pérdidas en la respectiva salida se puede estimar así:

$$h_s = 0.7 * h_v$$

Para las transiciones en tierra, la velocidad en el canal se considera igual a la velocidad de transición; luego, para calcular las pérdidas de la carga a la salida (h_s) se multiplica la carga de velocidad en el canal (h_v) por K₂ = 1.0.

$$h_s = 1.0 * h_v$$

Donde:

h_s = Pérdidas de carga por salida, en m.

h_v = Pérdidas por la carga de velocidad en el ducto, en m.

- Pérdidas totales (h_t). Se calcula con la siguiente expresión:

$$h_t = h_e + h_f + h_s$$

Donde:

h_t = Pérdidas totales, en m.

h_e = Pérdidas de carga por entrada, en m

h_f = Pérdidas de carga por fricción en el ducto, en m.

h_s = Pérdidas de carga por salida, en m.

- Carga sobre la levantadora de nivel (Q_{ln}) (Netto y Acosta 1976).

$$Q_{ln} = [(Q_c - (Q_d/1000)) / (1.84 * B)]^{2/3}$$

Donde:

Q_{ln} = Carga sobre la levantadora de nivel, en m.

Q_c = Caudal en el canal, m³/s

Q_d = Caudal que se va a derivar, en l/s

B = Ancho del canal, en m.

- Altura de la levantadora de nivel (HIn)

$$HIn = Yc - QIn$$

Donde:

HIn = Altura de la levantadora de nivel, en m.

Yc = Tirante en el punto de toma, en m.

QIn = Carga sobre la levantadora de nivel, en m.

- Distancia de la levantadora de nivel (DIn)

$$DIn = B$$

Donde:

DIn = Distancia levantadora de nivel, en m.

B = Ancho del canal, en m.

- **Observación:** el ítem anterior (Distancia de la levantadora de nivel (DIn)), no se encuentra sustentado en libros; para su aprobación se consultó con ingenieros expertos en hidráulica del INCODER, basados en experiencias de otros distritos de riego en el Huila. Caso puntual: Distrito de Riego El Juncal (USOJUNCAL).

Las tomas para riego se deben proyectar en forma tal que no sobresalga del terreno, que faciliten la limpieza y el mantenimiento del canal. Las compuertas deslizantes deberán producir un cierre hermético para asegurar la regulación del caudal en las cantidades deseadas. (Materón 1997)

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:

- Desarenadores en los canales: El Túnel, Ovejeras, Carpintero, San Andrés, y San Rafael.
- Obras de Toma Prediales para: Ángel Yubán y Jairo Rojas en Los Asilos; para Sucesores Jorge Lara de La Chatera; para María Margarita de La Murcia y para Sandra Edilia Tobar de La Sánchez.

Con esta información se realizó 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; necesitan refuerzo el muro levantador de nivel y los desarenadores (placas y paredes); el cálculo estructural se realizó entonces para estas estructuras, seleccionando las de mayor tamaño; una vez realizado 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. Desarenador

Para diseñar estas obras se utilizó el software **DIDE 1.0** Propiedad del autor.

3.2.2. Toma Predial

Para diseñar estas obras se utilizó el software **DIETP 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. Desarenador

4.1.1.1. Manual de usuario (DIDE Versión 1.0)

Que es 1.0 (Diseño Y Evaluación De Desarenadores Tipo)

Es un Programa de ordenador que permite realizar diseños y evaluaciones de desarenadores tipo. DIDE 1.0 es una herramienta de ingeniería diseñada para el cálculo y/o evaluación de desarenadores tipo, que contribuye a que se aceleren los procesos matemáticos e hidráulicos de tal obra; con lo cual, se espera responder de manera oportuna y precisa a una necesidad planteada; además, proporciona al diseñador un plano a escala real en AUTOCAD 2004 con sus respectivas acotaciones y nombres de las partes que lo conforman; e igualmente, unas memorias de cálculos en formato rtf con los resultados finales del diseño y/o evaluación.

DIDE 1.0 ha sido desarrollado por Pedro Nel Martínez Romero Candidato a Ing. Agrícola como requisito de graduación, en el marco del convenio 238 firmado entre la Corporación Autónoma Regional Del Alto Magdalena CAM y La Universidad Surcolombiana “REVISION DE LA REGLAMENTACION E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA LOCAL DE ADMINISTRACION DEL RECURSO HIDRICO SILARH, FASE UNO DE LA CORRIENTE RIO NEIVA, MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE, DEPARTAMENTO DEL HUILA”

4.1.1.1.1 Módulos de presentación. Luego de tener instalado en su computador DIDE 1.0 (Diseño y Evaluación De Desarenadores Tipo) se procede a ejecutarlo dando click en el ícono del mismo. Seguidamente aparecerá el primer módulo general del software (Figura 11) el cual contiene especificaciones generales del programa (Este módulo durará a la vista tan solo unos segundos).



Figura 11. Módulo de presentación primario (dide 1.0)

Luego de que este módulo desaparezca, se visualizará el segundo módulo, el cual, además de contener información general del proyecto, posee un botón en la parte inferior derecha (<< DISEÑO>>) con el cual se iniciará el proceso de diseño (Figura 12).



Figura 12. Módulo de presentación secundario (dide 1.0)

4.1.1.1.2 *Módulo de configuración regional dide 1.0.* Este módulo aparece luego de dar click en el botón <<DISEÑO>> del módulo anterior (Figura 13). Este submódulo requiere de mucha atención por parte del diseñador, ya que si se omite la configuración, los resultados pueden verse afectados si comete algún error al ingresar los datos con un separador decimal diferente al punto (.). El módulo está conformado por un ícono y tres botones, que cumplen las siguientes funciones:

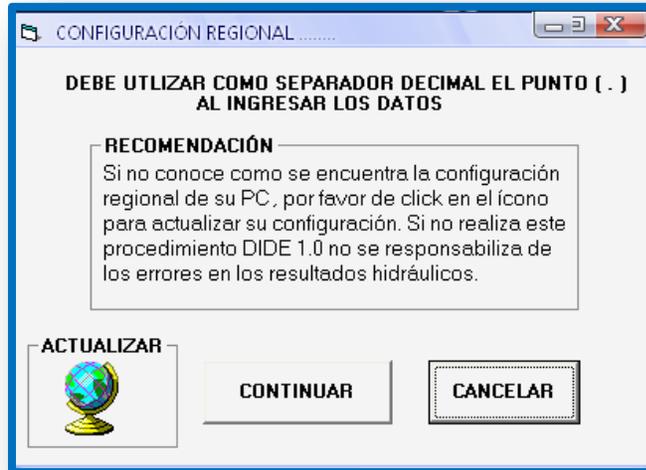


Figura 13. Módulo de configuración regional dide 1.0

- **Icono Actualizar:** Al dar click sobre el ícono, actualizará la configuración de DIDE 1.0, para iniciar con el diseño.
- **Botón No Actualizar:** Se utiliza en caso que el usuario conozca la configuración regional de su equipo.
- **Botón Continuar:** Aparece luego de dar click sobre el ícono de actualizar la configuración regional. Con este, se visualizará el módulo siguiente para iniciar con el diseño.
- **Botón cancelar:** se utiliza para finalizar DIDE 1.0 y salir de la aplicación.

4.1.1.1.3. *Módulo diseño y evaluación de desarenadores (dide 1.0):* Luego de dar click en el botón <<DISEÑO>> aparecerá un módulo el cual, agrupa la información suficiente para iniciar con el diseño (Figura 14). Contiene diferentes submódulos distribuidos de la siguiente manera:

Figura 14. Módulo diseño y evaluación de desarenadores (DIDE 1.0)

- **Submódulo datos de entrada 1.** En este Submódulo se ingresarán los datos de: Caudal de Diseño en m^3/s , Velocidad del Agua en el Canal en m/s , Temperatura del Agua en grados Celsius ($^{\circ}C$), Altura del Tanque Sedimentador en metros, la Relación Longitud/Ancho adimensional y el diámetro de partículas a sedimentar en milímetros. Para este último DIDE 1.0 proporciona una lista de rangos de partículas dependiendo del tipo de material a sedimentar (gravillas, arenas, limos y arcillas).
- **Submódulo datos de entrada 2.** En este Submódulo se asumirán los datos de la Eficiencia de la Pantalla deflectora y porcentaje de remoción de las partículas. El software contiene cuatro (4) opciones de eficiencias de la pantalla (deflectores deficientes, regulares, buenos y muy buenos); de igual manera diferentes tipos de porcentajes de remoción, que varía de acuerdo a cada eficiencia.
- **Submódulos datos de transición:** Este submódulos presenta dos (2) opciones de tipos de transición (trapezoidal – trapezoidal ó trapezoidal – cuadrado) que se escogerá de acuerdo con las condiciones del canal; en cada uno de estos submódulos aparecerán cajas de texto, para ingresar los datos del canal y asumir la longitud de transición.

En este Submódulo también se ingresa los valores de la pendiente del canal en porcentaje y el coeficiente de Manning para el cálculo del nuevo tirante. El Programa proporciona una lista con los coeficientes que más se adaptan a las condiciones de los canales de la zona (Figuras 15 y 16).

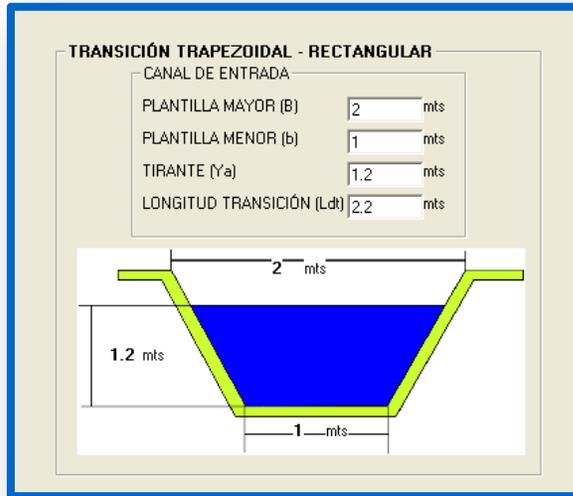


Figura 15. Transición trapezoidal-trapezoidal

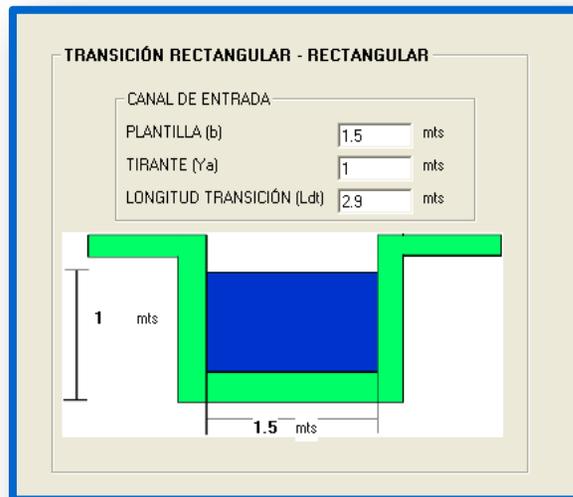


Figura 16. Transición trapezoidal-rectangular

Luego de haber ingresado los datos correctamente el módulo general se visualizará de diferente forma, dependiendo del tipo de transición que haya

seleccionado. Si la transición es trapezoidal-trapezoidal será como se muestra en la Figura 17, pero si es trapezoidal-rectangular será como la Figura 18.

DISEÑO Y EVALUACIÓN DE DESARAENADORES (DIDE 1.0)

DISEÑO Y EVALUACIÓN DE DESARAENADORES (DIDE 1.0)

DATOS DE ENTRADA 1

CAUDAL DE DISEÑO (Q) 1 M3/Seg
 VELOCIDAD EN EL CANAL (V) 0.97 m/s
 TEMPERATURA DEL AGUA (T_a) 18 °C
 ALTURA TANQUE SEDIMENTACIÓN (H) 1.5 Mts
 RELACIÓN LONGITUD / ANCHO (R_{L/A}) 3 2
 DIAMETRO PARTICULAS A SEDIMENTAR (d) 0.5 mm
 TIPO MATERIAL A SEDIMENTAR RANGO DE TAMAÑO
 ARENA MEDIA DE 0.5 A 0.25 mm

DATOS DE ENTRADA 2

EFICIENCIA PANTALLA DEFLECTORA

DEFLECTORES DEFICIENTES DEFLECTORES REGULARES
 DEFLECTORES BUENOS DEFLECTORES MUY BUENOS

PORCENTAJE DE REMOCIÓN 75 NUMERO DE HAZEN (V_s/V_o) 1.52

DATOS DE TRANSICIÓN

TRANSICIÓN TRAPEZOIDAL - RECTANGULAR
 TRANSICIÓN RECTANGULAR - RECTANGULAR

DATOS PARA EL CALCULO DEL NUEVO TIRANTE

PENDIENTE PLANTILLA DEL CANAL (S_o) 0.02 %
 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING (n) 0.027
 canal excavado limpio, con musgo corto, poca hierba

TRANSICIÓN TRAPEZOIDAL - RECTANGULAR

CANAL DE ENTRADA

PLANTILLA MAYOR (B) 2 mts
 PLANTILLA MENOR (b) 1 mts
 TIRANTE (Y_a) 1.2 mts
 LONGITUD TRANSICIÓN (L_{dt}) 2 mts

FINALIZAR SIGUIENTE

Figura 17. Módulo diseño y evaluación de desarenadores opción trapezoidal – trapezoidal (DIDE 1.0)

DISEÑO Y EVALUACIÓN DE DESARAENADORES (DIDE 1.0)

DISEÑO Y EVALUACIÓN DE DESARAENADORES (DIDE 1.0)

DATOS DE ENTRADA 1

CAUDAL DE DISEÑO (Q) 1 M3/Seg
 VELOCIDAD EN EL CANAL (V) 0.97 m/s
 TEMPERATURA DEL AGUA (T_a) 18 °C
 ALTURA TANQUE SEDIMENTACIÓN (H) 1.5 Mts
 RELACIÓN LONGITUD / ANCHO (R_{L/A}) 3 2
 DIAMETRO PARTICULAS A SEDIMENTAR (d) 0.5 mm
 TIPO MATERIAL A SEDIMENTAR RANGO DE TAMAÑO
 ARENA MEDIA DE 0.5 A 0.25 mm

DATOS DE ENTRADA 2

EFICIENCIA PANTALLA DEFLECTORA

DEFLECTORES DEFICIENTES DEFLECTORES REGULARES
 DEFLECTORES BUENOS DEFLECTORES MUY BUENOS

PORCENTAJE DE REMOCIÓN 75 NUMERO DE HAZEN (V_s/V_o) 1.52

DATOS DE TRANSICIÓN

TRANSICIÓN TRAPEZOIDAL - RECTANGULAR
 TRANSICIÓN RECTANGULAR - RECTANGULAR

DATOS PARA EL CALCULO DEL NUEVO TIRANTE

PENDIENTE PLANTILLA DEL CANAL (S_o) 0.02 %
 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING (n) 0.027
 canal excavado limpio, con musgo corto, poca hierba

TRANSICIÓN RECTANGULAR - RECTANGULAR

CANAL DE ENTRADA

PLANTILLA (b) 1.5 mts
 TIRANTE (Y_a) 1 mts
 LONGITUD TRANSICIÓN (L_{dt}) 1 mts

FINALIZAR SIGUIENTE

Figura 18. Módulo diseño y evaluación de desarenadores opción trapezoidal – rectangular (DIDE 1.0)

Completado el ingreso total de los datos se da click en el botón <<SIGUIENTE>> para visualizar el siguiente módulo general y empezar con el diseño como tal.

4.1.1.1.4. *Módulo dimensionamiento del desarenador:* Este módulo aparece luego de completar el ingreso correcto de los datos en el módulo anterior. En este, aparecen los primeros resultados del diseño, (parámetros de sedimentación y zona de transición) con los que, se inicia el análisis hidráulico de la obra (Figura 19). Se compone de varios submódulos distribuidos así:

CALCULOS DE LOS PARÁMETROS DE SEDIMENTACIÓN

VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN (Vs)	18.5	Cm/Seg
TIEMPO DE SEDIMENTACIÓN (Ts)	8.11	Seg
VOLUMEN DEL TANQUE SEDIMENTADOR (V)	14.79	m ³
AREA SUPERFICIAL DEL TANQUE (As)	9.86	m ²
ANCHO DEL TANQUE SEDIMENTADOR (B)	3.62	mts
LONGITUD TANQUE SEDIMENTADOR (L)	5.44	mts

CALCULOS EN LA ZONA DE TRANSICIÓN

ANGULO DE TRANSICIÓN (ADT)	20	grados
PROFUNDIDAD DEL AGUA EN LA TRANSICIÓN (Ya)	0.892	mts

DISEÑO SECCIÓN BYPASS

PLANTILLA (b_bypass) mts

TIPO DE MATERIAL

RUGOSIDAD DE MANNING (n)

UBICACIÓN DEL BYPASS

DERECHA DEL DESARENADOR

IZQUIERDA DEL DESARENADOR

DIMENSIONAMIENTO

Diagram showing a cross-section of a desander with a total length of 5.44 mts, a transition angle of 20 grados, and a sedimentation zone of 3.62 mts. The inlet width is 2.2 mts.

DATOS DE LOS ELEMENTOS DEL DESARENADOR

PROFUNDIDAD ALMACENAMIENTO DE LODOS

PROFUNDIDAD MÁXIMA	0.54	mts
PROFUNDIDAD MÍNIMA	0.27	mts
ANCHO CANAL DE LODOS	0.4	mts

DATOS PANTALLA DEFLECTORA

ORIFICIOS CIRCULARES

ORIFICIOS CUADRADOS x Cms

Buttons: ATRAS, SIGUIENTE

Figura 19. Módulo dimensionamiento del desarenador

- **Submódulo parámetros de sedimentación:** En este submódulo aparecen los resultados hidráulicos de dichos parámetros en el siguiente orden: Velocidad de Sedimentación en cm/s, Tiempo de sedimentación en segundos, Volumen del Tanque de Sedimentación en m³, Área Superficial del Tanque en m², Ancho del Tanque Sedimentador en m y la Longitud del Tanque sedimentador en m.
- **Submódulo zona de transición:** En este submódulo aparece los resultados del ángulo de transición en grados y el tirante en la transición en metros.

- **Submódulo diseño del bypass:** En este submódulo se ingresan los datos para el cálculo del bypass, como lo son: Plantilla del Bypass en metros y la Rugosidad de Manning. Igualmente presenta dos (2) opciones para la ubicación del bypass (derecha ó izquierda del tanque sedimentador). DIDE 1.0 calcula el bypass en sección cuadrada o rectangular por efectos de costo y para aprovechar la pared del tanque sedimentador.
- **Submódulo gráfico “dimensionamiento”:** En este submódulo aparece un esquema en planta, con acotaciones sin escala de algunas partes del desarenador.
- **Submódulo elementos del desarenador:** En este submódulo se dividió en dos partes:
 - ✓ Profundidad almacenamiento de Lodos: En esta parte existe una casilla de resultado y dos de datos. En la primera aparece la profundidad máxima de lodos en metros y en las siguientes la profundidad mínima de lodos en metros y el ancho del canal de lodos en metros. La profundidad mínima se modifica teniendo en cuenta el ítem NOTA 2.
 - ✓ Datos de la pantalla deflectora: En esta parte existen dos (2) opciones de tipos de orificios; cuadrados y circulares. Cada uno de estos contiene una lista de las dimensiones más utilizadas para los orificios de la pantalla. Sin embargo, el usuario puede digitar los valores que desee teniendo en cuenta las formas de los orificios.

