

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

**“REHABILITACIÓN DE CANALES CON PROPÓSITO
PARA RIEGO Y DRENAJE DE LOS CANTONES
SAMBORONDÓN, SALITRE Y DAULE”**

PROYECTO INTEGRADOR

Previo a la obtención de:

INGENIERO CIVIL

Presentada por:

PEDRO JORGE ANDRADE MARIDUEÑA

RAÚL ALBERTO BAJAÑA CABELLO

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2016

AGRADECIMIENTO

En primer lugar y ante todo agradezco a Dios Todopoderoso por sus bendiciones y permitirme llegar hasta este logro importante de mi vida, a mis padres Pedro Martin Andrade Calderón y Ketty Maridueña Cadena por el apoyo y esfuerzo que han depositado en mí y a cada uno de los ingenieros que a lo largo de la carrera los he tenido como profesores y he aprendido de ellos.

Pedro Jorge Andrade Maridueña

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por sus bendiciones, a mis padres Perfecto Raúl Bajaña Salazar y Grecia Romelia Cabello Hungría por el apoyo incondicional y a cada uno de los profesores que por medio de sus enseñanzas he adquirido los conocimientos de esta gran profesión.

Raúl Alberto Bajaña Cabello.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres y hermanas, sin su apoyo y amor no hubiera alcanzado este logro tan importante, ustedes son la razón para seguir superándome y a cada una de las personas que a lo largo de la carrera, se han convertido en mis amigos y compañeros de momentos inolvidables.

Pedro Jorge Andrade Maridueña.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mi familia por su apoyo, amor y confianza, son la razón que me motivo a lograr culminar mi carrera y a mis amigos incondicionales, con los cuales pase momentos inolvidables a lo largo de mis estudios.

Raúl Alberto Bajaña Cabello.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Miguel Chávez M., M.Sc. Ph.D
DIRECTOR DE PROYECTO

Ing. Alby Aguilar P., M.Sc.
COORDINADORA DE INGENIERÍA CIVIL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral “

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Pedro Jorge Andrade Maridueña

Raúl Alberto Bajaña Cabello

RESUMEN

Los cantones Salitre, Samborondón y Daule son sectores que constantemente presentan problemas de inundaciones en temporadas de invierno y sequías en temporadas de verano, y esto se debe a diferentes factores, como la pérdida de cauces naturales y artificiales, por la acción del tiempo o ya sea esta por su mal mantenimiento; por lo que en el presente proyecto se ha dispuesto hacer una evaluación de los mismos y plantear un mejoramiento de sus cauces principales y secundarios; evaluando su infraestructura hidráulica y las posibles mejoras para riego y drenaje en los ríos Salitre - Los Tintos y Vinces.

Estos sectores en su mayoría son dedicados a las prácticas de la agricultura y ganadería, por lo cual este proyecto beneficiará potencialmente el desarrollo del cultivo agrícola y la crianza de ganado, ya que se podrá controlar la escasez y el exceso de agua durante todo el año.

Se realizó un levantamiento planimétrico con el cual procedemos analizar los perfiles transversales cada 500 metros y perfiles longitudinales de los ríos respectivamente, estas secciones nos ayudan a conocer aproximadamente el caudal ecológico de los ríos. De la misma manera entender el comportamiento de la pendiente a lo largo de la cuenca hidrográfica.

Por medio de la red hídrica que se observó en el plan de estudio del proyecto trasvase DAULE-VINCES, se considera los $7\text{m}^3/\text{s}$ que aporta el tributario hacia el río Salitre – Los Tintos, en época de estiaje.

Con la información hidrometeorológica recopilada de las entidades del INAMHI y SENAGUA, observamos que estos sectores son de clima tropical con presencias de lluvias abundantes en temporada de invierno, lo cual produce inundaciones y debido a estas consecuencias estudiamos a fondo las variaciones de temperatura y el tipo de clima para saber cuál es la evolución de la cuenca.

Las limitaciones de agua en ciertas zonas dificultan el desarrollo agrícola dentro de esta morfología, es por eso que hemos planteado este análisis y así la mayor parte de la población cubra su demanda de agua, y la posibilidad de drenarla cuando sea necesario.

Según la geomorfología regional los sectores Daule, Salitre y Samborondón, están ubicadas en zona plana del área de la provincia del Guayas, la cual presentan llanuras aluviales antiguas y recientes. Estos sectores están ubicados en la cuenca baja del río Guayas y tienen fallas geológicas. Según el análisis correspondiente a la zona de investigación y el sector que más se acerca a ello es el Samborondón el cual está caracterizado por colinas aisladas de la formación Piñón y Callo.

Para las alternativas de riego se planteó el aprovechamiento de las zonas inundables en función de embalses, nuevos canales o rehabilitación de los canales existentes, para que sean abastecidas por medio de los ríos Salitre - Los Tintos y Vinces, y de esta manera satisfacer la demanda del área de estudio.

Uno de los objetivos fundamentales del estudio, es mejorar la situación actual en cuanto a las condiciones hídricas para las mejoras de su producción agrícola a lo largo del año, independientemente de la estación.