NOTA 1: En el caso de que el módulo general Dimensionamiento Del Desarenador aparezca un mensaje como en la figura 20, procedemos a dar click en el botón <<ATRÁS>> y en módulo DISEÑO Y EVALUACIÓN DE DESARENADORES, submódulo tipo de transición (Figuras 15 y 16) se aumentará ó disminuirá la longitud de transición, hasta que el mensaje desaparezca y el módulo se visualice como la figura 20 con un **OK** enfrente del resultado del ángulo de transición. (El ángulo debe de estar entre 14° y 20°. Entre mayor sea el ángulo de transición menor será la longitud de la misma y en consecuencia se reducirán costos, a la hora de construirlo)

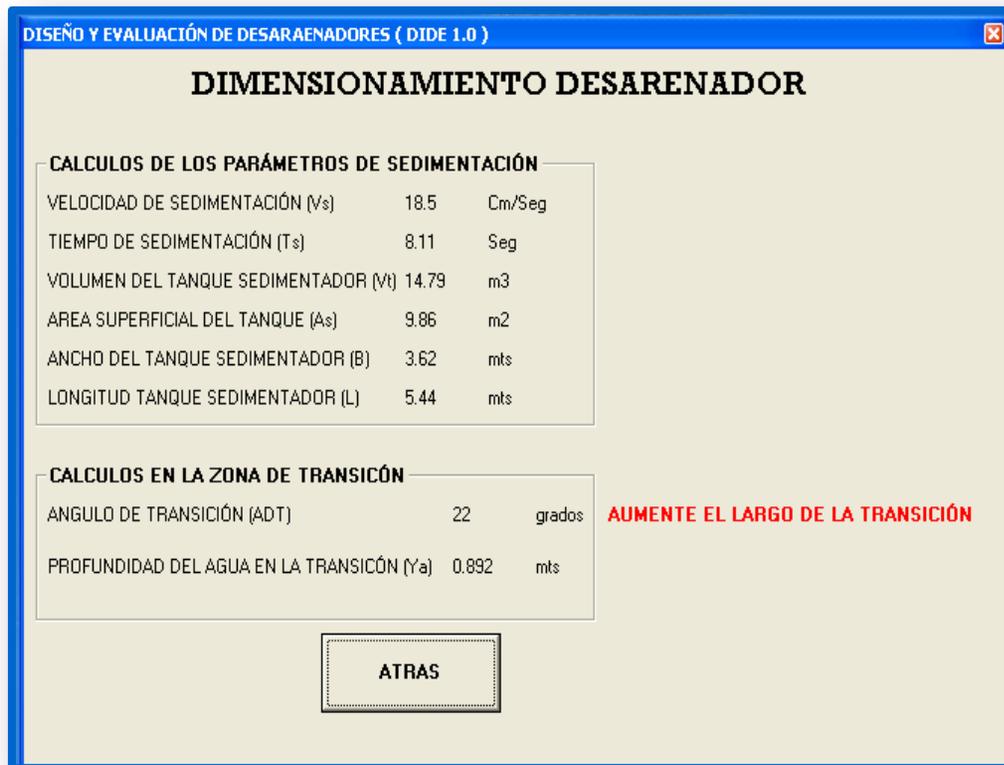


Figura 20. Caso especial módulo dimensionamiento del desarenador

Luego de haber analizado los resultados e ingresado los datos restantes, se da click en el botón <<SIGUIENTE>> para visualizar el nuevo módulo y continuar con los cálculos.

4.1.1.1.4. Módulo dimensionamiento del desarenador

- Módulo dimensionamiento de las partes del desarenador:** Este módulo aparece luego de realizar el análisis y completar el ingreso correcto de los datos en el módulo anterior. En este, aparecen los últimos resultados del diseño (Figura 21). Como en los módulos anteriores éste se encuentra distribuido en submódulos de la siguiente manera:

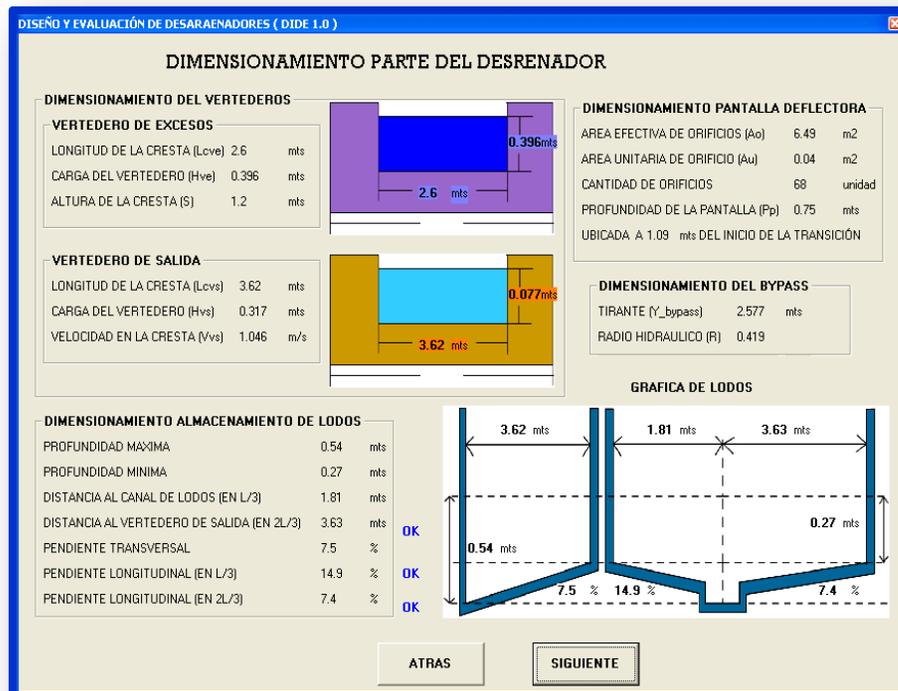


Figura 21. Módulo dimensionamiento de las partes del desarenador

- ✓ **Submódulo dimensionamiento de vertederos:** Este submódulo está dividido en dos partes:
- ✓ **Vertedero De Excesos:** En esta parte se encuentran las dimensiones del vertedero de excesos; Longitud de la Cresta en metros, La Carga sobre el Vertedero en metros y la altura de la Cresta en metros.
- ✓ **Vertedero De Salida:** En esta parte se encuentra las dimensiones del Vertedero de Salida; Longitud de la Cresta en metros, La Carga sobre el Vertedero en metros y la Velocidad del Agua en la Cresta en m/s.

Cada una de las partes del submódulo presenta un esquema en perfil de las partes y acotaciones reales de los vertederos. (Los esquemas están sin escala)

- **Submódulo dimensionamiento almacenamiento de lodos:** En este submódulo se encuentran los resultados finales de la zona de lodos, en su orden: profundidad máxima y mínima de lodos en metros, Distancia al Canal de Lodos y al Vertedero de Salida en metros, la Pendiente Transversal en porcentaje y las Pendientes Longitudinales de la zona de lodos.

- **submódulo dimensionamiento pantalla deflectora:** En este submódulo se encuentran los resultados del diseño de la pantalla deflectora, entre los cuales tenemos: Área Efectiva de Orificios en m^2 , Área Unitaria de Orificios en m^2 , Cantidad de Orificios, profundidad de la pantalla en metros y la ubicación de la misma.
- **Submódulo dimensionamiento del bypass:** En este submódulo se encuentra el tirante en canal bypass y su radio hidráulico.
- **Submódulo gráfico zona de lodos:** En este submódulo aparece un esquema de perfil, con acotaciones sin escala de algunas partes de la zona de lodos.

NOTA 2: En el caso de que el módulo general Dimensionamiento De Las Partes Del Desarenador aparezca un mensaje como en la Figura 22, procedemos a dar click en el botón <<ATRÁS>> y en módulo Dimensionamiento Del Desarenador, submódulo Elementos del Desarenador (Figura 23) se aumenta o disminuye la profundidad mínima teniendo en cuenta el mensaje que aparezca en el módulo, hasta que en frente de los valores de las pendientes aparezca el mensaje **OK** como en la figura 21. (Las pendientes deben oscilar entre 5% y 15% para facilitar que rueden las partículas hacia el canal de lodos; como también, al mantenimiento del desarenador por parte de los operarios.)

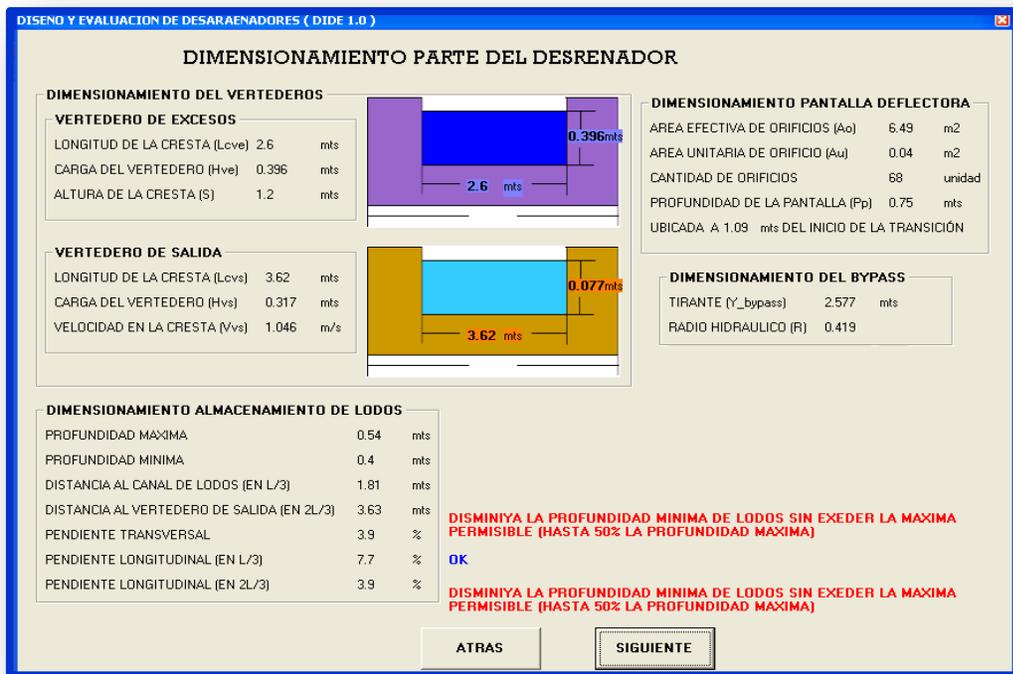


Figura 22. Caso especial dimensionamiento de las partes del desarenador

DATOS DE LOS ELEMENTOS DEL DESARENADOR

PROFUNDIDAD ALMACENAMIENTO DE LODOS

PROFUNDIDAD MÁXIMA 0.54 mts

PROFUNDIDAD MÍNIMA mts

ANCHO CANAL DE LODOS mts

DATOS PANTALLA DEFLECTORA

ORIFICIOS CIRCULARES

ORIFICIOS CUADRADOS x Cms

Figura 23. Submódulo elementos del desarenador (Parte Profundidad Almacenamiento De Lodos)

4.1.1.1.5. *Módulo resultados finales:* Este módulo aparece luego de realizar el análisis y completar el ingreso correcto de los datos en el módulo anterior. En este, aparecen los resultados finales del diseño (Figura 24). Como en los módulos anteriores éste se encuentra distribuido en submódulos de la siguiente manera:

DISEÑO Y EVALUACIÓN DE DESARENADORES (DIDE 1.0)

Archivo Ayuda

RESULTADOS FINALES

<div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> <h4 style="text-align: center; color: blue; font-size: small;">DATOS DE ENTRADA</h4> <table border="0" style="width: 100%; font-size: x-small;"> <tr><td>CAUDAL A DESRENAR (Q)</td><td style="text-align: right;">1.2</td><td style="text-align: right;">m³/seg</td></tr> <tr><td>VELOCIDAD DEL AGUA EN EL CANAL (V)</td><td style="text-align: right;">0.97</td><td style="text-align: right;">m/s</td></tr> <tr><td>TEMPERATURA DEL AGUA (T)</td><td style="text-align: right;">18</td><td style="text-align: right;">°C</td></tr> <tr><td>DIAMETRO DE PARTICULAS A SEDIMENTAR (d)</td><td style="text-align: right;">0.5</td><td style="text-align: right;">mm</td></tr> </table> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> <h4 style="text-align: center; color: blue; font-size: small;">DATOS DE LA TRANSICION</h4> <table border="0" style="width: 100%; font-size: x-small;"> <tr><td>TIPO DE TRANSICION</td><td colspan="2">Transición Trapezoidal-Rectangular</td></tr> <tr><td>PLANTILLA MAYOR b</td><td style="text-align: right;">1</td><td style="text-align: right;">mts</td></tr> <tr><td>PLANTILLA MENOR b</td><td style="text-align: right;">2</td><td style="text-align: right;">mts</td></tr> <tr><td>TIRANTE ANTES DE LA TRANSICION (y')</td><td style="text-align: right;">1.2</td><td style="text-align: right;">mts</td></tr> <tr><td>TIRANTE DESPUES DE LA TRANSICION (y'')</td><td style="text-align: right;">0.892</td><td style="text-align: right;">mts</td></tr> <tr><td>LONGITUD DE LA TRANSICION (Ldt)</td><td style="text-align: right;">2.2</td><td style="text-align: right;">mts</td></tr> </table> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> <h4 style="text-align: center; color: blue; font-size: small;">DIMENSIONES TANQUE SEDIMENTADOR</h4> <table border="0" style="width: 100%; font-size: x-small;"> <tr><td>AREA SUPERFICIAL DEL TANQUE (As)</td><td style="text-align: right;">9.86</td><td style="text-align: right;">m²</td></tr> <tr><td>LONGITUD DEL TANQUE (L)</td><td style="text-align: right;">5.44</td><td style="text-align: right;">mts</td></tr> <tr><td>ANCHO DEL TANQUE (B)</td><td style="text-align: right;">3.62</td><td style="text-align: right;">mts</td></tr> <tr><td>ALTURA DEL TANQUE (H)</td><td style="text-align: right;">1.5</td><td style="text-align: right;">mts</td></tr> </table> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px;"> <h4 style="text-align: center; color: blue; font-size: small;">CANAL DE LODOS Y PANTALLA SOLIDOS FLOTANTES</h4> <table border="0" style="width: 100%; font-size: x-small;"> <tr><td>ANCHO DEL CANAL DE LODOS (bl)</td><td style="text-align: right;">0.2</td><td style="text-align: right;">mts</td></tr> <tr><td>ALTURA DEL CANAL DE LODOS (Hl)</td><td style="text-align: right;">0.76</td><td style="text-align: right;">mts</td></tr> <tr><td>PROFUNDIDAD PANTALLA FLOTANTE (Ppf)</td><td style="text-align: right;">0.65</td><td style="text-align: right;">mts</td></tr> <tr><td>DISTANCIA AL VERTEDERO DE SALIDA</td><td style="text-align: right;">1.2</td><td style="text-align: right;">mts</td></tr> </table> </div>	CAUDAL A DESRENAR (Q)	1.2	m ³ /seg	VELOCIDAD DEL AGUA EN EL CANAL (V)	0.97	m/s	TEMPERATURA DEL AGUA (T)	18	°C	DIAMETRO DE PARTICULAS A SEDIMENTAR (d)	0.5	mm	TIPO DE TRANSICION	Transición Trapezoidal-Rectangular		PLANTILLA MAYOR b	1	mts	PLANTILLA MENOR b	2	mts	TIRANTE ANTES DE LA TRANSICION (y')	1.2	mts	TIRANTE DESPUES DE LA TRANSICION (y'')	0.892	mts	LONGITUD DE LA TRANSICION (Ldt)	2.2	mts	AREA SUPERFICIAL DEL TANQUE (As)	9.86	m ²	LONGITUD DEL TANQUE (L)	5.44	mts	ANCHO DEL TANQUE (B)	3.62	mts	ALTURA DEL TANQUE (H)	1.5	mts	ANCHO DEL CANAL DE LODOS (bl)	0.2	mts	ALTURA DEL CANAL DE LODOS (Hl)	0.76	mts	PROFUNDIDAD PANTALLA FLOTANTE (Ppf)	0.65	mts	DISTANCIA AL VERTEDERO DE SALIDA	1.2	mts	<div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> <h4 style="text-align: center; color: blue; font-size: small;">DIMENSIONES ALMACENAMIENTO DE LODOS</h4> <table border="0" style="width: 100%; font-size: x-small;"> <tr><td>PROFUNDIDAD MÁXIMA</td><td style="text-align: right;">0.54</td><td style="text-align: right;">mts</td></tr> <tr><td>PROFUNDIDAD MINIMA</td><td style="text-align: right;">0.27</td><td style="text-align: right;">mts</td></tr> <tr><td>PENDIENTE TRANSVERSAL</td><td style="text-align: right;">7.5</td><td style="text-align: right;">%</td></tr> <tr><td>PENDIENTES LONGITUDINALES EN L/3</td><td style="text-align: right;">14.9</td><td style="text-align: right;">%</td></tr> <tr><td>EN 2L/3</td><td style="text-align: right;">7.4</td><td style="text-align: right;">%</td></tr> </table> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> <h4 style="text-align: center; color: blue; font-size: small;">DIMENSIONES VERTEDEROS</h4> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> <h5 style="text-align: center; font-size: x-small; color: gray;">-VERTEDERO DE EXCESOS-</h5> <table border="0" style="width: 100%; font-size: x-small;"> <tr><td>LONGITUD DE LA CRESTA (Lvde)</td><td style="text-align: right;">2.6</td><td style="text-align: right;">mts</td></tr> <tr><td>CARGA DEL VERTEDERO (Hve)</td><td style="text-align: right;">0.396</td><td style="text-align: right;">mts</td></tr> </table> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px;"> <h5 style="text-align: center; font-size: x-small; color: gray;">-VERTEDERO DE SALIDA-</h5> <table border="0" style="width: 100%; font-size: x-small;"> <tr><td>LONGITUD DE LA CRESTA (Lvse)</td><td style="text-align: right;">3.62</td><td style="text-align: right;">mts</td></tr> <tr><td>CARGA DEL VERTEDERO (Hvs)</td><td style="text-align: right;">0.077</td><td style="text-align: right;">mts</td></tr> </table> </div> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> <h4 style="text-align: center; color: blue; font-size: small;">DIMENSIONES PANTALLA DEFLECTORA</h4> <table border="0" style="width: 100%; font-size: x-small;"> <tr><td>PROFUNDIDAD DE LA PANTALLA (Pp)</td><td style="text-align: right;">0.75</td><td style="text-align: right;">mts</td></tr> <tr><td>NUMERO DE ORIFICIOS</td><td style="text-align: right;">68</td><td style="text-align: right;">Orificios</td></tr> </table> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px;"> <h4 style="text-align: center; color: blue; font-size: small;">DIMENSIONES BYPASS</h4> <table border="0" style="width: 100%; font-size: x-small;"> <tr><td>ANCHO (b)</td><td style="text-align: right;">1</td><td style="text-align: right;">mts</td><td>TIRANTE (y_bypass)</td><td style="text-align: right;">2.577</td><td style="text-align: right;">mts</td></tr> <tr><td>ALTO (H)</td><td style="text-align: right;">3.44</td><td style="text-align: right;">mts</td><td>BORDE LIBRE (BL)</td><td style="text-align: right;">0.9</td><td style="text-align: right;">mts</td></tr> </table> </div> <p style="font-size: x-small; color: red; margin-top: 5px;">NOTA Antes de dibujar recuerde abrir el AUTO CAD 2004 - [Drawing1.dwg]</p> <p style="text-align: center; font-size: small; margin-top: 5px;"> <input type="button" value="ATRAS"/> <input type="button" value="GUARDAR"/> <input type="button" value="←-DIBUJO-→"/> <input type="button" value="SALIR"/> </p>	PROFUNDIDAD MÁXIMA	0.54	mts	PROFUNDIDAD MINIMA	0.27	mts	PENDIENTE TRANSVERSAL	7.5	%	PENDIENTES LONGITUDINALES EN L/3	14.9	%	EN 2L/3	7.4	%	LONGITUD DE LA CRESTA (Lvde)	2.6	mts	CARGA DEL VERTEDERO (Hve)	0.396	mts	LONGITUD DE LA CRESTA (Lvse)	3.62	mts	CARGA DEL VERTEDERO (Hvs)	0.077	mts	PROFUNDIDAD DE LA PANTALLA (Pp)	0.75	mts	NUMERO DE ORIFICIOS	68	Orificios	ANCHO (b)	1	mts	TIRANTE (y_bypass)	2.577	mts	ALTO (H)	3.44	mts	BORDE LIBRE (BL)	0.9	mts
CAUDAL A DESRENAR (Q)	1.2	m ³ /seg																																																																																																		
VELOCIDAD DEL AGUA EN EL CANAL (V)	0.97	m/s																																																																																																		
TEMPERATURA DEL AGUA (T)	18	°C																																																																																																		
DIAMETRO DE PARTICULAS A SEDIMENTAR (d)	0.5	mm																																																																																																		
TIPO DE TRANSICION	Transición Trapezoidal-Rectangular																																																																																																			
PLANTILLA MAYOR b	1	mts																																																																																																		
PLANTILLA MENOR b	2	mts																																																																																																		
TIRANTE ANTES DE LA TRANSICION (y')	1.2	mts																																																																																																		
TIRANTE DESPUES DE LA TRANSICION (y'')	0.892	mts																																																																																																		
LONGITUD DE LA TRANSICION (Ldt)	2.2	mts																																																																																																		
AREA SUPERFICIAL DEL TANQUE (As)	9.86	m ²																																																																																																		
LONGITUD DEL TANQUE (L)	5.44	mts																																																																																																		
ANCHO DEL TANQUE (B)	3.62	mts																																																																																																		
ALTURA DEL TANQUE (H)	1.5	mts																																																																																																		
ANCHO DEL CANAL DE LODOS (bl)	0.2	mts																																																																																																		
ALTURA DEL CANAL DE LODOS (Hl)	0.76	mts																																																																																																		
PROFUNDIDAD PANTALLA FLOTANTE (Ppf)	0.65	mts																																																																																																		
DISTANCIA AL VERTEDERO DE SALIDA	1.2	mts																																																																																																		
PROFUNDIDAD MÁXIMA	0.54	mts																																																																																																		
PROFUNDIDAD MINIMA	0.27	mts																																																																																																		
PENDIENTE TRANSVERSAL	7.5	%																																																																																																		
PENDIENTES LONGITUDINALES EN L/3	14.9	%																																																																																																		
EN 2L/3	7.4	%																																																																																																		
LONGITUD DE LA CRESTA (Lvde)	2.6	mts																																																																																																		
CARGA DEL VERTEDERO (Hve)	0.396	mts																																																																																																		
LONGITUD DE LA CRESTA (Lvse)	3.62	mts																																																																																																		
CARGA DEL VERTEDERO (Hvs)	0.077	mts																																																																																																		
PROFUNDIDAD DE LA PANTALLA (Pp)	0.75	mts																																																																																																		
NUMERO DE ORIFICIOS	68	Orificios																																																																																																		
ANCHO (b)	1	mts	TIRANTE (y_bypass)	2.577	mts																																																																																															
ALTO (H)	3.44	mts	BORDE LIBRE (BL)	0.9	mts																																																																																															

Figura 24. Módulo resultados finales

- **Submódulo datos de entrada:** En este submódulo se encuentra un pequeño resumen de los datos iniciales que se ingresaron en los primeros submódulos de datos; entre estos tenemos: Caudal a Desarenar en m^3/s (este caudal a sufrido un proceso de ajuste, como factor de seguridad. Se ha incrementados un 20 % al realizar los cálculos), Velocidad del Agua en el Canal en m/s , Temperatura del Agua en grados Celsius ($^{\circ}C$) y Diámetros de Partículas a Sedimentar en milímetros.
- **Submódulo datos de la transición:** En este submódulo se encuentra un resumen de datos “asumidos” y otros calculados de la zona de transición; entre los cuales tenemos: Tipo de Transición, Plantilla mayor y menor del canal en metros (en caso de que la sección sea trapezoidal; si la sección es cuadrada, solo aparecerá el resultado de la plantilla), Tirante antes y después de la transición en metros y la Longitud de la misma en metros
- **Submódulo dimensiones tanque sedimentador:** En este submódulo aparecen los resultados del tanque sedimentador, que en su orden son: Área Superficial del Tanque en m^2 , Longitud, Ancho y Altura de Tanque Sedimentador en metros.
- **Submódulo canal de lodos y pantalla de sólidos flotantes:** En este submódulo se encuentran los resultados finales del Canal de lodos y la pantalla de sólidos en su orden: Ancho y Altura del canal en metros y la profundidad y ubicación de la pantalla.

En caso de que el usuario desee redimensionar el canal de lodos debe remitirse al módulo Dimensionamiento del Desarenador, submódulo Datos de los Elementos del Desarenador (Figura 23) y cambiar el Ancho del Canal.

- **Submódulo dimensiones almacenamiento de lodos:** Este submódulo agrupa los resultados de las dimensiones de la zona de lodos, que se componen de los siguientes datos: Profundidad Máxima y Mínima en metros y las pendientes longitudinales y transversal en porcentaje, de la zona de lodos.
- **Submódulo dimensiones vertederos:** Este submódulo comprende los resultados de las dimensiones del vertedero de excesos y de salida del desarenador, como lo son: la Carga y Longitud en metros de cada uno de ellos.
- **Submódulo dimensiones pantalla deflectora:** Como su nombre lo indica, este submódulo muestra los resultados de la profundidad y la cantidad de orificios de la pantalla.

- **Submódulo dimensiones del bypass:** En este submódulo se visualizan los resultados finales del Ancho, Alto, Tirante y Borde libre del Bypass. En caso de que el usuario desee cambiar alguna de estas medidas debe remitirse al módulo DIMENSIONAMIENTO DEL DESARENADOR, submódulo DIMENSIONAMIENTO DEL BYPASS (Figura 19) y cambiar la plantilla.

Realizados todos los chequeos del diseño se procede a guardar los resultados de este, utilizando los botones que se encuentran en la parte inferior derecha del módulo RESULTADOS FINALES (Figura 25).



Figura 25. Botones módulo resultados finales

El primer botón de izquierda a derecha, el botón <<ATRÁS>> se utiliza para regresar al formulario anterior en cada uno de los módulos, si necesitas realizar algún cambio en un submódulo.

El segundo botón <<GUARDAR>> como su nombre lo indica, sirve para guardar los resultados del diseño en cualquier parte de su computador (Figura 26); el formato en que se guarda es RTF; el cual, puede ser abierto en cualquier equipo.

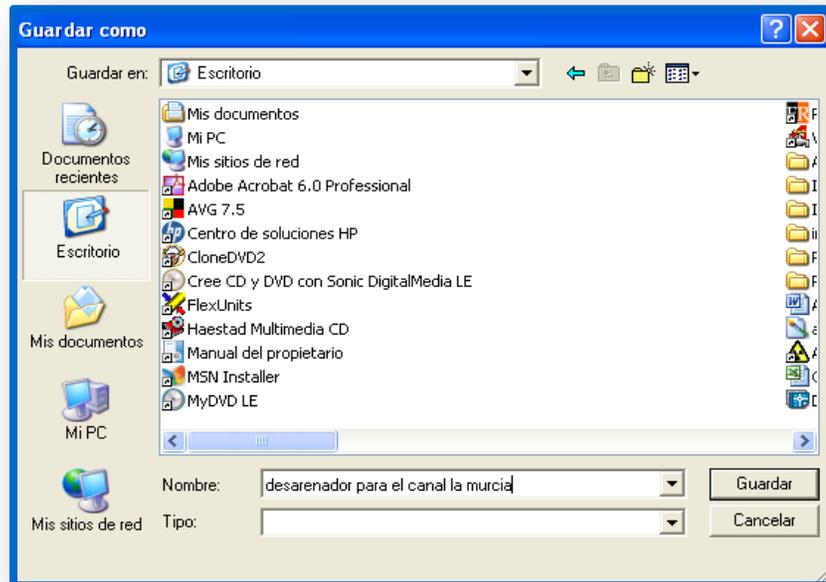


Figura 26. Ventana guardar resultados

El tercer botón <<DIBUJO>> proporciona al diseñador un plano (Figuras 27,28 y 29) en AUTOCAD 2004 de la planta y el perfil del desarenador, con nombres y acotaciones en centímetros de las partes que lo conforman.

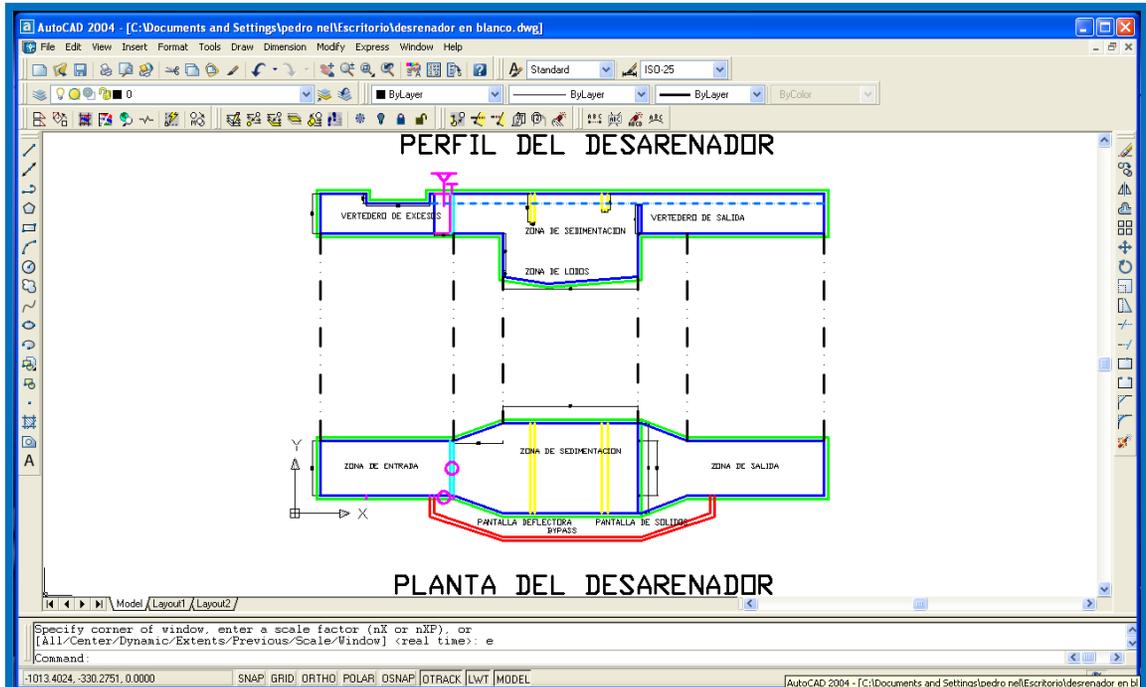


Figura 27. Ventana dibujo general del desarenador

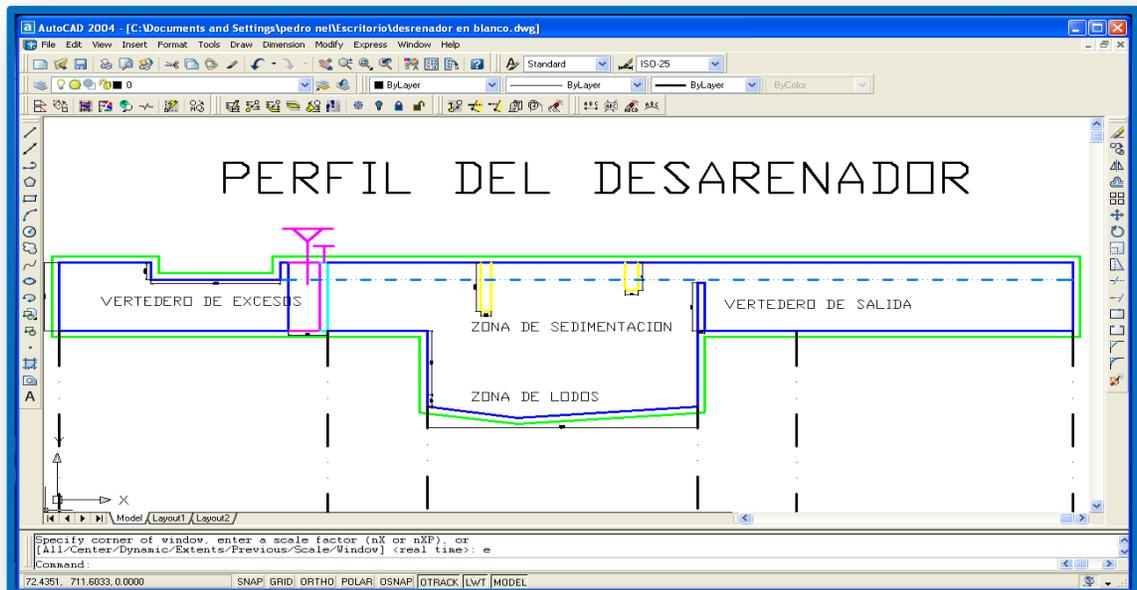


Figura 28. Ventana dibujo perfil del desarenador

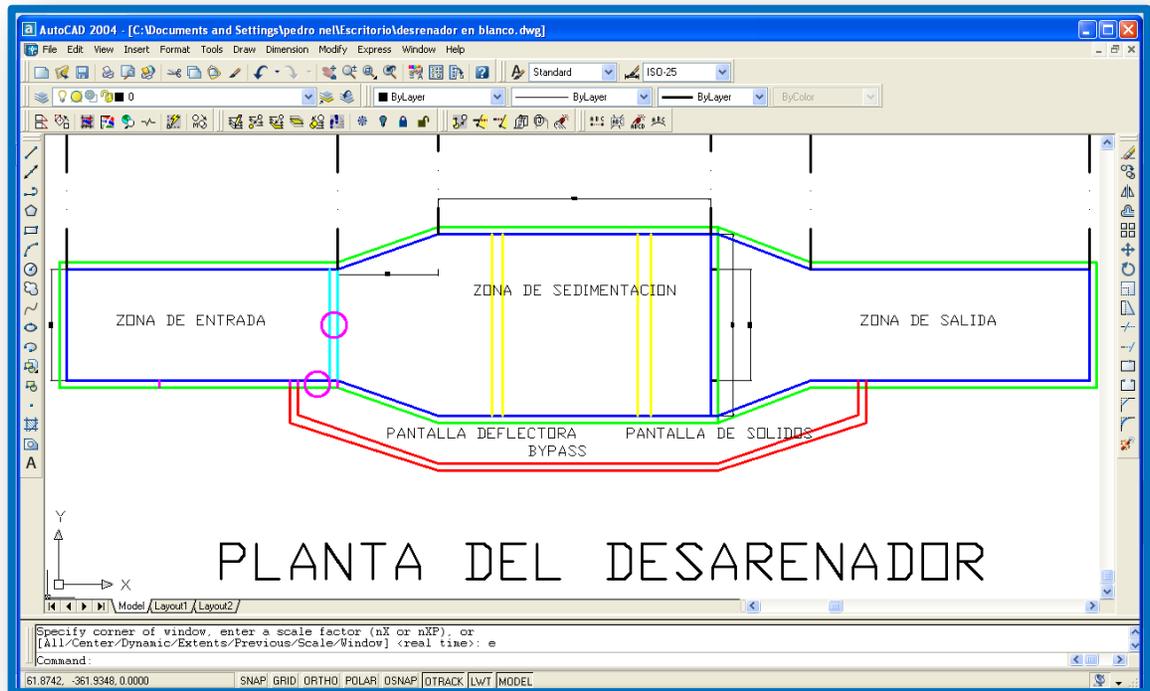


Figura 29. Ventana dibujo planta del desarenador

Previamente, como lo indica el mensaje en la parte superior de los botones (Figura 30) el usuario debe ejecutar el AUTOCAD 2004 – [Drawing1.dwg] (Figura 31) y luego sí, dar click en el botón <<DIBUJO>> para visualizar el plano.

El último botón <<SALIR>> se utiliza para finalizar DIDE 1.0 y salir de la aplicación.

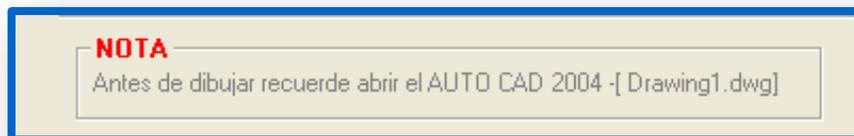


Figura 30. Mensaje para visualizar dibujo



Figura 31. Ventana autocad 2004

A diferencia de los demás módulos, este posee unos menús en la parte superior izquierda con los que se pueden ejecutar diferentes funciones.

El menú ARCHIVO (Figura 32) está compuesto por los siguientes submenús:

- Guardar: guarda los proyectos creado por DIDE 1.0, de igual manera que lo hace el botón <<GUARDAR>> del mismo módulo.
- Salir: Termina la ejecución de DIDE 1.0, de igual manera que lo hace el botón <<SALIR>> del mismo módulo.



Figura 32. Menu archivo

El menú AYUDA (Figura 33) está compuesto por los siguientes submenús:

- Manual del Usuario: Ejecutará el archivo de ayuda de DIDE 1.0 donde encontrará información referente al manejo del programa.



Figura 33. Menu ayuda

- Generalidades: Ejecuta el módulo Acerca de DIDE 1.0 (Figura 34).



Figura 34. Módulo acerca de dide

Finalmente, existen una serie de ventanas que se visualizan a través de DIDE 1.0, cuando ocurre algún tipo de error, ya sea en el ingreso de datos ó en alguna advertencia sobre el diseño (Figuras 35 y 36).



Figura 35. Ventana ingreso incompleto de datos

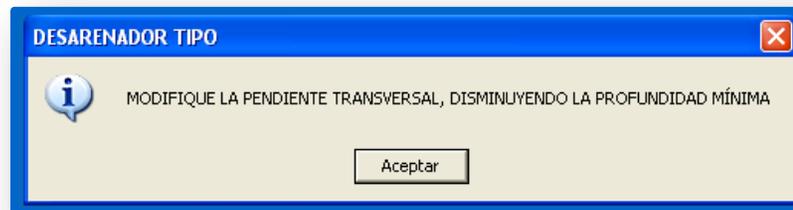


Figura 36. Ventana advertencia sobre el diseño

4.1.2. Toma predial

4.1.2.1. Manual de usuario (DIETP Versión 1.0)

Que es **DIETP 1.0 (Diseño Y Evaluación De Toma Prediales Tipo)**

Es un Programa de ordenador que permite realizar diseños y evaluaciones de toma prediales tipo. DIETP 1.0 es una herramienta de ingeniería diseñada para el cálculo y/o evaluación de Toma Predial tipo, que contribuye a que se aceleren los procesos matemáticos e hidráulicos de tal obra; con lo cual, se espera responder de manera oportuna y precisa a una necesidad planteada; además, proporciona al diseñador un plano a escala real en AUTOCAD 2004 con sus respectivas acotaciones y nombres de las partes que lo conforman; como también, unas memorias de cálculos en formato RTF con los resultados finales del diseño y/o evaluación.

DIETP 1.0 ha sido desarrollado por Pedro Nel Martínez Romero Candidato a Ing. Agrícola como requisito de graduación, en el marco del convenio 238 firmado entre la Corporación Autónoma Regional Del Alto Magdalena CAM y La Universidad Surcolombiana “REVISION DE LA REGLAMENTACION E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA LOCAL DE ADMINISTRACION DEL RECURSO HIDRICO SILARH, FASE UNO DE LA CORRIENTE RIO NEIVA, MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE, DEPARTAMENTO DEL HUILA”

4.1.2.1.1. *Módulos de presentación:* Luego de tener instalado en su computador DIETP 1.0 (Diseño y Evaluación De Toma Prediales Tipo) proceda a ejecutarlo dando click en el ícono del mismo. Seguidamente aparecerá el primer módulo general del software (Figura 37) el cual contiene especificaciones generales del programa (Este módulo durará a la vista tan solo unos segundos).



Figura 37. Módulo de presentación primario (dietsp 1.0)

Luego de que este módulo desaparezca, se visualizará el segundo módulo, el cual, además de contener información general del proyecto, contiene un botón en la parte inferior derecha (<< DISEÑO>>) con el cual se iniciará el proceso de diseño (Figura 38).