La condición actual de varios cauces artificiales y secundarios dentro de la zona de estudio, en general se encuentra en un estado en el que necesitan obras de mantenimiento, y las infraestructuras que atraviesan las principales vías de comunicación de los cantones, están en condición de redimensionamiento debido, ya que su periodo de diseño se encuentra caduco, debido al estrangulamiento que se puede observar en cada una de estas infraestructuras, provocando a corto plazo la socavación de las mismas o el overtopping, llevando al colapso de la misma.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	VIII
ÍNDICE GENERAL	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XV
ÍNDICE DE TABLAS	XVII
ABREVIATURAS.....	XVIII
SIMBOLOGÍA.....	XIX
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1. General	3
1.2.2. Especifico	3
1.3. Justificación	4
1.4. Alcance	5
CAPÍTULO 2	8
2. UBICACIÓN Y AREA DE INFLUENCIA.....	8
2.1. Clima y temperatura de área de estudio.....	10
2.2. Geomorfología local.....	12
2.3. Litología	13
2.4. Relieve	14
2.5. Aspecto peligro sísmico	15
2.6. Situación actual.....	16
2.7. Topografía.....	17
CAPÍTULO 3	20
3. INFORMACION PRELIMINAR.....	20
3.1. Hidrología.....	20
3.1.1. Cuenca Hidrográfica.	20
3.1.2. Características de una Cuenca Hidrográfica.	21
3.1.3. Tipos de Cuencas Hidrográficas.....	22
3.1.4. Erosión de las Cuencas	25
3.2. Caudales Actuales y Proyectados	26
3.2.1. Caudal Actual	26

3.2.2.	Caudales Proyectados.....	27
3.3.	Hidráulico.....	27
3.3.1.	Hidráulica de Canales Abiertos.....	27
3.3.2.	Distribución de Velocidades en la Sección de un Canal.....	28
3.3.3.	Modelo Hidráulico a Superficie Libre.....	28
3.3.4.	Criterios para un Embalse.....	28
3.3.5.	Tipos de Flujo.....	29
3.3.6.	Propiedades de los canales.....	31
3.3.7.	Pendientes en los canales.....	33
3.3.8.	Diseño de canales bajo flujo uniforme.....	35
3.3.9.	Muestreo de campo.....	36
3.3.10.	Hidráulica Fluvial.....	37
3.3.11.	Morfología Fluvial.....	37
3.3.12.	Morfología de los Ríos.....	38
3.3.13.	Tipos de Cauces.....	39
3.3.14.	Equilibrio en el Fondo del Cauce.....	40
3.3.15.	Transporte de Sedimentos.....	42
3.3.16.	La Erosión de Cuencas. Erosión Específica.....	43
3.3.17.	Modelo HEC-RAS.....	44
3.4.	Riego y Drenaje.....	46
3.4.1.	Métodos de riego.....	48
3.4.2.	Drenaje Agrícola.....	49
3.4.3.	Efectos nocivos del exceso de humedad sobre el suelo y los cultivos.	51
CAPÍTULO 4	53
4.	PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS.....	53
4.1.	Construcción de Embalses.....	54
4.1.1.	Viabilidad Técnica.....	56
4.1.2.	Estimación de Costos.....	57
4.1.3.	Ventajas.....	58
4.1.4.	Restricciones.....	58
4.2.	Construcción de 2 canales principales que se alimentarán de los ríos Salitre – Los Tintos y Vines para abastecer la zona norte y el mantenimiento de canales en la zona sur.....	58
4.2.1.	Viabilidad Técnica.....	59

4.2.2.	Estimación de Costos	62
4.2.3.	Ventajas	62
4.2.4.	Restricciones	63
4.3.	Desazolve de Cauces Naturales y Canales Principales	63
4.3.1.	Viabilidad Técnica.....	65
4.4.	Estimación de Costos	66
4.4.1.	Ventajas	66
4.4.2.	Restricciones	66
CAPÍTULO 5		67
5.	ANÁLISIS HIDRÁULICO.....	67
5.1.	Simulación Hidráulica.....	69
5.2.	Base teórica del modelo.....	71
5.3.	Información Topográfica del Cauce	74
5.4.	Coeficiente de Resistencia de Manning.....	75
5.5.	Coeficientes de Contracción y Expansión.....	77
5.6.	Caudal de Diseño.....	78
5.7.	Condiciones de Frontera.....	79
5.8.	Profundidad Normal	80
5.9.	Análisis de Resultados de la Simulación	81
5.10.	Resultados de la Simulación	82
5.11.	Condiciones de Proyecto.....	92
5.11.1.	Sección transversal	92
5.11.2.	Pendientes del Fondo	93
5.12.	Sección de Diseño de los Canales.....	101
CAPÍTULO 6		113
6.	EVALUACION AMBIENTAL.....	113
6.1.	Antecedentes	113
6.2.	Componentes de la evaluación de Impacto Ambiental	114
6.3.	Valoración de Impacto Ambiental	114
6.3.1.	Análisis de Resultados.....	117
6.4.	Descripción de los Elementos del Proyecto.....	119
6.4.1.	Calidad del Agua.....	119
6.4.2.	Calidad del Aire.....	120
6.4.3.	Ruido	121
6.5.	Matrices de Impacto Ambiental.....	121

CAPÍTULO 7	126
7. PRESUPUESTO	126
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	128
CONCLUSIONES	128
RECOMENDACIONES.....	131
BIBLIOGRAFÍA	133