Figura 38. Módulo de presentación secundario (DIETP 1.0)

4.1.2.1.2. *Módulo de configuración regional dietp 1.0:* Este módulo aparece luego de dar click en el botón <<DISEÑO>> del módulo anterior (Figura 39). Este submódulo requiere de mucha atención por parte del diseñador, ya que, si se omite la configuración, los resultados pueden verse afectados si comete algún error al ingresar los datos con un separador decimal diferente al punto (.). El módulo está conformado por un ícono y tres botones, que cumplen las siguientes funciones:

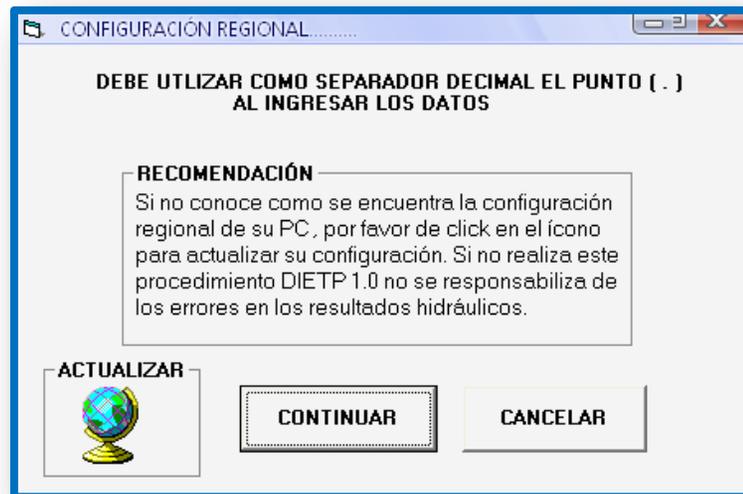


Figura 39. Módulo de configuración regional dietp 1.0

- Icono Actualizar: Al dar click sobre el ícono, actualizará la configuración de DIETP 1.0, para iniciar con el diseño.
- Botón No Actualizar: Se utiliza en caso que el usuario conozca la configuración regional de su equipo.
- Botón Continuar: Aparece luego de dar click sobre el ícono de actualizar la configuración regional. Con este, se visualizará el módulo siguiente para iniciar con el diseño.
- Botón cancelar: se utiliza para finalizar DIETP 1.0 y salir de la aplicación.

4.1.2.1.3. Módulo diseño de toma predial para canal de riego (DIETP 1.0): Luego de dar click en el botón <<DISEÑO>> aparecerá un módulo el cual, agrupa la información suficiente para iniciar con el diseño (Figura 40). Contiene diferentes submódulos distribuidos de la siguiente manera:

Figura 40. Módulo diseño de toma predial para canal de riego (DIETP 1.0)

- **Submódulo condiciones de entrada:** En este submódulo se ingresarán los datos reales de las condiciones de campo, como lo son: Caudal en el Canal en m^3/s , la Velocidad del Agua en el Canal en m/s , Ancho del Canal en metros, Caudal a Derivar, Tirante en el punto de toma en metros, Longitud del ducto en metros (que es la longitud del terraplén) y la profundidad del ducto en metros (esta se toma a partir del tirante en el punto).
- **Submódulo transición de salida:** En este submódulo se encuentran dos opciones de transición de salida; salida en concreto y salida sin concreto. Cada una de ellas tiene un límite máximo permisible de velocidad sobre el ducto; en el caso de la primera opción, la velocidad no debe exceder 1.52 m/s y en la segunda opción, no debe exceder 1.10 m/s .
- **Submódulo parámetros para el diseño:** Este submódulo se encuentra dividido en tres partes:
 - ✓ **Diámetro de la tubería:** En esta parte se encuentra una lista desplegable de los diámetros comerciales de las diferentes tuberías.
 - ✓ **Coefficiente de manning:** En esta parte se encuentra una lista de los coeficientes de Manning para los diferentes materiales utilizados en esta obra (PVC, Metal Corrugado, Concreto Monolítico y asbestocemento). Sin embargo; el usuario puede ingresar el valor que desee, si no se encuentra entre la lista.

- ✓ **Coefficiente de entrada:** En esta parte se encuentra una lista de coeficientes para los diferentes tipos de entrada (Sobresaliente en el Interior, De Borde Vivo ó Agudo, Borde Ligeramente Redondeado y En Campana). Igualmente que el anterior ítem, el usuario puede ingresar el valor que desee.
- ✓ En la parte baja del módulo se encuentran tres botones (Figura 41), los cuales ejecutan la siguiente funciones: de izquierda a derecha, el primer botón <<SALIR>> termina la ejecución de DIETP 1.0; el segundo, <<ATRÁS>> regresa al formulario anterior y finalmente, el botón <<SIGUIENTE>> visualiza el siguiente módulo, donde se encuentran los resultados del diseño.



Figura 41. Botones módulo diseño de toma predial para canal de riego (DIETP 1.0)

Completado el ingreso total de los datos se da click en el botón <<SIGUIENTE>> para visualizar el siguiente módulo general y empezar con el diseño como tal.

4.1.2.1.4. *Módulo cálculo hidráulico de la toma predial (DIETP 1.0):* Este módulo aparece luego de completar el ingreso correcto de los datos en el módulo anterior (Figura 42). En este, aparecen los resultados finales del diseño, distribuidos en submódulos así:



Figura 42. Módulo cálculo hidráulico de la toma predial (DIETP 1.0)

- **Submódulo velocidad en el ducto:** En este submódulo se encuentran los resultados de: Caudal a Derivar en m^3/s , Área y Velocidad sobre el ducto en m^2 y m/s respectivamente, y la Velocidad Máxima permisible según el tipo de transición escogido en m/s .
- **Submódulo pérdidas de carga:** En este submódulo se visualizan los resultados de las pérdidas en diferentes partes de la obra, entre las cuales tenemos: Carga de Velocidad en metros, Área hidráulica en m^2 , Perímetro mojado adimensional, Radio Hidráulico en metros, Pendiente de Fricción, metro a metro, Pérdidas de Fricción en el Ducto en metros, Pérdidas por Entrada en metros, Pérdidas por Salida en metros y Pérdidas Totales en metros.
- **Submódulo cálculos de la estructura:** En este submódulo se dimensionan las partes restantes de la estructura, como lo son: Profundidad del Ducto en metros, Ahogamiento en metros, Altura y Carga sobre la levantadora de nivel en metros y la Distancia con respecto al Ducto de la Levantadora de Nivel en metros.
- **Submódulo ubicación de la toma predial:** En este submódulo se encuentran dos opciones de ubicación, dependiendo de la zona que se desea beneficiar con riego; derecha o izquierda aguas abajo.

Realizados todos los chequeos del diseño se procede a guardar los resultados de este, utilizando los botones que se encuentran en la parte inferior derecha del módulo CÁLCULOS HIDRÁULICOS TOMA PREDIAL (Figura 43).

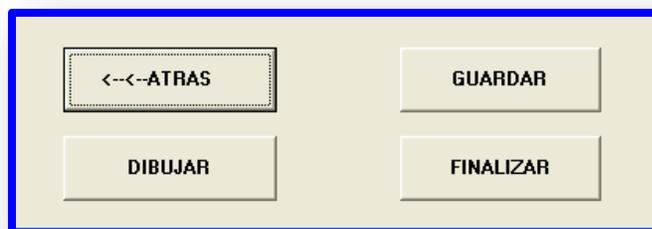


Figura 43. Botones módulo cálculos hidráulicos toma predial

El primer botón de izquierda a derecha, el botón <<ATRÁS>> se utiliza para regresar al formulario anterior, si necesitas realizar algún cambio en un submódulo.

El segundo botón <<GUARDAR>> como su nombre lo indica, sirve para guardar los resultados del diseño en cualquier parte de su computador (Figura 44); el formato en que se guarda es RTF; el cual, puede ser abierto en cualquier PC.

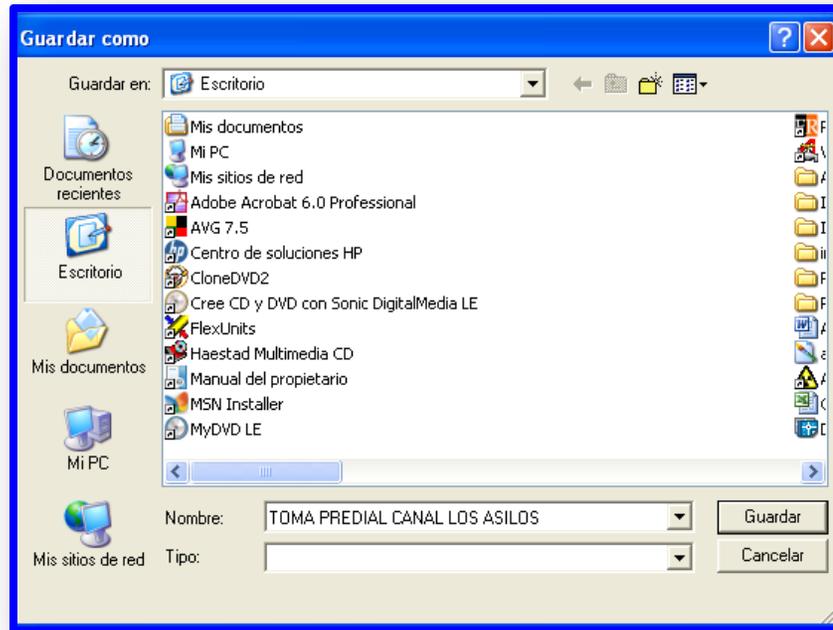


Figura 44. Ventana guardar resultados

El tercer botón <<DIBUJO>> proporciona al diseñador un plano (Figuras 45,46 y 47) en AUTOCAD 2004 de la planta y el perfil de la toma predial, con nombres y acotaciones en centímetros de las partes que lo conforman.

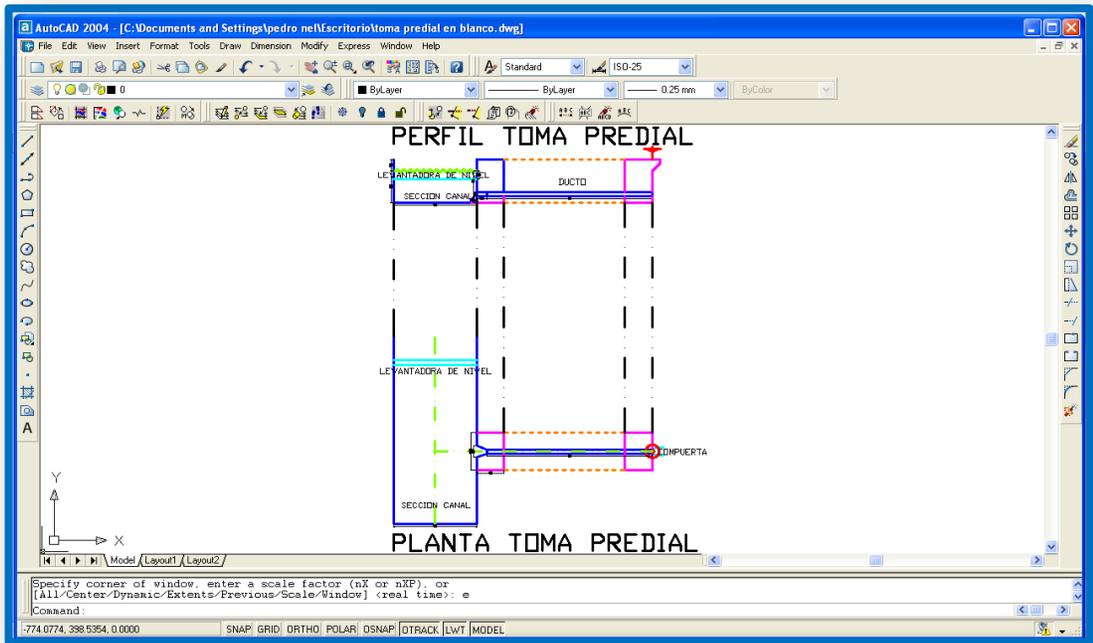


Figura 45. Ventana dibujo general de la toma predial

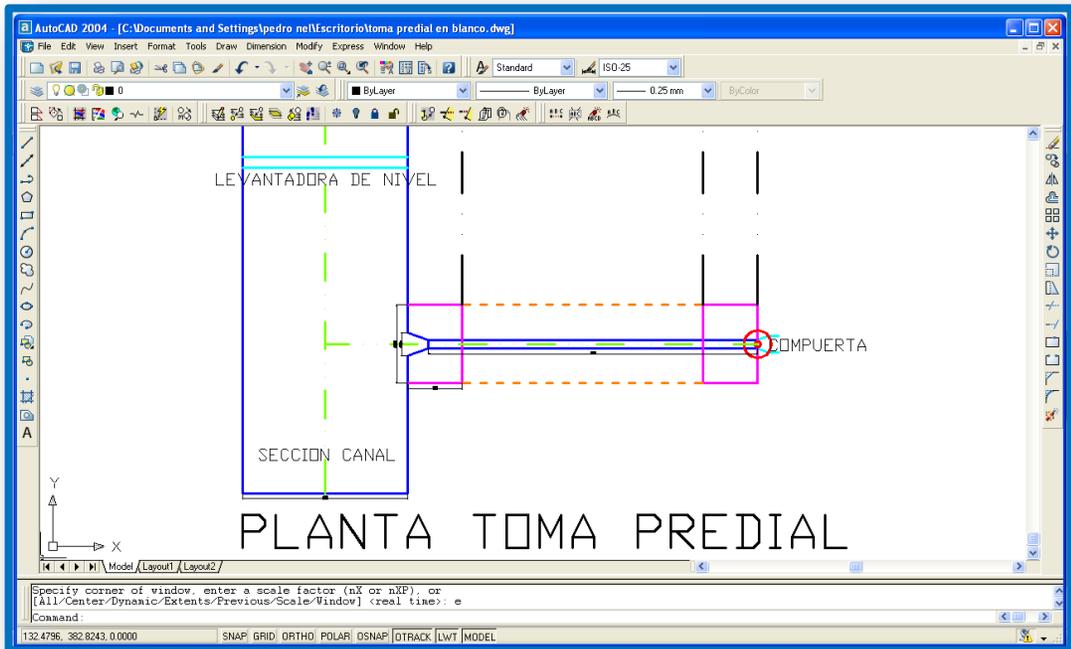


Figura 46. Ventana dibujo planta de la toma predial

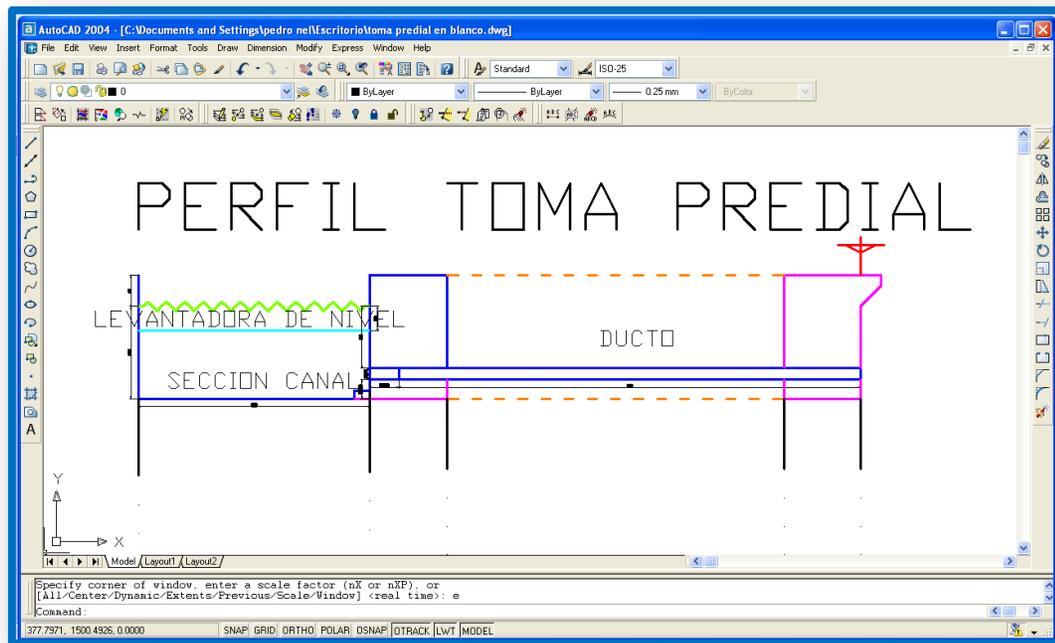


Figura 47. Ventana dibujo perfil de la toma predial

Previamente, como lo indica el mensaje en la parte superior de los botones (Figura 48) el usuario debe ejecutar el AUTOCAD 2004 – [Drawing1.dwg] (Figura 49) y luego, dar click en el botón <<DIBUJO>> para visualizar el plano.

El último botón <<SALIR>> se utiliza para finalizar DIETP 1.0 y salir de la aplicación.



Figura 48. Mensaje para visualizar dibujo



Figura 49. Ventana autocad 2004

A diferencia de los dos (2) módulos anteriores, este posee unos menús en la parte superior izquierda con los que se pueden ejecutar diferentes funciones.

El menú ARCHIVO (Figura 50) está compuesto por los siguientes submenús:

- Guardar: guarda los proyectos creado por DIETP 1.0, de igual manera que lo hace el botón <<GUARDAR>> del mismo módulo.
- Salir: Termina la ejecución de DIETP 1.0, de igual manera que lo hace el botón <<SALIR>> del mismo módulo.

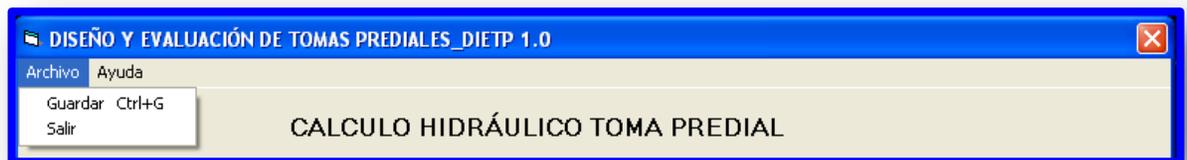


Figura 50. Menu archivo

El menú AYUDA (Figura 51) está compuesto por los siguientes submenús:

- Manual del Usuario: Ejecutará el archivo de ayuda de DIETP 1.0 donde encontrará información referente al manejo del programa.

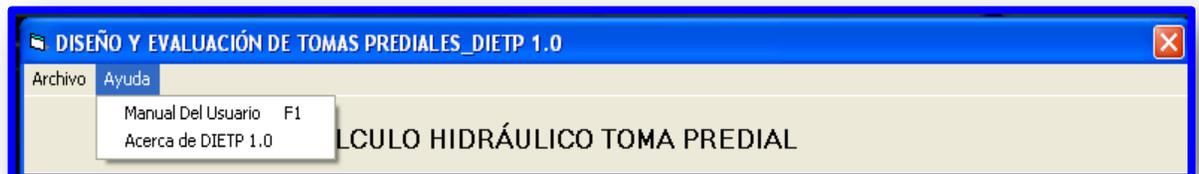


Figura 51. Menu ayuda

- Generalidades: Ejecuta el módulo Acerca de DIETP 1.0 (Figura 52).



Figura 52. Módulo acerca de DIDE 1.0

Finalmente, existen una serie de ventanas que se visualizan a través de DIETP 1.0, cuando ocurre algún tipo de error, ya sea en el ingreso de datos ó en alguna advertencia sobre el diseño. (Figuras 53 y 54)

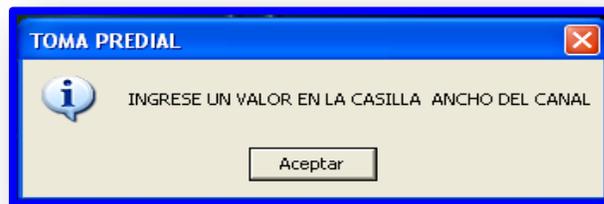


Figura 53. Ventanas ingreso incompleto de datos

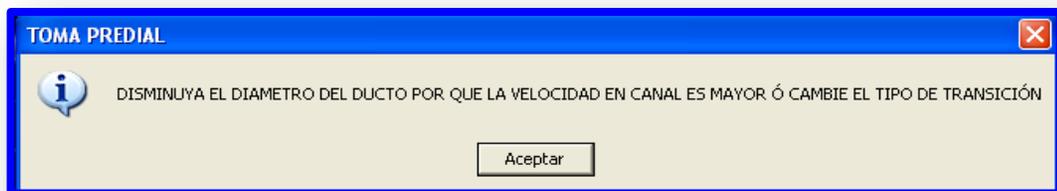


Figura 54. Ventana advertencia sobre el diseño

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 D un registro fotográfico de cada sitio.

4.2.1. Desarenador

4.2.1.1 Memorias técnicas

El sistema tendrá una pantalla deflectora con orificios cuadrados de 20x20 cm y una pantalla de sólidos; contará con un bypass en concreto reforzado al igual que el tanque sedimentador y la zona de lodos, la entrada y salida del desarenador será en canal abierto aprovechando las estructuras existentes; el lavado se hará de forma hidráulica; contará en total con cuatro (4) compuertas metálicas con vástago y rueda de manejo en acero inoxidable, ubicadas de la siguiente manera: dos (2) a la entrada del desarenador, una (1) a la entrada del bypass y una (1) para el canal de lodos.

Cuadro 4. Especificaciones de diseño para el desarenador del canal El Túnel

CARACTERÍSTICA	DIMENSIÓN	OBSERVACIÓN	LOCALIZACIÓN
Caudal a desarenar *	0.95 m ³ /seg	Concesionado	Canal El Túnel, Lugar denominado La Parrilla, Coordenadas E:855637.78 N:779444.23 Abcisa: K2+563
Diámetro de Partículas	0.5 mm	Arenas Medias	
Porcentaje de Remoc.	87.5 %		
Longitud Tanque	6.63 m		
Ancho del Tanque	4.42 m		
Altura del Tanque	2.0 m		
Canal De Lodos	50 x 35 cm	Concreto Reforzado	
Sección Bypass	80 x 40 cm	Concreto Reforzado	
Profundidad Pantalla Deflectora	1.0 m	Concreto Reforzado	
Profundidad pantalla De Sólidos	0.58 m	Concreto Reforzado	
Longitud De Transición	1.7 m	Concreto Reforzado	
Compuerta a la entrada desarenador	1.60x1.35 m	Lámina C10	
Compuerta a la entrada del Bypass	0.80x1.35 m	Lámina C10	
Compuerta canal de Lodos	0.50x0.40 m	Lámina C10	

* El caudal de diseño se aumenta un 20 % como factor de seguridad

Cuadro 5. Especificaciones de diseño para el desarenador del canal Ovejeras

CARACTERÍSTICA	DIMENSIÓN	OBSERVACIÓN	LOCALIZACIÓN
Caudal a Desarenar *	1.47 m ³ /seg	Concesionado	Canal Ovejeras, Lugar denominado Los Canastos, Coordenadas (E:857161.95,N:7 78721.96) Abcisa: K0+391
Diámetro De Partículas	0.5 mm	Arenas Medias	
Porcentaje De Remoción	75.5 %		
Longitud Del Tanque Sedimentador	6.60 m		
Ancho Del Tanque Sedimentador	4.40 m		
Altura Del Tanque Sedimentador	1.2 m		
Canal De Lodos	60 x 40 cm	Concreto Reforzado	
Sección Bypass	100x 45 cm	Concreto Reforzado	
Profundidad Pantalla Deflectora	0.60 m	Concreto Reforzado	
Profundidad pantalla De Sólidos	0.64 m	Concreto Reforzado	
Longitud De Transición	1.5 m	Concreto Reforzado	
Compuerta a la entrada del desarenador	0.55x1.65 m	Lámina C10	
Compuerta de entrada al Bypass	0.55x1.00 m	Lámina C10	
Compuerta del canal de lodos	0.40x0.60 m	Lámina C10	

* El caudal de diseño se aumenta un 20 % como factor de seguridad

Cuadro 6. Especificaciones de diseño para el desarenador del canal Carpintero

CARACTERÍSTICA	DIMENSIÓN	OBSERVACIÓN	LOCALIZACIÓN
Caudal a Desarenar *	0.74 m ³ /seg	Concesionado	Canal Carpintero, predio Iván Sánchez, Coordenadas E:857863.23 N:784967.30 Abcisa: K2+460
Diámetro De Partículas	0.5 mm	Arenas Medias	
Porcentaje De Remoción	87.5 %	Bueno	
Longitud Del Tanque Sedimentador	5.84 m		
Ancho Del Tanque Sedimentador	3.90 m		
Altura Del Tanque Sedimentador	1.2 m		
Canal De Lodos	40 x 30 cm	Concreto Reforzado	
Sección Bypass	75 x 53 cm	Concreto Reforzado	
Profundidad Pantalla Deflectora	0.6 m	Concreto Reforzado	
Profundidad pantalla De Sólidos	0.52 m	Concreto Reforzado	
Longitud De Transición	1.10 m	Concreto Reforzado	
Compuerta rectangular entrada desarenador	1.10x1.60 m	Lámina C10	
Compuerta rectangular entrada al Bypass	0.80x1.10 m	Lámina C10	
Compuerta rectangular para canal de Lodos	0.40x0.50 m	Lámina C10	

* El caudal de diseño se aumenta un 20 % como factor de seguridad

Cuadro 7. Especificaciones de diseño para el desarenador del canal San Andrés

CARACTERÍSTICA	DIMENSIÓN	OBSERVACIÓN	LOCALIZACIÓN
Caudal a Desarenar *	0.0254 m ³ /seg	Concesionado	Canal San Andrés, Predio Bernardino Duran, Coordenadas E:857001.66 N:778023.32 Abcisa: K0+180
Diámetro De Partículas	0.25 mm	Arenas Finas	
Porcentaje De Remoción	87.5 %	Buenos	
Longitud Del Tanque Sedimentador	2.54 m		
Ancho Del Tanque Sedimentador	1.26 m		
Altura Del Tanque Sedimentador	1.0 m		
Canal De Lodos	25 x 15 cm	Concreto Reforzado	
Sección Bypass	50 x 35 cm	Concreto Reforzado	
Profundidad Pantalla Deflectora	0.50 m	Concreto Reforzado	
Profundidad pantalla De Sólidos	0.37 m	Concreto Reforzado	
Longitud De Transición	0.50 m	Concreto Reforzado	
Compuerta a la entrada desarenador	1.00x0.5 m	Lámina C10	
Compuerta entrada al Bypass	0.5x0.5 m	Lámina C10	
Compuerta para canal de Lodos	0.25x0.25 m	Lámina C10	

* El caudal de diseño se aumenta un 20 % como factor de seguridad

Cuadro 8. Especificaciones de diseño para el desarenador del canal San Rafael

CARACTERÍSTICA	DIMENSIÓN	OBSERVACIÓN	LOCALIZACIÓN
Caudal a Desarenar *	0.64m ³ /seg	Concesionado	Canal Ovejera, Ubicada En Intersección Qda. Otas, Coordenadas E:858329.68 N:782533.02 Abcisa: K2+254
Diámetro De Partículas	0.5 mm	Arenas Medias	
Porcentaje De Remoción	75 %	Buenas	
Longitud Del Tanque Sedimentador	5.03 m		
Ancho Del Tanque Sedimentador	2.52 m		
Altura Del Tanque Sedimentador	1.3 m		
Canal De Lodos	40 x 35 cm	Concreto Reforzado	
Sección Bypass	100x 70 cm	Concreto Reforzado	
Profundidad Pantalla Deflectora	0.65 m	Concreto Reforzado	
Profundidad pantalla De Sólidos	0.40 m	Concreto Reforzado	
Longitud De Transición	1.0 m	Concreto Reforzado	
Compuerta de entrada al desarenador	0.70x1.00 m	Lámina C10	
Compuerta de entrada al Bypass	0.70x1.00 m	Lámina C 10	
Compuerta del canal de lodos	0.40x0.40 m	Lámina C 10	

* El caudal de diseño se aumenta un 20 % como factor de seguridad

4.2.1.2 Memorias de cálculo

A continuación se presenta un cuadro resumen de las memorias de cálculo de cada uno de los cinco (5) diseños de los desarenadores:

Cuadro 9. Cuadro resumen de las memorias de cálculo para los desarenadores

RN 238	DATOS DE ENTRADA					TRANS.		TANQUE SEDIMENTADOR			TOLVA DE LODOS		PANTALLA DE SÓLIDOS	
	Q (m ³ /s)	V (m/s)	T (°C)	D (mm)	Pr (%)	Yf (m)	Ldt (m)	L (m)	b (m)	h (m)	bt (m)	ht (m)	Pps (m)	Dvs (m)
EL TUNEL	1.144	0.30	18	0.50	87.5	0.11	1.70	6.63	4.42	2.00	0.50	0.35	0.58	0.80
OVEJERAS	1.764	0.35	18	0.50	75.0	0.11	1.50	6.60	4.40	1.20	0.60	0.40	0.64	1.50
CARPINTERO	0.888	0.29	18	0.50	87.5	0.15	1.10	5.84	3.90	1.20	0.40	0.30	0.52	0.70
SAN ANDRÉS	0.031	0.57	18	0.25	87.5	0.15	0.50	2.54	1.26	1.00	0.25	0.15	0.37	0.40
SAN RAFAEL	0.768	0.44	18	0.50	75.0	0.22	1.00	5.03	2.52	1.30	0.40	0.34	0.38	1.00

Continuación Cuadro 9. Cuadro resumen de las memorias de cálculo para los desarenadores

RN 238	ALMACENAMIENTO DE LODOS					VERTEDERO DE EXCESOS Y DE SALIDA				PANTALLA DEFLECTORA		DIMENSIONES DEL BYPASS			
	Pma (m)	Pmi (m)	St (%)	Sl _{1/3} (%)	Sl _{2/3} (%)	Lvde (m)	hve (m)	Lcvs (m)	hvs (m)	pp (m)	N ^o Or (und)	b _b (m)	h _b (m)	Y _b (m)	bl _b (m)
EL TUNEL	0.66	0.33	7.5	14.9	7.5	3.20	0.33	4.42	0.05	1.00	155	0.8	0.39	0.3	0.1
OVEJERAS	0.66	0.33	7.5	15.0	7.5	3.90	0.39	4.40	0.10	0.60	238	1.0	0.43	0.3	0.1
CARPINTERO	0.58	0.29	7.4	14.9	7.5	3.40	0.27	3.90	0.04	0.60	120	0.7	0.53	0.4	0.1
SAN ANDRÉS	0.25	0.15	7.9	11.8	5.9	0.40	0.12	1.26	0.02	0.50	17	0.5	0.33	0.2	0.1
SAN RAFAEL	0.50	0.25	9.9	14.9	7.5	2.54	0.30	2.52	0.06	0.65	104	1.0	0.67	0.5	0.2

NOTA: Caudal a desarenar (Q); Velocidad en el canal (V); Temperatura del agua (T); Diámetro de partículas a sedimentar (d); Porcentaje de remoción (Pr); Tirante antes de la transición (Yi); Longitud de transición (Ldt); Longitud del Tanque sedimentador (L); Ancho del tanque sedimentador (b); Altura del tanque sedimentador (h); Ancho tolva de lodos (bt); Altura tolva de lodos (ht); Profundidad pantalla de sólidos (Pps); Distancia al vertedero de salida (Dvs); Profundidad máxima (Pma); Profundidad mínima (Pmi); Pendiente trasversal (St); Pendiente en 1/3 (Sl_{1/3}); Pendiente en 2/3 (Sl_{2/3}); Longitud del vertedero de excesos (Lvde); Carga sobre el vertedero de excesos (hve); Longitud del vertedero de salida (Lcvs); Carga sobre el vertedero de salida (hvs); Profundidad pantalla deflectora (pp); Número de orificios (N^o Or); Ancho del bypass (b_b); Altura del bypass (h_b); Tirante en el bypass (Y_b); Borde libre del bypass (bl_b).

4.2.1.3 Presupuestos

Cuadro 10. Presupuesto general del desarenador para el canal Tunel

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	V/u (\$)	V/t (\$)
1. Localización y replanteo	GL	1	\$ 100,000	\$ 100,000
2. Excavación a todo costo	M3	20	\$ 18,962	\$ 379,240
3. Construcción del desarenador en concreto incluye: producción, formaleta, vaciado, materiales, mano de obra, desencofrado, equipos, herramientas y todo lo necesario para la correcta ejecución de la obra.				
3.1 Concreto de 3000 PSI para muros, pantallas y bas	M3	45	\$ 449,100	\$ 20,209,500
3.2 Concreto de 2000 PSI para solado a todo costo	M3	8	\$ 319,360	\$ 2,554,880
4. Suministro, corte, figurado, y ammare de Acero de refuerzo				
4.1 De 5/8"	Kg	395	\$ 3,293	\$ 1,300,735
4.2 De 1/2"	Kg	1000	\$ 3,293	\$ 3,293,000
4.3 De 3/8"	Kg	1200	\$ 3,293	\$ 3,951,600
4.4 Pintado a dos manos con pintura anticorrosiva y una mano de pintura sintética	UND	10	\$ 7,984	\$ 79,840
5. Pañete impermeabilizado a todo costo, para paredes, interior y exterior, incluye: suministro de materiales, producción, aplicación, mano de obras y	M2	180	\$ 18,962	\$ 3,413,160
6. Suministro e instalación de tubería de gress de 20"x 1.00mts para zona de lodos bajo el bypass	Tubo	1	\$ 53,000	\$ 53,000
maniobra, volante o rueda de manejo, vástago en bronce o acero, guía para el vástago L mayor de 3 mts.				
7.1 Compuerta rectangular de 1.60x1.35 mts (Entrada)	UND	2	\$ 1,450,000	\$ 2,900,000
7.2 Compuerta rectangular de 0.80x1.35 mts (Bypass)	UND	1	\$ 1,000,000	\$ 1,000,000
7.3 Compuerta rectangular de 0.50x0.40 mts (Lodos)	UND	1	\$ 450,000	\$ 450,000
SUMATORIA TOTAL			\$ 39,684,955.00	
AIU (20%)			\$ 7,936,991.00	
COSTO TOTAL			\$ 47,621,946.00	

Cuadro 11. Presupuesto general del desarenador para el canal Ovejeras

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	V/u (\$)	V/t (\$)
1. Localización y replanteo	GL	1	\$ 100,000	\$ 100,000
2. Excavación a todo costo	M3	40	\$ 18,962	\$ 758,480
3. Construcción del desarenador en concreto incluye: producción, formaleta, vaciado, materiales, mano de obra, desencofrado, equipos, herramientas y todo lo necesario para la correcta ejecución de la obra.				
3.1 Concreto de 3000 PSI para muros, pantallas y bases	M3	45	\$ 449,100	\$ 20,209,500
3.2 Concreto de 2000 PSI para solado a todo costo	M3	13.5	\$ 319,360	\$ 4,311,360
4. Suministro, corte, figurado, y amarrado de Acero de refuerzo				
4.1 De 5/8"	Kg	760	\$ 3,293	\$ 2,502,680
4.2 De 1/2"	Kg	1928	\$ 3,293	\$ 6,348,904
4.3 De 3/8"	Kg	627	\$ 3,293	\$ 2,064,711
4.4 Pintado a dos manos con pintura anticorrosiva y una mano de pintura sintética	UND	10	\$ 7,984	\$ 79,840
5. Pañete impermeabilizado a todo costo, para paredes, interior y exterior, incluye: suministro de materiales, producción, aplicación, mano de obra y	M2	102	\$ 18,962	\$ 1,934,124
6. Suministro e instalación de tubería de gres de 20"x 1.00mts para zona de lodos bajo el bypass	Tubo	1	\$ 53,000	\$ 53,000
manobra, volante o rueda de manejo, vástago en bronce o acero, guía para el vástago L mayor de 3 mts.				
7.1 compuerta rectangular de 0.55x1.65 mts (Entrada)	UND	2	\$ 1,450,000	\$ 2,900,000
7.2 Compuerta rectangular de 0.55x1.00 mts (Bypass)	UND	1	\$ 900,000	\$ 900,000
7.3 Compuerta rectangular de 0.40x0.60 mts (Lodos)	UND	1	\$ 450,000	\$ 450,000
SUMATORIA TOTAL			\$ 42,612,599.00	
AIU (20%)			\$ 8,522,519.80	
COSTO TOTAL			\$ 51,135,118.80	

Cuadro 12. Presupuesto general del desarenador para el canal Carpintero

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	V/u (\$)	V/t (\$)
1. Localización y replanteo	GL	1	\$ 100,000	\$ 100,000
2. Excavación a todo costo	M3	40	\$ 18,962	\$ 758,480
3. Construcción del desarenador en concreto incluye: producción, formaleta, vaciado, materiales, mano de obra, desencofrado, equipos, herramientas y todo lo necesario para la correcta ejecución de la obra.				
3.1 Concreto de 3000 PSI para muros, pantallas y base.	M3	25	\$ 449,100	\$ 11,227,500
3.2 Concreto de 2000 PSI para solado a todo costo	M3	6	\$ 319,360	\$ 1,916,160
4. Suministro, corte, figurado, y ammare de Acero de refuerzo				
4.1 De 5/8"	Kg	327	\$ 3,293	\$ 1,076,811
4.2 De 1/2"	Kg	710	\$ 3,293	\$ 2,338,030
4.3 De 3/8"	Kg	695	\$ 3,293	\$ 2,288,635
4.4 Pintado a dos manos con pintura anticorrosiva y una mano de pintura sintética	UND	8	\$ 7,984	\$ 63,872
5. Pañete impermeabilizado a todo costo, para paredes, interior y exterior, incluye: suministro de materiales, producción, aplicación, mano de obras y herramientas.	M2	105	\$ 18,962	\$ 1,991,010
6. Suministro e instalación de tubería de gress de 20"x 1.00mts para zona de lodos bajo el bypass	Tubo	1	\$ 53,000	\$ 53,000
7. Compuerta ó valvula de fondo, columna de maniobra, volante o rueda de manejo, vástago en bronce o acero, guía para el vástago L mayor de 3 mts.				
7.1 compuerta rectangular de 1.60x1.10 mts (Entrada)	UND	2	\$ 1,320,000	\$ 2,640,000
7.2 Compuerta rectangular de 0.80x1.10 mts (Bypass)	UND	1	\$ 800,000	\$ 800,000
7.3 Compuerta rectangular de 0.50x0.40 mts (Lodos)	UND	1	\$ 450,000	\$ 450,000
SUMATORIA TOTAL			\$ 25,703,498.00	
AIU (20%)			\$ 5,140,699.60	
COSTO TOTAL			\$ 30.844.197.60	

Cuadro 13. Presupuesto general del desarenador para el canal San Andrés

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	V/u (\$)	V/t (\$)
1. Localización y replanteo	GL	1	\$ 100,000	\$ 100,000
2. Excavación a todo costo	M3	10	\$ 18,962	\$ 189,620
3. Construcción del desarenador en concreto incluye: producción, formaleta, vaciado, materiales, mano de obra, desencofrado, equipos, herramientas y todo lo necesario para la correcta ejecución de la obra.				
3.1 Concreto de 3000 PSI para muros, pantallas y base	M3	4.5	\$ 449,100	\$ 2,020,950
3.2 Concreto de 2000 PSI para solado a todo costo	M3	1	\$ 319,360	\$ 319,360
4. Suministro, corte, figurado, y amarrado de Acero de refuerzo				
4.1 De 5/8"	Kg	64	\$ 3,293	\$ 210,752
4.2 De 1/2"	Kg	195	\$ 3,293	\$ 642,135
4.3 De 3/8"	Kg	172	\$ 3,293	\$ 566,396
4.4 Pintado a dos manos con pintura anticorrosiva y una mano de pintura sintética	UND	3	\$ 7,984	\$ 23,952
5. Pañete impermeabilizado a todo costo, para paredes, interior y exterior, incluye: suministro de materiales, producción, aplicación, mano de obra y	M2	32	\$ 18,962	\$ 606,784
6. Suministro e instalación de tubería de gres de 20"x 1.00mts para zona de lodos bajo el bypass	Tubo	1	\$ 53,000	\$ 53,000
maniobra, volante o rueda de manejo, vástago en bronce o acero, guía para el vástago L mayor de 3 mts.				
7.1 Compuerta rectangular de 1.00x0.5 mts (Entrada)	UND	1	\$ 820,000	\$ 820,000
7.2 Compuerta rectangular de 0.50x0.5 mts (Bypass)	UND	1	\$ 230,000	\$ 230,000
7.3 Compuerta rectangular de 0.25x0.25 mts (Lodos)	UND	1	\$ 90,000	\$ 90,000
SUMATORIA TOTAL			\$ 5,872,949.00	
AIU (20%)			\$ 1,174,589.80	
COSTO TOTAL			\$ 7,047,538.80	