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1: Implantación general del Proyecto.	6
Figura 2.1. Zona de Influencia del Proyecto.	10
Figura 3.1. Diferentes tipos de flujo en canales abiertos. FGV= flujo gradualmente variado, F.R.V= flujo rápidamente variado.	31
Figura 3.2. Régimen subcrítico.	33
Figura 3.3. Régimen crítico.	34
Figura 3.4. Régimen supercrítico.	34
Figura 3.5. Datos de mareas del día 31 de marzo del 2015.	37
Figura 3.6. Analogía de la balanza de Lane.	41
Figura 3.7. Variación de pendientes durante la erosión.	44
Figura 3.8. Origen y relaciones de la erosión.	44
Figura 4.1. Ubicación de embalses propuestos.	55
Figura 4.2. Ubicación de dos canales principales, derivados de los ríos Salitre – Los Tintos y Vines.	59
Figura 4.3 Resultado de los cálculos de los canales principales.	60
Figura 4.4. Resultado de los cálculos de los canales secundarios.	61
Figura 4.5. Resultado de los cálculos de los canales principales.	61
Figura 4.6. Resultado de los cálculos de los canales secundarios.	62
Figura 4.7. CAUCES/CANALES A DESAZOLVAR.	64
Figura 5.1. Líneas de energía.	72
Figura 5.2. Sección transversal programa HEC RAS.	75
Figura 5.3. Entrada de Valores. “n” Manning HEC RAS.	77
Figura 5.4. Entrada de Coeficiente contracción/expansión HEC RAS.	78
Figura 5.5. Entrada de datos. Caudal de Diseño HEC RAS.	79
Figura 5.6. Entrada de Valores. Condiciones de Frontera HEC RAS.	80
Figura 5.7. Modelo esquemático en HECRAS.	81
Figura 5.8. Esquema del modelo 3D.	82
Figura 5.9. Perfil longitudinal Rio Vines.	83
Figura 5.10. Perfil longitudinal Rio Los Tintos.	83
Figura 5.11. Perfil longitudinal Canal A1.	84
Figura 5.12. Perfil longitudinal Canal A2.	84
Figura 5.13. Perfil Longitudinal Canal B.	85
Figura 5.14. Perfil longitudinal Canal B1.	85
Figura 5.15. Perfil longitudinal Canal C.	86
Figura 5.16. Perfil longitudinal Canal E.	87
Figura 5.17. Perfil Longitudinal Canal F.	88
Figura 5.18. Perfil longitudinal Canal F1.	88
Figura 5.19. Perfil longitudinal Canal G.	89
Figura 5.20. Perfil longitudinal Canal Principal.	90
Figura 5.21. Canal Principal Canal Las Maravillas.	91
Figura 5.22. Perfil longitudinal Canal Matapalo.	91
Figura 5.23. Perfil longitudinal Canal Matapalo ADC.	92
Figura 5.24. Sección transversal propuesta.	93
Figura 5.25. Perfil Longitudinal Canal A1 – Proyecto.	94

Figura 5.26.	Perfil Longitudinal Canal A2 – Proyecto.....	95
Figura 5.27.	Canal longitudinal Canal B1 – Proyecto.....	95
Figura 5.28.	Perfil longitudinal Canal C – Proyecto.....	96
Figura 5.29.	Perfil longitudinal Canal B – Proyecto.....	96
Figura 5.30.	Perfil longitudinal Canal F – Proyecto.....	97
Figura 5.31.	Perfil longitudinal Canal E – Proyecto.....	97
Figura 5.32.	Perfil longitudinal Canal G – Proyecto.....	98
Figura 5.33.	Perfil longitudinal Canal Las Maravillas – Proyecto.....	98
Figura 5.34.	Perfil longitudinal Canal Matapalo – Proyecto.....	99
Figura 5.35.	Secciones de diseño Canal A1.....	101
Figura 5.36.	Secciones de diseño Canal A2.....	102
Figura 5.37.	Sección de diseño Canal B.....	103
Figura 5.38.	Seccion de diseño Canal B1.....	104
Figura 5.39.	Sección de diseño Canal C.....	105
Figura 5.40.	Secciones de diseño Canal E.....	106
Figura 5.41.	Secciones de diseño Canal F.....	107
Figura 5.42.	Secciones de diseño Canal G.....	108
Figura 5.43.	Secciones de diseño Canal Principal.....	109
Figura 5.44.	Secciones de diseño Canal Maravillas.....	110
Figura 5.45.	Secciones de diseño Canal Matapalo.....	111
Figura 5.46.	Secciones de diseño Canal Matapalo ADC.....	112

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla I: Registro Histórico estación M466 INAMHI.....	12
Tabla II. Valores Z en función de Zona Sísmica.	15
Tabla III: Caudales actuales y proyectados para diferentes tiempos de retorno	27
Tabla IV Información con respecto a las mareas de los Ríos Salitre-Los Tintos y Vinces.....	36
Tabla V. Volumen mínimo, medio y alto del almacenamiento del embalse y el total de hectáreas beneficiadas por día y por ciclo de cosecha.....	56
Tabla VI. Volumen mínimo, medio y alto del almacenamiento del embalse y el total de hectáreas beneficiadas por día y por ciclo de cosecha.....	57
Tabla VII. Costo construcción de embalses.....	57
Tabla VIII. Canal primario 6000 km de longitud.....	62
Tabla IX. Canal secundario 11 km de longitud	62
Tabla X. CAUCES/CANALES A INTERVENIR.....	64
Tabla XI. Capacidad de almacenamiento de canales/cauces a desazolver.....	65
Tabla XII. Costo desazolve de canales.....	66
Tabla XIII. Caudales actuales y proyectados para diferentes tiempos de retorno....	70
Tabla XIV. Factor – Descripción – Influencia.....	76
Tabla XV. Coeficientes contracción/Expansión para Flujo Subcrítico	77
Tabla XVI. Pendientes de los Canales obtenida por la topografía.....	81
Tabla XVII. Pendientes mejoradas para los Canales.....	93
Tabla XVIII. Caudales de desborde y de proyecto.....	100
Tabla XIX. Matriz de Intensidad de Infraestructura de Riego y Drenaje.	121
Tabla XX. Matriz Duración de Infraestructura de Riego y Drenaje.	122
Tabla XXI. Matriz Extensión de Infraestructura de Riego y Drenaje.....	122
Tabla XXII. Matriz magnitud de infraestructura de riego y drenaje.....	123
Tabla XXIII. Matriz Signo de Infraestructura de Riego y Drenaje.	123
Tabla XXIV. Matriz riesgo de infraestructura de riego y drenaje.....	124
Tabla XXV. Matriz reversibilidad de infraestructura de riego y drenaje.	124
Tabla XXVI. Matriz rango de infraestructura de riego y drenaje.	125
Tabla XXVII. Matriz V.I.A. de infraestructura de riego y drenaje.....	125
Tabla XXVIII. Presupuesto de Alternativa seleccionada.....	126