Cuadro 14. Presupuesto general del desarenador para el canal San Rafael

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	V/u (\$)	V/t (\$)
1. Localización y replanteo	GL	1	\$ 100,000	\$ 100,000
2. Excavación a todo costo	M3	40	\$ 18,962	\$ 758,480
3. Construcción del desarenador en concreto incluye: producción, formaleta, vaciado, materiales, mano de obra, desencofrado, equipos, herramientas y todo lo necesario para la correcta ejecución de la obra.				
3.1 Concreto de 3000 PSI para muros, pantallas y bases	M3	30	\$ 449,100	\$ 13,473,000
3.2 Concreto de 2000 PSI para solado a todo costo	M3	5	\$ 319,360	\$ 1,596,800
4. Suministro, corte, figurado, y amarrado de Acero de refuerzo				
4.1 De 5/8"	Kg	345	\$ 3,293	\$ 1,136,085
4.2 De 1/2"	Kg	793	\$ 3,293	\$ 2,611,349
4.3 De 3/8"	Kg	620	\$ 3,293	\$ 2,041,660
4.4 Pintado a dos manos con pintura anticorrosiva y una mano de pintura sintética	UND	7	\$ 7,984	\$ 55,888
5. Pañete impermeabilizado a todo costo, para paredes, interior y exterior, incluye: suministro de materiales, producción, aplicación, mano de obra y	M2	80	\$ 18,962	\$ 1,516,960
6. Suministro e instalación de tubería de gres de 20"x 1.00mts para zona de lodos bajo el bypass	Tubo	1	\$ 53,000	\$ 53,000
manobra, volante o rueda de manejo, vástago en bronce o acero, guía para el vástago L mayor de 3 mts.				
7.1 compuerta rectangular de 0.70x1.00 mts (Entrada)	UND	2	\$ 1,100,000	\$ 2,200,000
7.2 Compuerta rectangular de 0.70x1.00 mts (Bypass)	UND	1	\$ 1,100,000	\$ 1,100,000
7.3 Compuerta rectangular de 0.40x0.40 mts (Lodos)	UND	1	\$ 400,000	\$ 400,000
SUMATORIA TOTAL			\$ 27,043,222.00	
AIU (20%)			\$ 5,408,644.40	
COSTO TOTAL			\$ 32,451,866.40	

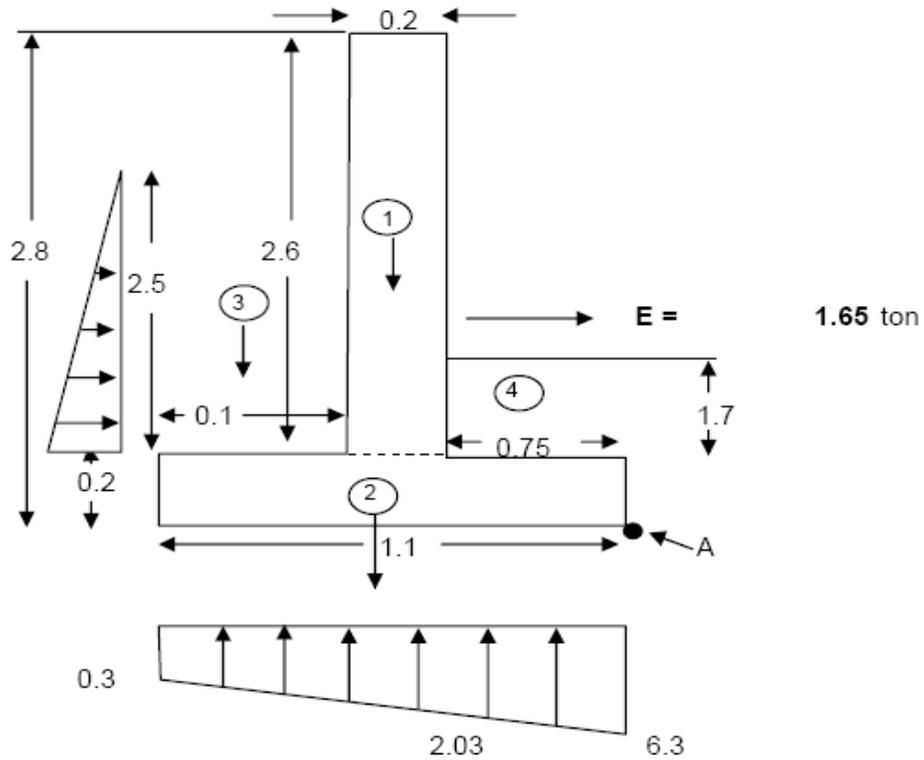
4.2.1.4. Memorias de cálculo

✓ **Cálculo Estructural para desarenadores y tomas prediales tipo**

El cálculo se hizo para la levantadora de nivel y desarenador de mayor magnitud, como el resultado fue el de menor cuantía entonces se aplicó el mismo para todas las obras

- Diseño Muros Y Placa Para Levantadora De Nivel

Densidad del suelo: 1.6 ton/m³
 Coeficiente de actividad, Ka: 0.33
 Coeficiente de fricción suelo-concreto: 0.55



Fuerza	Area (m ²)	Densidad (t/m ³)	Peso (t)	Empuje (ton)	C.G. X(m)	C.G. Y(m)	M (t-m) antihorario	M (t-m) horario
1	0.52	2.4	1.25		0.85		1.06	
2	0.21	2.4	0.50		0.53		0.26	
3	0.25	1.8	0.45		1.00		0.45	
4	1.28	1	1.28		0.38		0.48	
E				1.65		1.0		1.71
Total			3.48	1.65			2.25	1.71

Factor de seguridad al volcamiento = 1.32

Factor de seguridad al deslizamiento = 1.16

Momento resultante en la zapata = 0.55

Excentricidad = 0.16 m

La reacción en el suelo es de tipo trapezoidal

Esfuerzo max = 6.3 t/m²
Esfuerzo min = 0.3 t/m²

Diseño del vástago a cortante

Vu = 2.81 ton
Esfuerzo actuante = 1.75 Kg/cm²
Esfuerzo admisible concreto a cortante = 6.53 Kg/cm² **OK**

Diseño del vástago a flexión

Mu = 2.34 t-m
K = 0.01383136
Área acero = 4.94 cm²

Cuantía mínima =		0.0018	Asmin =	3.6 cm ²
Colocar 1 No	4	c/		26 cm
Colocar 1 No	3	c/		20 cm

Diseño de la zarpa a cortante

Vu = 5.31 t
Esfuerzo actuante = 2.65 Kg/cm²
Esfuerzo admisible concreto a cortante = 6.53 Kg/cm² **OK**

Diseño de la zarpa a flexión

Mu = 2.33 t-m
K = 0.01379232
Cuantía = 0.0035
Área acero = 4.55 cm²

Armadura por temperatura

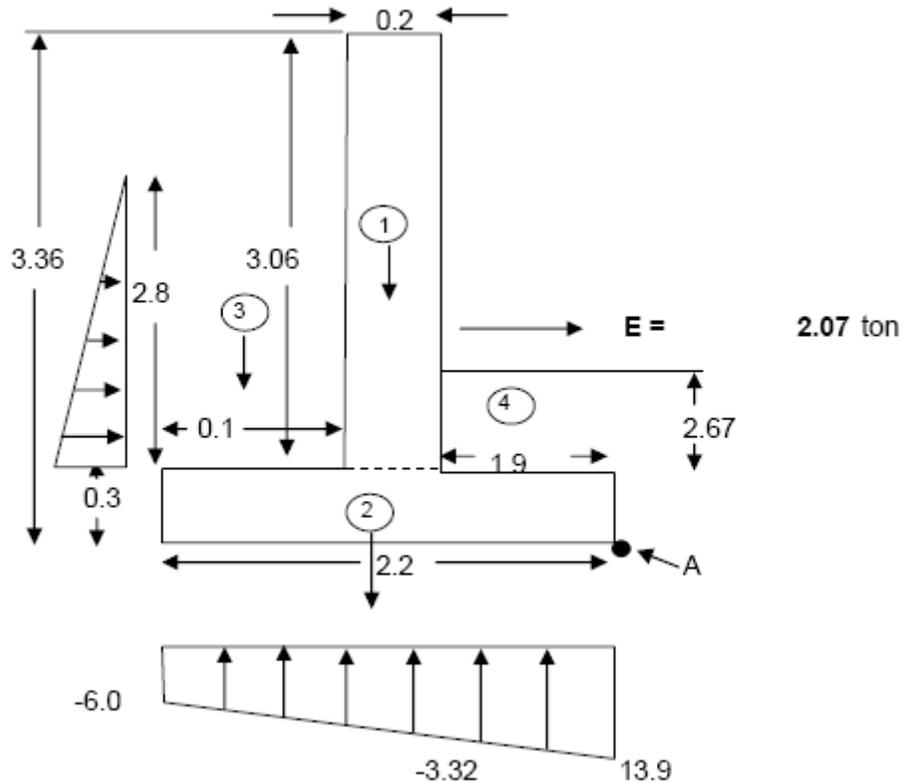
Cuantía = 0.0018
Área acero = 3.60 cm²

Colocar 1 No	4	c/	28 cm
---------------------	----------	-----------	--------------

Colocar 1 No	3	c/	20 cm
---------------------	----------	-----------	--------------

- **Diseño Muros Y Placa Para Desarenador**

Densidad del suelo: 1.6 ton/m³
 Coeficiente de actividad, Ka: 0.33
 Coeficiente de fricción suelo-concreto: 0.55



Fuerza	Area (m ²)	Densidad (t/m ³)	Peso (t)	Empuje (ton)	C.G. X(m)	C.G. Y(m)	M (t-m) antihorario	M (t-m) horario
1	0.61	2.4	1.47		2.00		2.94	
2	0.66	2.4	1.58		1.10		1.74	
3	0.28	1.8	0.50		2.15		1.08	
4	5.07	1	5.07		0.95		4.82	
E				2.07		1.2		2.55
Total			8.63	2.07			10.58	2.55

Factor de seguridad al volcamiento = 4.15
 Factor de seguridad al deslizamiento = 2.29
 Momento resultante en la zapata = 8.03
 Excentricidad = 0.93 m

La reacción en el suelo es de tipo trapezoidal

Esfuerzo max = 13.9 t/m²

Esfuerzo min = -6.0 t/m²

Diseño del vástago a cortante

V_u = 3.52 ton

Esfuerzo actuante = 2.20 Kg/cm²

Esfuerzo admisible concreto a cortante = 6.53 Kg/cm² **OK**

Diseño del vástago a flexión

M_u = 3.28 t-m

K = 0.01943207

Área acero = 7.15 cm²

Cuantía mínima = 0.0018 As_{min} = 3.6 cm²

Colocar 1 No	4	c/	18 cm
Colocar 1 No	3	c/	20 cm

Diseño de la zarpa a cortante

V_u = 17.05 t

Esfuerzo actuante = 5.68 Kg/cm²

Esfuerzo admisible concreto a cortante = 6.53 Kg/cm² **OK**

Diseño de la zarpa a flexión

M_u = 25.00 t-m

K = 0.04725088

Cuantía = 0.0061

Área acero = 14.03 cm²

Armadura por temperatura

Cuantía = 0.0018

Área acero = 5.40 cm²

Colocar 1 No	5	c/	14 cm
---------------------	----------	-----------	--------------

Colocar 1 No	4	c/	23 cm
---------------------	----------	-----------	--------------

4.2.2. Toma Predial

4.2.2.1 Memorias técnicas

Este tipo de obra de captación lateral por orificio está conformada por: una obra hidráulica tipo sostenedora - levantadora de nivel en concreto reforzado, la forma de entrada del flujo será en campana y la transición de salida en concreto, el sistema trabajará a tubo lleno; se utilizará tubería PVC encofrada y una compuerta metálica con vástago y rueda de manejo en acero inoxidable.

Cuadro 15. Especificaciones de diseño de toma predial para Angel Yuban Camargo sobre el canal Los Asilos

CARACTERISTICA	DIMENSION	OBSERVACIÓN	LOCALIZACION
Caudal a Derivar (Qd)	2.35 Lt/seg	Concesionado	Canal Los Asilos, predio Ángel Yubán Camargo, Coordenadas E:855353.25 N:789996.76 Abcisa: K1+581
Profundidad Del Ducto	0.15 m	A partir de la lámina	
Longitud Del Ducto	3 m	Ancho del terraplén	
Diámetro Del Ducto	2.5 pulg	PVC RDE 26	
Carga Sobre La Levantadora	0.08 m	Remanente	
Altura levantadora De Nivel	0.63 m	Concreto reforzado	
Distancia levantadora *	2.13 m	Ancho del canal	
Compuerta Metálica Cuadrara	8 pulg	ACERO	

* La distancia se toma a partir del centro del ducto

Cuadro 16. Especificaciones de diseño de toma predial para Jairo Rojas sobre el canal Los Asilos

CARACTERISTICA	DIMENSION	OBSERVACIÓN	LOCALIZACION
Caudal a Derivar (Qd)	9.38 Lt/seg	concesionado	Canal Los Asilos, predio Jairo Rojas, Coordenadas E:855545.12 N:790182.25 Abcisa: K1+581
Profundidad Del Ducto	0.18 m	A partir de la lamina	
Longitud Del Ducto	3.3 m	Ancho del terraplén	
Diámetro Del Ducto	4 pulg	PVC RDE 41	
Altura levantadora De Nivel	0.4 m	Concreto reforzado	
Distancia levantadora *	1.45 m	Ancho del canal	
Compuerta Metálica Cuadrara	10 pulg	ACERO	

* La distancia se toma a partir del centro del ducto.

Cuadro 17. Especificaciones de diseño de toma predial para Sucesores Jorge Lara sobre el canal La Chatera

CARACTERISTICA	DIMENSION	OBSERVACIÓN	LOCALIZACION
Caudal a Derivar (Qd)	93.53 Lt/seg	Concesionado	Canal La Chatera, predio Sucesores Jorge Lara, Coordenadas E:860845.55 N:784541.95 Abcisa: K5+986
Profundidad Del Ducto	0.20 m	A partir de la lámina	
Longitud Del Ducto	3 m	Ancho del terraplén	
Diámetro Del Ducto	12 pulg	PVC RDE 26	
Carga Sobre La Levantadora	0.17 m	Remanente	
Altura levantadora De Nivel	0.48 m	Concreto reforzado	
Distancia levantadora *	1.47 m	Ancho del canal	
Compuerta Metálica Rectangular	20x18 pulg	ACERO	

* La distancia se toma a partir del centro del ducto

Cuadro 18. Especificaciones de diseño de toma predial para Ma. Margarita Tovar sobre el canal La Murcia

CARACTERISTICA	DIMENSION	OBSERVACIÓN	LOCALIZACION
Caudal a Derivar (Qd)	8.21 Lt/seg	Concesionado	Canal La Murcia , predio Maria Margarita Escobar, Coordenadas E:860642 N:793141.26 Abcisa: K2+702
Profundidad Del Ducto	0.30 m	A partir de la lámina	
Longitud Del Ducto	4 m	Ancho del terraplén	
Diámetro Del Ducto	4 pulg	PVC RDE 26	
Carga Sobre La Levantadora	0.09 m	Remanente	
Altura levantadora De Nivel	0.38 m	Concreto reforzado	
Distancia levantadora *	2.49 m	Ancho del canal	
Compuerta Metálica Cuadrada	10 pulg	ACERO	

* La distancia se toma a partir del centro del ducto

Cuadro 19. Especificaciones de diseño de toma predial para Sandra Edilia Tovar sobre el canal La Sánchez

CARACTERISTICA	DIMENSION	OBSERVACIÓN	LOCALIZACION
Caudal a Derivar (Qd)	31.66 Lt/seg	Concesionado	Canal La Sánchez, predio Sandra Edilia Tovar, Coordenadas E:860163.47 N:792865.87 Abcisa: K4+794
Profundidad Del Ducto	0.10 m	A partir de la lámina	
Longitud Del Ducto	3.3 m	Ancho del terraplén	
Diámetro Del Ducto	8 pulg	PVC RDE 26	
Carga Sobre La Levantadora	0.10 m	Remanente	
Altura levantadora De Nivel	0.22 m	Concreto reforzado	
Distancia levantadora *	1.65 m	Ancho del canal	
Compuerta Metálica Rectangular	20x18 pulg	ACERO	

* La distancia se toma a partir del centro del ducto

4.2.2.2 Memorias de cálculo

A continuación se presenta un cuadro resumen de las memorias de cálculo de cada uno de los cinco (5) diseños de las tomas prediales:

Cuadro 20. Cuadro resumen de las memorias de cálculo para las Tomas Prediales

RN 238		DATOS DE ENTRADA							PARÁMETROS DE DISEÑO			PARÁMETROS DE VELOCIDAD		
PROPIETARIO	CANAL	Qc (m ³ /s)	Vc (m/s)	b (m)	Qd (l/s)	Yc (m)	ld (m)	Pd (m)	D (Pulg)	n	K ₀	Ad (m ²)	Vd (m/s)	Vmd (m/s)
Angel Yuban Camargo	Los Asilo	0.095	0.063	2.13	2.35	0.71	3.0	0.15	2.5	0.012	0.04	0.003	0.80	1.52
Jairo Rojas	Los Asilos	0.010	0.016	1.45	9.38	0.40	3.3	0.18	4.0	0.012	0.04	0.008	1.18	1.52
Suc. Jorge Lara	La Chatera	0.287	0.650	1.47	93.53	0.65	3.0	0.20	12.0	0.012	0.04	0.073	1.28	1.52
Ma. Margarita Tovar	La Murcia	0.140	0.120	2.49	8.21	0.47	4.0	0.30	4.0	0.012	0.04	0.008	1.03	1.52
Sandra Edilia Tovar	La Sánchez	0.125	0.237	1.65	31.66	0.32	3.3	0.10	8.0	0.012	0.04	0.032	0.99	1.52

NOTA: Caudal en el canal (Q_c); Velocidad en el canal (V_c); Ancho del canal (b); Caudal a derivar (Q_d); Tirante en el punto de toma (Y_c); Longitud del ducto (l_d); Profundidad del ducto (P_d); Diámetro del ducto (D); Coeficiente de Manning (n); Coeficiente de entrada (K₀); Área del ducto (A_d); Velocidad en el ducto (V_d); Velocidad máxima permisible en el ducto (V_{md}).

Continuación Cuadro 20. Cuadro resumen de las memorias de cálculo para las Tomas Prediales

RN 238		PÈRDIDAS DE CARGA									DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA			
PROPIETARIO	CANAL	h _v (m)	a _h (m ²)	p _m (m)	R _h (m)	S (m/m)	h _f (m)	h _e (m)	h _s (m)	h _t (m)	P _d (m)	q _{ln} (m)	h _{ln} (m)	d _{ln} (m)
Angel Yuban Camargo	Los Asilo	0.03	0.003	0.20	0.002	0.023	0.069	0.001	0.021	0.091	0.21	0.08	0.63	2.13
Jairo Rojas	Los Asilos	0.07	0.008	0.32	0.030	0.027	0.089	0.003	0.049	0.141	0.28	0.00	0.40	1.45
Suc. Jorge Lara	La Chatera	0.08	0.073	0.96	0.080	0.007	0.021	0.003	0.056	0.080	0.50	0.17	0.48	1.47
Ma. Margarita Tovar	La Murcia	0.05	0.008	0.32	0.030	0.020	0.080	0.002	0.035	0.117	0.40	0.09	0.38	2.49
Sandra Edilia Tovar	La Sánchez	0.05	0.320	0.64	0.050	0.007	0.023	0.002	0.035	0.060	0.30	0.10	0.22	1.65

NOTA: Carga de velocidad (h_v); Área hidráulica(a_h);Perímetro mojado (P_m); Radio hidráulico (R_h); Pendiente de fricción (S); Pérdidas de fricción en el ducto (h_f); Pérdidas por entrada (h_e); Pérdidas por salida (h_s); Pérdidas totales (h_t); Profundidad del ducto (P_d); Carga sobre la levantadora de nivel (q_{ln}); Altura de la levantadora de nivel (h_{ln}); Distancia de la levantadora de nivel con respecto al ducto (d_{ln}).

4.2.4.3 Presupuestos

Cuadro 21. Presupuesto general de la toma predial sobre el canal Los Asilos para Angel Yuban Camargo

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	V/u (\$)	V/t (\$)
Estructura (Muros y placas macizas en concreto reforzado)				
Concreto (Fc = 3000 Psi)	m3	1.00	321,320	321,320
Varilla de Acero Corrugada #3 (3/8") (fy = 36000 Psi)	Kg	80	1,800	144,000
Varilla de Acero Corrugada #4 (fy = 60000 Psi)	Kg	135	1,856	250,560
Alambre negro calibre 18	Kg	30	2,500	75,000
SUMATORIA PARCIAL			790,880	
Formaleta (Entablado con cerchas y parales en madera)				
Tabla cedro macho cepillada (0.1m x 2.5m)	Und.	10	20,000	200,000
Parales largos (Madera)	Und.	10	5,000	50,000
ACPM	Galones	3	3,200	9,600
SUMATORIA PARCIAL			259,600	
Relleno compactado con material de excavación seleccionado				
Relleno y compactada de brechas con material de excavac	m3	5	10,695	52,406
SUMATORIA PARCIAL			52,406	
Encofrado para tubería en concreto de 2500 PSI				
Concreto (Fc = 2500 Psi) para tubería de 21/2"	m3	0.10	295,000	29,500
SUMATORIA PARCIAL			\$ 29,500	
Tubería PVC				
Tubo pvc 2 1/2 " RDE 26 (tubo de 6 mts)	Und.	1	68,444	68,444
SUMATORIA PARCIAL			68,444	
Compuerta (Compuerta o válvula de fondo, columna de maniobra, volante o rueda de manejo, vástago en bronce o acero, guía para el vástago L mayor de 3 mts)				
Compuerta cuadrada de 8"	Und.	1	100,000	100,000
SUMATORIA PARCIAL			100,000	
Mano de obra calificada				
Maestro de obra	Día	6	30,000	180,000
Oficial	Día	6	22,000	132,000
Ayudante 1	Día	6	18,000	108,000
SUMATORIA PARCIAL			\$ 420,000	
SUMATORIA SUMAS PARCIALES			1,720,830	
AIU (20%)			344,166	
COSTO TOTAL			\$ 2,064,995.40	

Cuadro 22. Presupuesto general de la toma predial sobre el canal Los Asilos para Jairo Rojas

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	V/u (\$)	V/t (\$)
Estructura (Muros y placas macizas en concreto reforzado)				
Concreto (f'c = 3000 Psi)	m3	0.70	321,320	224,924
Varilla de Acero Corrugada #3 (fy = 36000 Psi)	Kg	60	1,800	108,000
Varilla de Acero Corrugada #4 (fy = 60000 Psi)	Kg	100	1,856	185,600
Alambre negro calibre 18	Kg	20	2,500	50,000
SUMATORIA PARCIAL			568,524	
Formaleta (Entablado con cerchas y parales en madera)				
Tabla cedro macho cepillada (0.1m x 2.5m)	Und.	10	20,000	200,000
Parales largos (Madera)	Und.	10	5,000	50,000
ACPM	Galones	3	3,200	9,600
SUMATORIA PARCIAL			259,600	
Relleno compactado con material de excavación seleccionado				
Relleno y compactada de brechas con material de excavac	m3	4.70	10,695	50,267
SUMATORIA PARCIAL			50,267	
Encofrado para tubería en concreto de 2500 PSI				
Concreto (f'c = 2500 Psi) para tubería de 4"	m3	0.10	295,000	29,500
SUMATORIA PARCIAL			\$ 29,500	
Tubería PVC				
Tubo pvc 4 " RDE 41 (tubo de 6 mts)	Und.	1	111,112	111,112
SUMATORIA PARCIAL			111,112	
Compuerta (Compuerta o válvula de fondo, columna de maniobra, volante o rueda de manejo, vástago en bronce o acero, guía para el vástago L mayor de 3 mts)				
Compuerta cuadrada de 10"	Und.	1	140,000	140,000
SUMATORIA PARCIAL			140,000	
Mano de obra calificada				
Maestro de obra	Día	6	30,000	180,000
Oficial	Día	6	22,000	132,000
Ayudante 1	Día	6	18,000	108,000
SUMATORIA PARCIAL			\$ 420,000	
SUMATORIA SUMAS PARCIALES			1,579,003	
AIU (20%)			315,801	
COSTO TOTAL			\$ 1,894,803.00	

Cuadro 23. Presupuesto general de la toma predial sobre el canal La Chatera para Sucesores Jorge Lara

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	V/u (\$)	V/t (\$)
Estructura (Muros y placas macizas en concreto reforzado)				
Concreto (f'c = 3000 Psi)	m3	0.90	321,320	289,188
Varilla de Acero Corrugada #3 (fy = 36000 Psi)	Kg	60	1,800	108,000
Varilla de Acero Corrugada #4 (fy = 60000 Psi)	Kg	115	1,856	213,440
Alambre negro calibre 18	Kg	30	2,500	75,000
SUMATORIA PARCIAL			\$ 685,628	
Formaleta (Entablado con cerchas y parales en madera)				
Tabla cedro macho cepillada (0.1m x 2.5m)	Und.	10	20,000	200,000
Parales largos (Madera)	Und.	10	5,000	50,000
ACPM	Galones	3	3,200	9,600
SUMATORIA PARCIAL			\$ 259,600	
Relleno compactado con material de excavación seleccionado				
Relleno y compactada de brecha con material de excavación	m3	4.50	10,695	48,128
SUMATORIA PARCIAL			\$ 48,128	
Encofrado para tubería en concreto de 2500 PSI				
Concreto (f'c = 2500 Psi) para tubería de 12"	m3	0.40	295,000	118,000
SUMATORIA PARCIAL			\$ 118,000	
Tubería PVC				
Tubo pvc 12 " RDE 51 (tubo de 6 mts)	Und.	1	558,461	558,461
SUMATORIA PARCIAL			\$ 558,461	
Compuerta (Compuerta o válvula de fondo, columna de maniobra, volante o rueda de manejo, vástago en bronce o acero, guía para el vástago L mayor de 3 mts)				
Compuerta Rectangular de 20"x18"	Und.	1	400,000	400,000
SUMATORIA PARCIAL			\$ 400,000	
Mano de obra calificada				
Maestro de obra	Día	6	30,000	180,000
Oficial	Día	6	22,000	132,000
Ayudante 1	Día	6	18,000	108,000
SUMATORIA PARCIAL			\$ 420,000	
SUMATORIA SUMAS PARCIALES			\$ 2,489,817	
AIU (20%)			\$ 497,963	
COSTO TOTAL			\$ 2,987,780	

Cuadro 24. Presupuesto general de la toma predial sobre el canal La Murcia para Maria Margarita Tobar

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	V/u (\$)	V/t (\$)
Estructura (Muros y placas macizas en concreto reforzado)				
Concreto (f'c = 3000 Psi)	m3	0.75	321,320	240,990
Varilla de Acero Corrugada #3 (fy = 36000 Psi)	Kg	150	1,800	270,000
Varilla de Acero Corrugada #4 (fy = 60000 Psi)	Kg	180	1,856	334,080
Alambre negro calibre 18	Kg	30	2,500	75,000
SUMATORIA PARCIAL			920,070	
Formaleta (Entablado con cerchas y parales en madera)				
Tabla cedro macho cepillada (0.1m x 2.5m)	Und.	10	20,000	200,000
Parales largos (Madera)	Und.	10	5,000	50,000
ACPM	Galones	3	3,200	9,600
SUMATORIA PARCIAL			259,600	
Relleno compactado con material de excavación seleccionado				
Relleno y compactada de brechas con material de excavac	m3	5.50	10,695	58,823
SUMATORIA PARCIAL			58,823	
Encofrado para tubería en concreto de 2500 PSI				
Concreto (f'c = 2500 Psi) para tubería de 4"	m3	0.10	295,000	29,500
SUMATORIA PARCIAL			\$ 29,500	
Tubería PVC				
Tubo pvc 4 " RDE 41 (tubo de 6 mts)	Und.	1	111,112	111,112
SUMATORIA PARCIAL			111,112	
Compuerta (Compuerta o válvula de fondo, columna de maniobra, volante o rueda de manejo, vástago en bronce o acero, guía para el vástago L mayor de 3 mts)				
Compuerta cuadrada de 10"	Und.	1	140,000	140,000
SUMATORIA PARCIAL			140,000	
Mano de obra calificada				
Maestro de obra	Día	6	30,000	180,000
Oficial	Día	6	22,000	132,000
Ayudante 1	Día	6	18,000	108,000
SUMATORIA PARCIAL			\$ 420,000	
SUMATORIA SUMAS PARCIALES			1,939,105	
AIU (20%)			387,821	
COSTO TOTAL			\$ 2,326,925.40	

Cuadro 25. Presupuesto general de la toma predial sobre el canal Los Asilos para Sandra Edilia Tobar

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	V/u (\$)	V/t (\$)
Estructura (Muros y placas macizas en concreto reforzado)				
Concreto (f'c = 3000 Psi)	m3	1.30	321,320	417,716
Varilla de Acero Corrugada #3 (fy = 36000 Psi)	Kg	60	1,800	108,000
Varilla de Acero Corrugada #4 (fy = 60000 Psi)	Kg	110	1,856	204,160
Alambre negro calibre 18	Kg	10	2,500	25,000
SUMATORIA PARCIAL			\$ 754,876	
Formaleta (Entablado con cerchas y parales en madera)				
Tabla cedro macho cepillada (0.1m x 2.5m)	Und.	10	20,000	200,000
Parales largos (Madera)	Und.	10	5,000	50,000
ACPM	Galones	3	3,200	9,600
SUMATORIA PARCIAL			\$ 259,600	
Relleno compactado con material de excavación seleccionado				
Relleno y compactada de brechas con material de excavac	m3	4.50	10,695	48,128
SUMATORIA PARCIAL			\$ 48,128	
Encofrado para tubería en concreto de 2500 PSI				
Concreto (f'c = 2500 Psi) para tubería de 8"	m3	0.40	295,000	118,000
SUMATORIA PARCIAL			\$ 118,000	
Tubería PVC				
Tubo pvc 8 " RDE 51 (tubo de 6 mts)	Und.	1	252,560	252,560
SUMATORIA PARCIAL			\$ 252,560	
Compuerta (Compuerta o válvula de fondo, columna de maniobra, volante o rueda de manejo, vástago en bronce o acero, guía para el vástago L mayor de 3 mts)				
Compuerta Rectangular de 20"x18"	Und.	1	400,000	400,000
SUMATORIA PARCIAL			\$ 400,000	
Mano de obra calificada				
Maestro de obra	Día	6	30,000	180,000
Oficial	Día	6	22,000	132,000
Ayudante 1	Día	6	18,000	108,000
SUMATORIA PARCIAL			\$ 420,000	
SUMATORIA SUMAS PARCIALES			\$ 2,253,164	
AIU (20%)			\$ 450,633	
COSTO TOTAL			\$ 2,703,796	

4.3. ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA, CARTOGRAFÍA Y SIG

4.3.1. Área cartografía.

Se recopiló 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 26).

Cuadro 26. 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

Fuente: Informe Final Topografía, Cartografía y SIG del Convenio 238

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 34 del anexo C.

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 limite.

4.3.2. Área Topografía

4.3.2.1. Determinación de las áreas del proyecto

En general el área total del proyecto fue de 12592 Ha, las cuales enmarcan el área inicialmente delimitada 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 Cienaga se levantaron 14 canales con una longitud total estimada de 84.40 Km, para un total de 613.79 Km en el Cuadro 15 esta 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 involucro 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 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 diseño una base de datos en donde se almaceno 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 observa en la Figura 55.

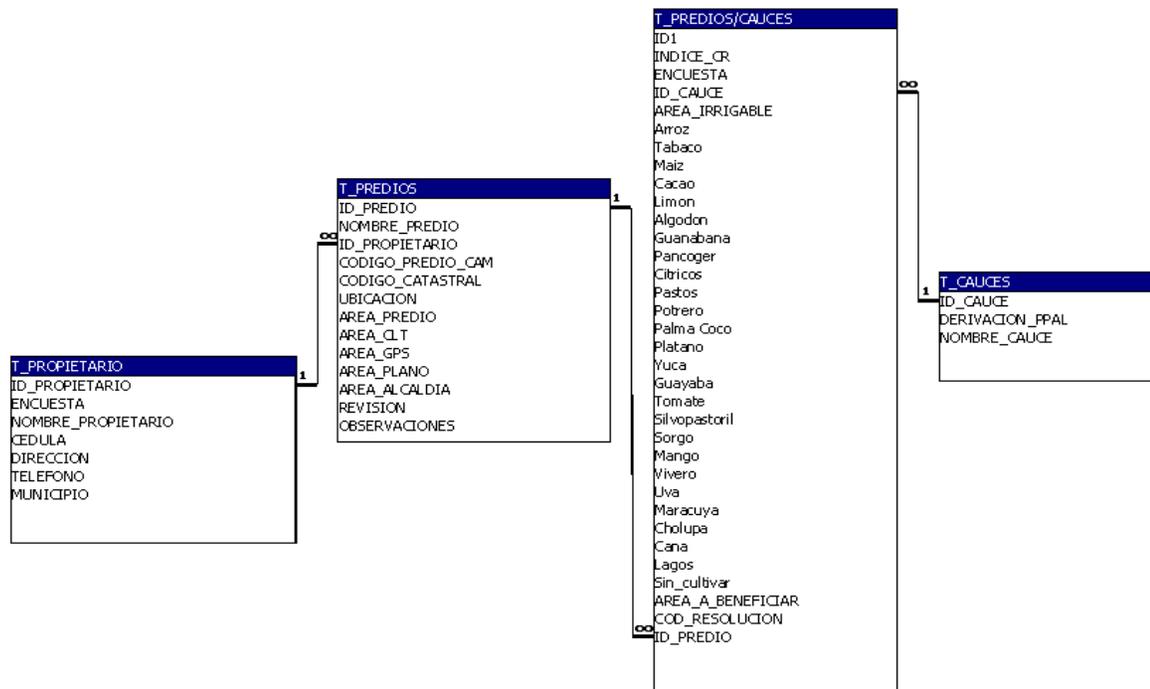


Figura 55. Esquema relacional de la base de datos

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	Codigo asignado por la CAM a los predios con concesion de aguas
	CODIGO_CATASTRAL	Texto	Codigo Catastral del predio
	UBICACION	Texto	Ubicación Política del predio dentro del municipio
	AREA_PREDIO	Número	Area del predio reportada por el usuario en la encuesta
	AREA_CLT	Número	Area reportada en el certificado de libertad y tradicion del predio
	AREA_GPS	Número	Area obtenida mediante levantamiento GPS para los predios donde se realizo
	AREA_PLANO	Número	Area obtenida de planos suministrados por lo propietarios
	AREA_ALCALDIA	Número	Area obtenida de la base de datos de la Alcaldia 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 más 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 cómodo, 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.



Figura 56. Formulario principal

- **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 Platanó 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

Figura 57. Formulario Consultar Propietario

- **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 número de ID_PROPIETARIO ingresado fue:**

NOMBRE PROPIETARIO

CEDULA DIRECCION

TELEFONO MUNICIPIO

PREDIOS: **IMPORTANTE! El último número 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

Figura 58. Formulario Editar Dato

- **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:

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

▶ IDENTIFICADOR DEL CAUCE

NOMBRE DEL CAUCE CONDUCTOR

NOMBRE DE LA DERIVACION PRINCIPAL

Figura 59. Formulario Ingresar Nuevo 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, Zanjones y para el caso especial de Los Rosales, además se puede consultar los Resultados Generales del proyecto.



Figura 60. Formulario Resultados

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

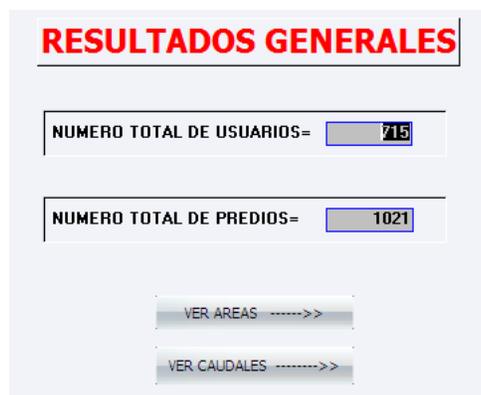


Figura 61. Formulario Resultados Generales

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	ASILO NUEVO No. 6	9.39	0.108

CAUDALES REQUERIDOS POR CANAL		CAUDALES CONCESIONADOS POR CANAL	
NOMBRE CAUCE CONDUCTOR		NOMBRE CAUCE CONDUCTOR	
ALBA LUZ VEGA		ALBA LUZ VEGA	
CAUDAL (LPS)	2.25	CAUDAL (PLS)	1.47
TOTAL CAUDAL REQUERIDO EN EL DISTRITO		TOTAL CAUDAL CONCESIONADO EN EL DISTRITO	
16537.75034 LPS		10784.91 LPS	

Registro: 1 de 58

Figura 62. Formulario Resultado General de Caudales

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.

RIO_NEIVA : Formulario (Replicado)

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 GARZDI
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 

Figura 63. Formulario Resultados Parciales de Rio Neiva

Los formularios siguientes: Resultados parciales de la Ciénaga, Quebradas y Zanjonés, 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 - AJCOR	ABELARDO SANCHEZ
CIENAGA - AJCOR	ADELA DURAN
CIENAGA - AJCOR	ANA LUCIA ESCOBAR ROJAS
CIENAGA - AJCOR	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 

Figura 64. Formulario Resultados Parciales de la Ciénaga

RESULTADOS PARCIALES DE QUEBRADAS

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

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 

Figura 65. Formulario Resultados Parciales de Quebradas

RESULTADOS PARCIALES DE ZANJONES

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

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 

Figura 66. Formulario Resultados Parciales de Zanjonés

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:

NUMERO PREDIOS LOS ROSALES

TOTAL:

Figura 67. Formulario Resultados Parciales de los Rosales

- **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: 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 Ciénaga, 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 68 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, 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 69 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)

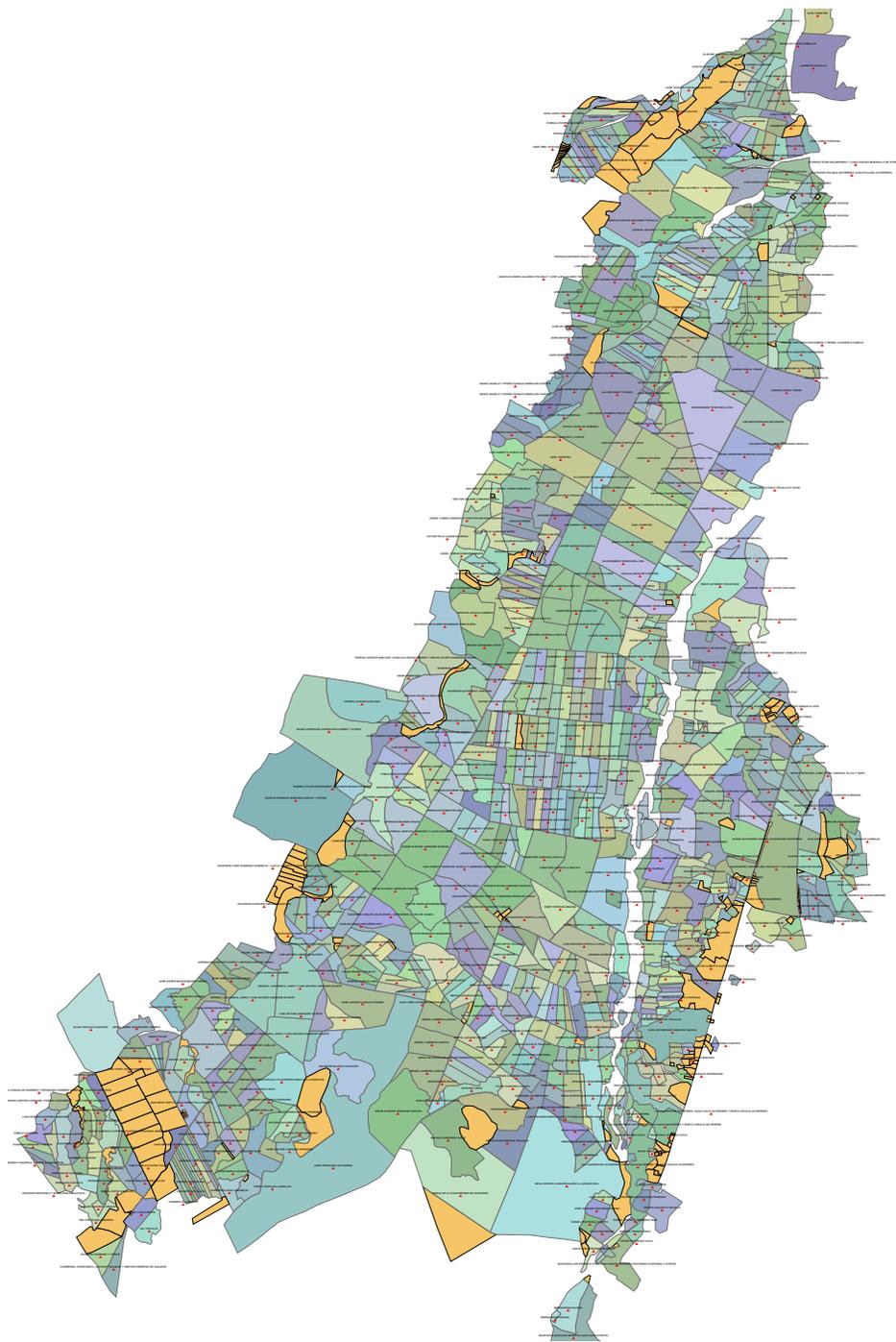


Figura 68. Base predial RN238 – compuesta por los predios identificados dentro de la zona del proyecto