ABREVIATURAS

GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
SENAGUA	Secretaría Nacional del Agua
H.A.	Hormigón Armado
IGM	Instituto Geográfico Militar
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
OMS	Organización Mundial de la Salud
PMA	Plan de Manejo Ambiental
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
V.I.A	Valoración de Impacto Ambiental

SIMBOLOGÍA

%	Porcentaje
°C	Grado Centígrado
'	Minutos
"	Segundos
H	Horizontal
V	Vertical
Ø	Diámetro
cm	Centímetro
Ha	Hectárea
Pd	Precipitación diaria
T	Periodo de retorno
Lc	Longitud de cauce
h	Hora
km	Kilometro
km ²	Kilómetro cuadrado
l, L	Litros
m	Metro
m ²	Metro cuadrado
m ³	Metro cúbico
min	Minuto
mm	Milímetro
Q	Caudal

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo económico y social de un país depende de sus posibilidades de alcanzar una producción agropecuaria adecuada, satisfacer sus necesidades de alimento y tentativamente contar con una sobreproducción para exportar a otros países. Para lograr esos niveles de producción se requiere incorporar superficies a la agricultura a través de proyectos de riego, y mejorar los sistemas y prácticas de riego existentes, con el objetivo de asegurar un uso eficiente de este recurso y la continua productividad de los terrenos irrigados.

La aplicación del agua a los suelos agrícolas con el propósito de regar los cultivos es uno de los usos alternativos que tienen muchas zonas. En esencial, que se use efectiva y eficientemente con ese propósito, especialmente cuando su disponibilidad es limitada.

Este proyecto forma parte del estudio para el plan de manejo de riego y drenaje en los cantones de Samborondón, Daule y Salitre; conformados por el Río salitre - Los Tintos y Vinces. En el cual vamos a determinar las características de los diferentes tipos de suelos, asentamientos, problemas sísmicos, volcánicos y procesos erosivos actuales que puedan causar inconvenientes para el proyecto.

El proyecto presente tiene como fin entregar nuevas expectativas de desarrollo agrícola a los agricultores de los sectores anteriormente citados, reconociendo lugares donde se puedan ejecutar proyectos de construcción, reparación y rehabilitación de obras de riego y drenaje.

1.1. Antecedentes

Debido a los eventos climáticos que han suscitado últimamente, se han reportado múltiples pérdidas económicas para los agricultores de la provincia del Guayas por eventos de inundaciones o por falta de lluvias; por lo tanto, se ha identificado como de suma importancia la elaboración de los correspondientes estudios técnicos y diseños en diferentes puntos de la provincia, de manera que los resultados provean estrategias que permitan la intervención del Gobierno Provincial del Guayas de manera activa, en búsqueda de mitigar los inconvenientes causados por eventos climatológicos, para así garantizar la producción agrícola y pecuaria de la zona y poder

contrarrestar de manera significativa otros indicadores sociales relevantes, como el empleo campesino y la salud de sus habitantes.

El proyecto "Rehabilitación de canales con propósito para riego y drenaje de los cantones Samborondón, Salitre y Daule" surge como solución para el incremento de productividad de un importante sector agropecuario y ganadero de la provincia del Guayas, con una extensión de 6,847.20 hectáreas, mediante el aprovechamiento de los caudales en invierno y verano de los Ríos Salitre-Los Tintos y Vinces.

1.2. Objetivos

1.2.1. General

- Realizar el estudio de Prefactibilidad para el mejoramiento de cauces naturales y artificiales para riego y drenaje en los cantones, Salitre, Samborondón y Daule.

1.2.2. Especifico

- Realizar un diagnóstico actualizado de la zona, que incluya un análisis del manejo de los recursos hídricos existentes, además de identificar los cauces naturales y artificiales.

- Realizar un análisis técnico, social y ambiental del área de influencia de los ríos Vinces, Salitre y Los Tintos, como también de los cauces artificiales y naturales identificados en la zona de estudio, con la finalidad de plantear alternativas y reconocer sus ventajas y restricciones.

1.3. Justificación

El presente estudio pretende construir, operar y mantener los sistemas de riego existentes en las 6,847.2 Ha., entre los ríos Vinces y Salitre – Los Tintos. La mayor parte de dicha área, está destinada a labores de cultivo y a crianza de animales.

Los cultivos se ven seriamente afectados durante el verano, debido a la sequía que presentan los canales o cauces de irrigación para dichos sembríos. De igual forma, durante el invierno, estas zonas bajas presentan afectaciones debido a las inundaciones, producidas por los desbordamientos de los cauces.

En tal sentido es imprescindible contar con los estudios topográficos, agronómicos, geotécnicos, hidráulica e hidrología de la zona en estudio para el correcto dimensionamiento hidráulico de las principales obras de control de aguas, análisis de estabilidad de márgenes y rediseño de diques.

1.4. Alcance

Este estudio se desarrollará en zonas agrícolas de los cantones Salitre, Samborondón y Daule de la provincia del Guayas, dentro de los cuales se han identificado que se beneficiará las comunidades: Matapalo, Carretones, Loma Verde, La Flora, Briseño, San Jerónimo, La Patricia, San Antonio, Los Ángeles, La Esperanza, Providencia, La Victoria, Los Sauces, Briseño, La Judith; además de las cooperativas agrícolas: San Luis, Nueva Angélica, 12 de Octubre, Mina de Oro, Juan Bautista Aguirre, La Flora, Nueva Ilusión y otras aledañas al sector.

El área forma parte de la sub-cuenca del río Vinces y Los Tintos, que corresponde a los ríos Salitre y Vinces con un área de 6,847.2 hectáreas, y está ocupada por 1,022 familias dedicadas a la agro producción y la ganadería como principal actividad.