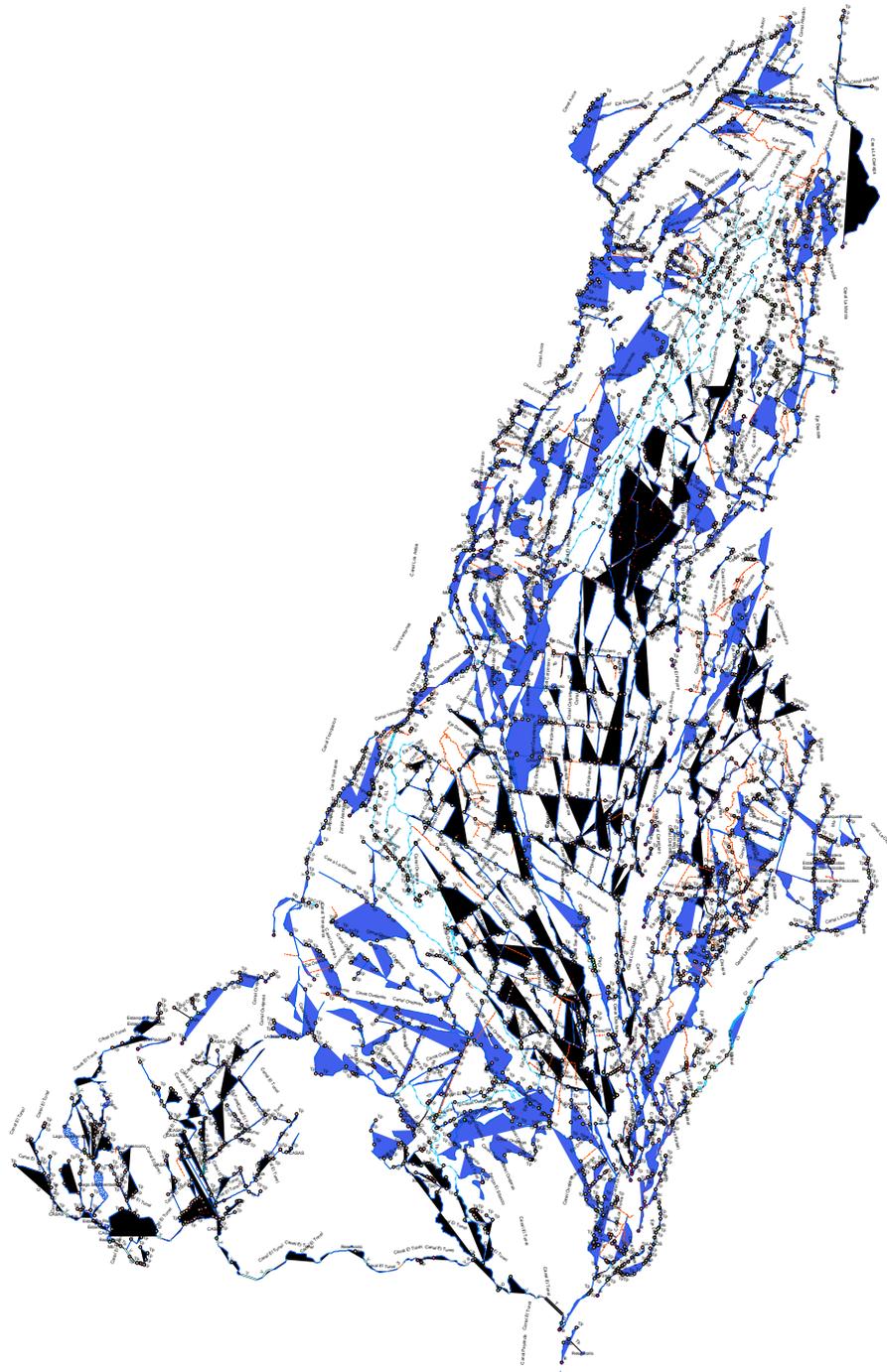


Figura 69. Red de conduccion y distribución

- ✓ **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 de las tablas en la base de datos.

Para asignar los identificadores prediales a los poligonos se tuvo en cuenta su correlación con la información suministrada por los usuarios e identificación gráfica con respecto a su ubicación espacial dentro del area del proyecto. Una vez generados los identificadores prediales de cada uno de los poligonos dentro del sistema de información geografico, 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 modulo ArcMAP.

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

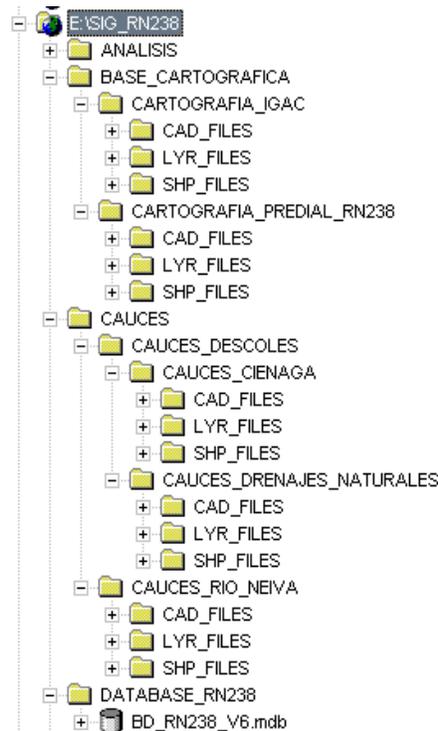


Figura 70. Estructura de carpetas y archivos

- **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 el Figura 71, se puede apreciar la información correspondiente al conjunto de metadatos de la Base Cartográfica Predial RN238.

PREDIAL_RN238
Shapefile

Description	Spatial	Attributes
<p>Keywords Theme: Predios Place: Campoalegre - Huila</p> <p>Description Abstract Cartografia Predial del Proyecto RN238</p> <p>Purpose Identificar los predios beneficiados por el proyecto RN238</p> <hr/> <p>Status of the data Time period for which the data is relevant</p> <p>Publication Information <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 Data storage and access information</p> <p>Details about this document Contents last updated: 20070401 at time 08353100 Who completed this document Facultad de Ingenieria UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA <i>REQUIRED: The mailing and/or physical address for the organization or individual.:</i> <i>REQUIRED: The city of the address., REQUIRED: The state or province of the address.</i> <i>REQUIRED: The ZIP or other postal code of the address.</i> <i>REQUIRED: The telephone number by which individuals can speak to the organization or individual.</i></p> <p>Standards used to create this document <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"> • ESRI Metadata Profile: http://www.esri.com/metadata/esriprof80.html 		

Figura 71. Metadatos de la base cartográfica predial RN238

5. CONCLUSIONES

- DIDE V 1.0 y DIETP V 1.0 fueron creados con el fin de aportar a los usuarios de la corriente de río Neiva, una herramienta para la optimización del recurso hídrico y minimización de los costos que conlleva el diseño de desarenadores y tomas prediales tipo.
- Los “desarenadores” que existen en la red de canales alimentados por el Río Neiva, no cumplen con las especificaciones técnicas, con las cuales se debe construir tal estructura, (pantalla deflectora, ancho y longitud del tanque sedimentador, pendientes longitudinales y transversal etc.). En la actualidad la mayoría de los canales utilizan una compuerta en diferentes tramos, como medio de evacuación de sedimentos, sin tener en cuenta ningún fundamento hidráulico.
- Se diseñaron cinco (5) desarenadores tipo con el software DIDE V 1.0 ubicados en la zona del proyecto, teniendo en cuenta las opiniones de los usuarios y las recomendaciones técnicas del departamento de Hidráulica del convenio. Las estructuras variaron entre 0.0254 m³/Seg y 1.47 m³/Seg en el caudal de diseño; de 2.54 mts a 6.63 mts en su longitud y de 1.26 mts a 4.42 mts en su ancho.
- En gran parte de los predios regados por la red de canales, no existen estructuras de medición, a excepción de algunos que poseen compuertas con orificio sumergido o libre (aproximadamente el 4% de los predios). El mecanismo más utilizado para tal labor es el taponamiento de la entrada del agua al predio, con sacos de arena o tablas que no aseguran el caudal concesionado al usuario.
- Se diseñaron cinco (5) tomas prediales tipo con el software DIETP V 1.0 teniendo en cuenta el caudal concesionado para cada uno de ellos, seleccionados por la junta directiva y avalados por los profesionales de hidráulica del convenio; los caudales variaron de 2.35 lt/Seg a 93.53 lt/Seg, y los diámetros oscilaron entre 2.5 Pulg a 12 Pulg.
- DIDE V 1.0 Y DIETP V 1.0 representa una importante ayuda en el campo del diseño de estructuras hidráulicas, ofreciendo al diseñador una solución rápida y sencilla con resultados avanzados en formato de texto y dibujo.

- Inicialmente el área del proyecto determinada cartográficamente fue de 12592 Ha, sin embargo una vez identificados los predios el área irrigada correspondió a 11286 Ha, beneficiando a 715 usuarios con 1021 predios.
- El número de canales localizados y levantados topográficamente fue de 37 para el sector de influencia de la corriente hídrica Río Neiva con una longitud estimada en 529.39 Km; así mismo en el sector de influencia del cauce conductor de descoles La Ciénaga se levantaron 14 canales con una longitud estimada de 84.40 Km, para un total de 613.79 Km.

6. RECOMENDACIONES

- DIDE V1.0 y DIETP V1.0 se desarrollaron a partir de las necesidades concretas del distrito de riego del Rio Neiva, obteniendo software para diseños tipo, razón por la cual pueden ser aplicados en cualquier distrito de riego que requiera dichas estructuras.
- Si DIDE V1.0 y DIETP V1.0 desean ser tenidos en cuenta como una herramienta de enseñanza y aprendizaje, deben realizarse algunas modificaciones didácticas para que sean utilizados con estos fines, ya que la correcta manipulación del programa requiere los conocimientos mínimos acerca del tema por parte del usuario.
- Con el propósito de que el usuario domine mas ampliamente los programas, se crearon documentos de ayuda que como su nombre lo indica fueron desarrolladas con el propósito de brindar herramientas tanto del manejo del programa como de los cálculos y metodologías que este implica, en virtud de esto se hace indispensable que el usuario haga uso de dichas ayudas.
- Los planos que entregan los programas 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 serán ubicadas las obras.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, Guillermo A y AZEVEDO N. J.M. Manual de Hidráulica. Ed. HARLA México 1976 Pag. 1-546
- BUSTOS R. Jesus Andres. MONTIEL O. Harold Desarrollo de un software para diseño y evaluación hidráulica de sistemas de riego a presión, modalidad microaspersión. Neiva 2004. Tesis de grado (Ingeniero Agrícola) Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Agrícola.
- CARCAMO S., Jose. Programación de computadores. Bucaramanga. 1998. Escuela de Ingeniería de Sistemas Universidad Industrial de Santander. 272 p.
- CORCHO R. Freddy Hernan y DUQUE S. Jose Ignacio. Acueductos- teoría y diseño. Ed. Universidad de Medellin. Medellin 1993. Pag. 1-587
- KOLMAN, Bernard y otros. Estructuras de matemáticas discretas para la computación. Mexico. 1996. Prentice – Hall hispanoamericana S.A. 524 p
- LÓPEZ C, Ricardo Alfredo. Elementos de Diseños para Acueductos y Alcantarillado. Bogotá D.C. 1993. Pag. 15 – 355
- MATERÓN, Hernán M. Obras Hidráulicas Rurales Ed. Universidad del Valle. Santiago de Cali 1997 Pag. 1-314
- WWW- LMNOeng.com (LMNO Engineering, Research, and Software, Ltd)
- WWW.msdn.microsoft.com/vbasic/default.aspx

ANEXOS

ANEXO A. INSTALADORES DE PROGRAMAS Y
TUTORIALES
CD 1

**ANEXO B. PLANOS DISEÑO ESTRUTURAS
HIDRAULICAS**

ANEXO C. CUADROS

Cuadro 27. Clasificación del Material en suspensión, según su tamaño

MATERIAL	DIÁMETRO (mm)
GRAVILLA	
Gruesa	> 2.0
Fina	2.0 a 1.0
ARENA	
Gruesa	1.0 a 0.50
Media	0.50 a 0.25
Fina	0.25 a 0.10
Muy fina	0.10 a 0.05
ARCILLA	
Gruesa Y Media	0.005 a 0.001
Fina	0.001 a 0.0001
Coloidal	< 0.0001

Fuente: Elementos De Diseño Para Acueductos y Alcantarillados Ricardo Alfredo López Cualla

Cuadro 28. Número de Hanzen (Vs/Vo)

CONDICIONES	REMOCIÓN (%)							
	87.5	80	75	70	65	60	55	50
Deflectores deficientes	7.00	4.00	3.00	2.30	1.80	1.50	1.30	1.00
Deflectores regulares	2.75		1.66					0.76
Deflectores buenos	2.37		1.52					0.73
Deflectores muy buenos	0.88		0.75					0.50

Fuente: Elementos De Diseño Para Acueductos y Alcantarillados Ricardo Alfredo López Cualla

Cuadro 29. Valores del Coeficiente de Rugosidad de Manning (n)

CONDICIÓN DEL CANAL	VALOR DE n
canal revestido en ladrillo	0.0150
canal revestido en concreto	0.0155
canal excavado limpio, terminado recientemente	0.0180
canal excavado limpio, con cierto uso	0.0220
canal excavado limpio, con musgo corto, poca hierba	0.0270
canal fondo de tierra y costados de piedra partida	0.0300
canal fondo de cantos rodados y costados limpios	0.0400
canal excavado con pala, sin vegetación	0.0280
canal excavado con pala, pocos arbustos en los bancos	0.0500
canal sin mantenimiento pastos densos, altos como la profundidad del flujo	0.0800
Superficie pulida	0.0110
Mortero	0.0130
Concreto terminado con llana metálica	0.0130
Concreto terminado con llana de madera	0.0150
Concreto sin pulir	0.0170

Fuente: ACUEDUCTOS, teoría y diseño _ Freddy Hernán corcho romero

Cuadro 30. Propiedades físicas del Agua

TEMPERATURA (°C)	PESO ESPECIFICO(g/cm3)	VISCOSIDAD CINEMÁTICA (Cm2/s)
0	0.99987	0.01792
2	0.99987	0.01673
4	1.00000	0.01567
5	0.99999	0.01519
10	0.99973	0.01308
15	0.99913	0.01146
20	0.99823	0.01007
30	0.99567	0.00804
40	0.99224	0.00569
50	0.98800	0.00556
60	0.98300	0.00478
70	0.97800	0.00416
80	0.97200	0.00367
90	0.96500	0.00328
100	0.95800	0.00296

Fuente: Elementos De Diseño Para Acueductos y Alcantarillados Ricardo Alfredo López Cualla.

Cuadro 31. Velocidades máximas permisibles en el ducto

VELOCIDAD MÁXIMA (mts /Seg)	TIPO DE SALIDA
1.10	Sin transición de salida en concreto (salida en tierra)
1.52	Con transición de salida en concreto

Fuente: Obras Hidráulicas Rurales _ Hernán Materón

Cuadro 32. Coeficientes de Manning para tuberías

MATERIALES	COEFICIENTE DE MANNING
Tubería lisa en asbesto - cemento	0.013
Tubería en concreto monolítico	0.014
Tubería en metal corrugado	0.024
Tubería en PVC	0.012

Fuente: Obras Hidráulicas Rurales _ Hernán Materón

Cuadro 33. Coeficientes de entrada para determinar pérdidas de carga a la entrada de la tubería

TIPOS DE ENTRADA	COEFICIENTE DE ENTRADA (K_o)
Sobresaliente en el interior	0.78
De borde vivo ó agudo	0.50
Borde ligeramente redondeado	0.11
En campana	0.04

Fuente: Obras Hidráulicas Rurales _ Hernán Materón

Cuadro 34. Determinación del error planimétrico.

A	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Punto	x	x			y	y			(dif en x) ² +	Error Posición (X,Y)
Código	(muestra)	(real)	dif en x	(dif en x) ²	(muestra)	(real)	dif in y	(dif en y) ²	(dif en y) ²	
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

Fuente: Informe Final Topografía, Cartografía y SIG del Convenio 238

ANEXO D. ARCHIVO FOTOGRAFICO



Fotos 1. a) Vista General de un Desarenador En El Canal El Tunel y b) Compuerta de lavado.



Fotos 2. a) Vista General del sitio proyectado para el Desarenador sobre Canal Ovejeras y b) Ubicación canal de lodos.



Fotos 3. a) Vista General del sitio proyectado para el Desarenador sobre Canal Carpintero y b) Ubicación canal de lodos.



Foto 4.) Vista General del sitio proyectado para el Desarenador sobre Canal San Andrés



Foto 5.) Vista General del sitio proyectado para el Desarenador sobre Canal San Rafael



Fotos 6. a) Vista General del sitio proyectado para Toma Predial sobre Canal Los Asilos y b) Obra de toma existente para el predio de Angel Yuban Camargo.



Fotos 7. a) Vista General del sitio proyectado para Toma Predial sobre Canal Los Asilos para jairo Rojas y b) Medición borde libre del canal.



Foto 8.) Vista General del sitio proyectado para Toma Predial sobre el Canal La Murcia (predio de Maria Margarita Escobar)



Foto 9.) Vista General del sitio proyectado para Toma Predial sobre el Canal La Sanchez (predio de Sandra Edilia Tovar)

ANEXO E. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS DEL ÁREA DE ESTUDIO

El anexo E contiene dos cuadros que resumen las características de los suelos encontrados en la zona de estudio.

El cuadro 35 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 36. 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./cm³. 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 realizadas). La conductividad se midió en campo, por el método del pozo invertido; comparando la textura con los datos de conductividad hidráulica, se puede comprobar 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. Las restricciones en la profundidad efectiva de la zona del proyecto se deben fundamentalmente a que tienen unas capas endurecidas por el sobrelaboreo para el cultivo del arroz.

Cuadro 35. 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 Ustorhents	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 Ustorhents Lithic Ustorhents	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 Ustorhents Typic Ustorhents	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 detritico de rocas volcánicas en matriz arcillosa	Plano a inclinado, con sectores fuertemente inclinados, ligera a moderadamente erosionados	Asociación Typic Haplustalfs Typic Ustorhents 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 Ustorhents Lithic Ustorhents	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 a 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 36. Características físicas e hidrodinámicas de los suelos en el 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/Cm3)	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	
Lomerio	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	VXCca	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			
	VXDda	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: Laboratorio de Suelo de la Universidad Surcolombiana 2006.