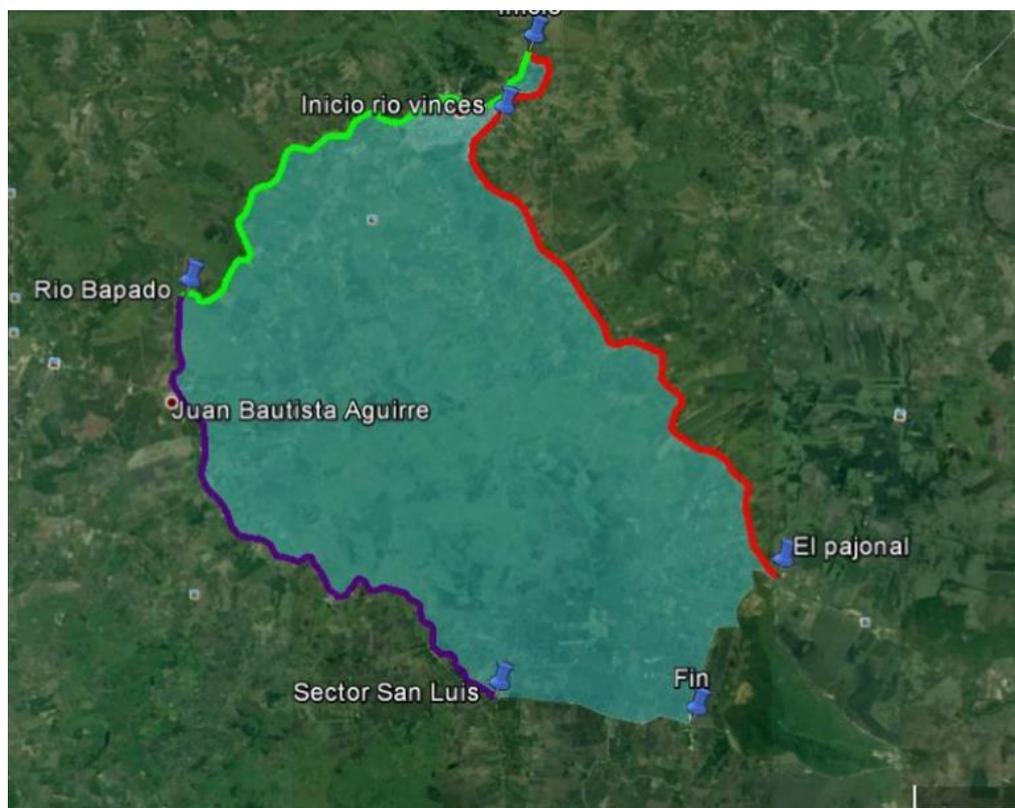


Figura 1.1: Implantación general del Proyecto.
Fuente: Google Earth.

En el anexo se puede ver el plano de ubicación que forma parte de la subcuenca del río Vinces y Los Tintos, por lo que se iniciará el estudio en la coordenada aproximada 632990 – 9798834 (UTM- WGS 84-Zona 17 S), que corresponde al río Salitre en el poblado Palo Seco, conduciéndose aguas abajo y posteriormente interceptándose por el río Bapado en las coordenadas 626740 – 9794396; de aquí se forma el río Los Tintos ubicado en el poblado Zapanal, y continúa su recorrido hasta la coordenada final 632349 - 9787090 en el sector San Luis. La longitud total del recorrido es de aproximadamente 20 kilómetros.

Por otra parte, y para fines de este estudio, el río Vinces inicia su cauce en el tramo con coordenadas 632451 - 9797540 pasando por el poblado El Salitre; sigue aguas abajo hasta la coordenada 637499 - 9789319 en donde está el poblado El Pajonal y/o sus inmediaciones, su longitud aproximada es de 13 kilómetros de río y 7 kilómetros aproximadamente de camino. Como información adicional, se detalla que estos ríos son afluentes del río Babahoyo.

Se ubicará los cauces naturales y artificiales existentes y los que están perdidos por la acción del tiempo y por el mal manejo de los mismos; así como determinar los sitios en los que es necesario restaurarlos o construirlos, el proyecto es de vital importancia para que los beneficiarios tengan acceso al líquido vital y la posibilidad de drenarlo cuando sea necesario.

CAPÍTULO 2

2. UBICACIÓN Y AREA DE INFLUENCIA

Este proyecto se desarrollará en zonas agrícolas de los cantones Salitre, Samborondón y Daule, dentro de los cuales se beneficiarán las comunidades: Matapalo, Carretones, Loma Verde, La Flora, Briseño, San Jerónimo, La Patricia, San Antonio, Los Ángeles, La Esperanza, Providencia, La Victoria, Los Sauces, Briseño, La Judith; además de las cooperativas agrícolas: San Luis, Nueva Angélica, 12 de Octubre, Mina de Oro, Juan Bautista Aguirre, La Flora, Nueva ilusión y otras aledañas al sector.

El área de influencia forma parte de la subcuenca del Río Vices y Los Tintos, por lo que se iniciará el estudio en la coordenada aproximada 632990 – 9798834 (UTM- WGS 84-Zona 17 S), que corresponde al Río Salitre en el poblado Palo Seco, conduciéndose aguas abajo y posteriormente interceptándose por el Río Bapado en las coordenadas 626740 – 9794396; de aquí se forma el Río Los Tintos ubicado en el poblado Zapanal, y continúa

su recorrido hasta la coordenada final 622349 - 9787090 en el sector San Luis. La longitud total del recorrido es de aproximadamente 20 kilómetros.

Por otra parte, y para fines de este estudio, el Río Vinces inicia su cauce en el tramo con coordenadas 632451 - 9797540 pasando por el poblado El Salitre; sigue aguas abajo hasta la coordenada 637499 - 9789319 en donde está el poblado El Pajonal y/o sus inmediaciones, su longitud aproximada es de 20 kilómetros. Como información adicional, se detalla que estos Ríos son afluentes del Río Babahoyo.

En la **Figura 2.1** se puede apreciar la ubicación del área de estudio respecto de la red vial de la región y de la ubicación de cantones importantes de la Provincia del Guayas como son el Cantón Daule, Cantón Samborondón y la Ciudad de Guayaquil.

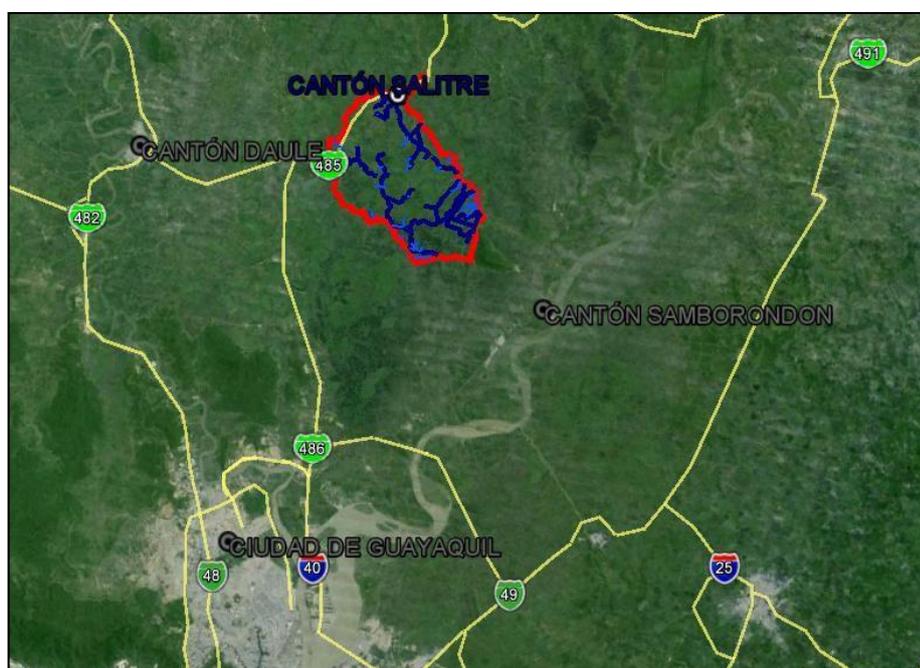


Figura 2.1. Zona de Influencia del Proyecto.
Fuente: Google Maps.

Hacia el interior del área de influencia habitan 1.022 familias dedicadas a la agro- producción y la ganadería como sus principales actividades, las mismas que sufren de excesos de aguas en temporada de lluvia y escasez de la misma en temporada seca.

2.1. Clima y temperatura de área de estudio

El área de estudio tiene dos tipos de climas que son tropical sabana y tropical monzón, el mismo que es influenciado por las corrientes marinas frías de Humboldt y cálida de El Niño.

De acuerdo con los datos recopilados en la Estación Meteorológica Vinces–M466 del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) desde el año 2000 hasta el 2010 se han registrado temperaturas que oscilan entre los 25 ° C y los 31 ° C junto a precipitaciones fluctuantes entre los 69.0mm y 144.0mm.

Tabla I: Registro Histórico estación M466 INAMHI

M466 VINCES INAMHI					
Año	Temperaturas		Humedad	Precipitación	
	Máxi	Mens	Media	Suma	Maxima
2000	29.6	25.3	88	1075	139.2
2001	29.6	25.4	90	1601.8	94.5
2002	30.7	25.9	87	2300.1	144.9
2003	29.9	25.8	88	1115	138.6
2004	----	----	----	----	----
2005	----	25.9	88	1167.4	100.5
2006	----	26.1	89	1337.7	125.4
2007	----	25.7	86	1051.2	
2008	29.5	25.7	84	1852.1	76.4
2009	30.2	26.1	82	1035.9	69.2
2010	29.8	26	86	1671.9	113.9

Fuente: INAMHI.

2.2. Geomorfología local

La Geomorfología de la llanura del Río Guayas presentan una superficie plana con terrenos de edad reciente que son de fácil erosión. Esta superficie plana se ve interrumpida por los valles que han formado los diferentes Ríos que drenan las agua proveniente de la cordillera occidental. Estos Ríos tienen un ancho de valle que no es suficiente para drenar el volumen de agua que transportan durante los meses de lluvias y como consecuencia de ello causan inundaciones.

Los sectores Daule, Salitre y Samborondón según su geomorfología están dentro de la zona plana del área de la provincia del Guayas, la cual presenta dos tipos de llanuras aluviales:

Llanura Aluvial Antigua en la que se ubican los siguientes cantones: Daule y Salitre, se caracteriza por su mayor formación y presencia de las subdivisiones características de una llanura aluvial como son: diques, basines, complejos de orillares, terrazas, etc. Estas superficies están relacionadas con cimas redondeadas ancha o estrecha, con altitudes máximas de 15m, pero que típicamente no sobrepasan los 5m. Las pendientes oscilan entre 2 y 40% y usualmente se asocian con valles indiferenciados, inundados parte del año y aprovechados para cultivos de arroz.

Llanura Aluvial Reciente corresponde a una extensa área geográfica plana o ligeramente ondulada localizada en los cantones de Yaguachi, Samborondón, Baquerizo Moreno y cubre parte de los cantones Milagro, Simón Bolívar, Naranjito, Lomas de Sargentillo, Santa Lucía, Palestina y Colimes. Esta llanura tiene una altitud, en su mayor parte menor a 5 m, pero alcanza hasta los 20 m.

2.3. Litología

La cuenca del Guayas tiene fallas geológicas y se encuentran dónde está el suelo basáltico a más de 3000 metros de profundidad. La mayoría de geólogos definen que debajo de toda la cuenca del Río Guayas hay una gran roca de basalto y encima de todo esto nos encontramos con los denominados depósitos aluviales, que a su vez se formaron por los Ríos y por la acumulación de materiales de las cordilleras.

Uno de los cantones que se acercan a la zona de estudio es Samborondón, corresponde al área superior del estuario del Río Guayas, en la confluencia de los Ríos tributarios Daule y Babahoyo.

Según el análisis correspondiente a la zona de investigación está Caracterizada por colinas aisladas de la formación Piñón y Callo, y cuyas depresiones están rellenas con sedimentos cuaternarios que muestran drenaje meandriformes, irregulares e intrincados, generalmente con fondo de sedimentos finos.

2.4. Relieve

El área de estudio presenta las siguientes formas de relieve:

- Plana, con pendiente menor al 2% que es utilizada principalmente para el cultivo de arroz.
- Ondulada, con pequeñas ondulaciones; en cuyas partes bajas se acumula agua.
- Ligeramente ondulada, con suelos más desarrollados, donde se encuentran cultivos de caña de azúcar, banano y soya.

Las limitaciones de agua en ciertas zonas dificultan el desarrollo agrícola dentro de esta unidad morfológica, es por ello que se ha planteado el análisis

de este estudio, y así la mayor parte de la población tenga el acceso al agua y la posibilidad de drenado cuando sea necesario.

2.5. Aspecto peligro sísmico

La placa tectónica que se encuentra debajo de los materiales, la cordillera costera, la cuenca del guayas y la cordillera andina, las cuales tienen fallas geológicas y se encuentran en suelo basáltico a más de 3000m de profundidad, y encima de todo esto nos encontramos con los denominados depósitos aluviales, que a su vez se han formado por los Ríos y por la acumulación de materiales de las cordilleras.

Según el análisis de las diferentes variables se llega a la conclusión que la amenaza sísmica para este proyecto en Vinces es “4” y salitre” 5” haciendo referencia al mapa de diseño sísmico según la norma ecuatoriana de la construcción (NEC-11) su aceleración máxima efectiva en el Vinces es 0.35 y en salitre 0.4, considerando este valor en los diseños estructurales de las obras a ejecutarse.

Tabla II. Valores Z en función de Zona Sísmica.

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización de la amenaza sísmica	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

Fuente: NEC.

2.6. Situación actual

El desarrollo económico y social de un país depende de sus posibilidades de alcanzar una producción agropecuaria adecuada, satisfacer sus necesidades de alimento y tentativamente contar con una sobreproducción para exportar a otros países. Para lograr esos niveles de producción se requiere incorporar superficies a la agricultura a través de proyectos de riego, y mejorar los sistemas y prácticas de riego existentes, con el objetivo de asegurar un uso eficiente de este recurso y la continua productividad de los terrenos irrigados.

La aplicación del agua a los suelos agrícolas con el propósito de regar los cultivos es uno de los usos alternativos que tienen muchas zonas. En esencial, que se use efectiva y eficientemente con ese propósito, especialmente cuando su disponibilidad es limitada.

El proyecto forma parte del estudio para el plan de manejo de riego y drenaje en los cantones de Samborondón, Daule y Salitre; conformados por el Río salitre - Los Tintos y Vinces, que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto trasvase DAULE – VINCES.

Según encuestas y datos tomados in situ, se reconoció que en el lugar existe dos épocas críticas del sector, inundaciones en época de invierno y falta de agua en época de verano, ocasionando pérdida de los cultivos.

Debido a la falta de limpieza y mantenimiento de los canales secundarios que nacen en el Río Salitre – Los Tintos y Vincas, y abastecen a los agricultores, las secciones transversales de los canales disminuyen, lo que ocasiona niveles de agua suban y causen inundaciones.

El abastecimiento del recurso hídrico en la zona central del área del proyecto es regulado por los agricultores, con la implementación de tapes de sacos de tierra, compuertas de madera o construcción de canales adicionales.

Dentro del plan de estudio de riego y drenaje se propone el diseño de canales para la adecuada distribución de aguas y para prevenir inundaciones en las zonas bajas del sector.

2.7. Topografía

El proyecto está ubicado en la provincia del Guayas, entre los ríos Salitre - Los Tintos y Vincas, al Norte con el cantón Salitre, el cantón Daule al Sur Oeste y Samborondón al Sur Este.

El levantamiento topográfico planimétrico, se realizó de tal manera, que se georefenció el río Vinces desde el centro del poblado Palo Seco hasta el sector El Pajonal, en una longitud de aproximadamente 15 kilómetros.

Para el tramo en el río Vinces iniciamos su cauce con coordenadas 632451 – 9797540 pasando por el poblado Salitre, sigue aguas abajo hasta la coordenada 637499 – 9789319 en donde está el poblado El Pajonal y sus inmediaciones.

Por fines de estudio también se analizó el levantamiento topográfico planimétrico del río Salitre – Los Tintos, desde el poblado Palo Seco, continuando hasta el sector San Luis, en una longitud aproximada de 20 kilómetros.

Las coordenadas iniciales aproximadas 632990 – 9798834 (UTM – WGS 84 Zona 17 S), que corresponde al río Salitre en el poblado de Palo Seco, conduciéndose aguas abajo y posteriormente intersectándose por el río Bapado en las coordenadas 626740 – 9794396; de aquí se forma el río los Tintos ubicado en el poblado Zapanal, y continua su recorrido hasta la coordenada final 632349 – 9787090 en el sector San Luis.

Además de georefenciar el río Vinces, podemos observar el diferente tipo de irregularidades que se nos presentan en el trayecto. Para cada levantamiento

topográfico de este estudio, se toman secciones transversales aproximadamente cada 500 metros.

Obteniendo este levantamiento topográfico procedemos a dibujar los perfiles transversales cada 500 metros y perfiles longitudinales de los ríos respectivamente. Las secciones transversales nos ayudan a conocer aproximadamente el caudal ecológico del río.

De la misma manera dibujamos el perfil longitudinal para entender el comportamiento de la pendiente a lo largo de la cuenca hidrográfica. Estos perfiles transversales y longitudinales, lo podemos observar detalladamente.

CAPÍTULO 3

3. INFORMACION PRELIMINAR

3.1. Hidrología.

La Hidrología provincial presenta un sistema que enmarca al Río Guayas con sus afluentes Daule y Babahoyo, que a su vez reciben varios tributarios como el Tachel y Puca, para el primero y Vinces, Jujan, Pita y Chimbo para el segundo. Todo este conjunto ha formado la más densa red fluvial de la Costa.

En el área de estudio, debido a sus condiciones particulares, es notoria la presencia de los cauces naturales de los Ríos Salitre-Los Tintos y el Río Vinces hacia los cuales drenan las aguas que por precipitación se generan en el área del proyecto.

3.1.1. Cuenca Hidrográfica.

Una Cuenca Hidrográfica es la cuenca de drenaje que converge hacia un mismo punto de un Río, siendo ésta la salida de la cuenca hacia el mar o a

otra cuenca más grande; sus límites son las líneas interfluviales que bordean la cuenca.

3.1.2. Características de una Cuenca Hidrográfica.

Una forma de estudiar el comportamiento de un Río en una cuenca hidrográfica es mediante su perfil longitudinal y sigue su cauce, desde la cabecera hasta su desembocadura. En teoría, si el perfil está equilibrado tanto en erosión y deposición, es una suave curva cóncava. Pero en la realidad, existen irregularidades en su trayecto, que son característicos de condiciones litológicas o estructurales encontradas a lo largo de un perfil fluvial.

Un perfil se establece entre un punto alto llamado cabecera del Río y un punto bajo llamado nivel de base. Pueden existir también puntos medios llamados nivel de base relativo.

John W. Powell, en 1875, introdujo el concepto de nivel de base y la definió como la menor elevación a la cual una corriente se puede profundizar en su cauce. Además, reconoció que existen dos tipos de nivel de base: el nivel de base absoluto o principal a pesar de sufrir cambios a través del tiempo, el cual se lo considera al nivel del mar, y los niveles de base relativos o locales, los cuales pueden ser lagos.

3.1.3. Tipos de Cuencas Hidrográficas

La clasificación de las cuencas hidrográficas depende de varios criterios, de los cuales se exponen algunos a continuación:

Según el tamaño y comportamiento hidrológico. (López y Hernández, 1993)

Debido a la estrecha relación entre el comportamiento hidrológico de la cuenca y su extensión, la Unión Geofísica Americana estableció dividir las cuencas en cuencas grandes y cuencas pequeñas. Una cuenca Pequeña es aquella en la que la sensibilidad a las lluvias de alta intensidad y corta duración no es suprimida o atenuada por las características de almacenamiento de los valles, contrario a una cuenca grande.

De acuerdo al sistema de descarga o destino final de sus aguas

- Cuencas Exorreicaso fluviales: Son cuencas en las que sus aguas se transportan a través de ella y desembocan directamente al mar por vía superficial o subterránea.
- Cuencas Endorreicas o lacustre o de evaporación: Las aguas drenan hacia un lago o una depresión cerrada, sin desagüe aparente.

- Cuencas Arreicas: En estas cuencas, las aguas no desembocan ni al mar ni en un lago, se pierden en el camino por evaporación o por infiltración, sin que este último caso se convierta en agua subterránea.
- Cuencas Criptorreicas: Carecen de una red fluvial permanente y organizada en superficie; se encuentran en la región continental de drenaje subterráneo.

De acuerdo al sistema de drenaje (Hewlett, 1982).

Dependiendo del sistema de drenaje, se clasifican en cuencas de primer orden, segundo orden y así sucesivamente, si el Río principal formado en su interior es de orden 1, orden 2, etc., respectivamente. Por ejemplo, Cuenca de primer orden es la cuenca cuyo cauce principal generado en su interior no pasa de ser un tributario de primer orden.

Según la forma y disposición de las vertientes.

- Cuencas tipo embudo: Son de área pequeña y forma circular. Son características de las cuencas altas. El agua de escorrentía se concentra en una red densa muy ramificada, de vertientes muy empinadas y pendientes superiores a los 30° o 40° y con un importante volumen rocoso, rocas impermeables, suelos finos, crecidas intensas, índice de homogeneidad pequeño, tiempo de concentración corto y similar para todo el perímetro de la cuenca;

características que la convierten en una cuenca de muy alta peligrosidad en lo referente a crecidas.

- Cuencas tipo corredor: Están ubicadas en las mesetas o páramos. Son cuencas grandes alargadas, de superficie plana o ligeramente onduladas, tienen pocos afluentes de corta longitud, no tiene asimetría.
- Cuencas tipo canalón: Son cuencas planas y alargadas en forma de canal y de pendientes suaves o fuertes, con un pequeño volumen rocoso.

Según el relieve y posición altitudinal

- Cuenca de montaña o alta montaña: Posee un relieve muy accidentado y con pendiente fuerte. El cauce es inestable y existe una fuerte erosión lo que hace que el suelo sea joven. Los cambios bruscos en la altura dan como resultado una sucesión vertical de ecozonas.
- Cuencas de valle: Se forman en lugares de pendientes muy suaves, y en diferentes altitudes.

Según la posición respecto a procesos de placas tectónicas:

Existen de dos tipos: cuencas de margen pasiva los cuales son extensas, y cuencas de margen activa que por lo contrario son pequeñas.

3.1.4. Erosión de las Cuencas

Los sedimentos fluviales se originan en la erosión de la cuenca. La erosión es un proceso natural que se desarrolla continuamente desde los tiempos geológicos y que determina y modela la forma de la corteza terrestre.

El Glosario de la Organización Meteorológica Mundial define la erosión como el desgaste del suelo por acción del agua en movimiento, de los glaciares, vientos y olas.

FRIJLINK, en su libro Rivers, nos dice que la erosión es el proceso natural de destrucción ("demolition") de la superficie de la Tierra y la remoción por el viento y el agua de los productos resultantes.

En resultado de la erosión existe un cambio en la pendiente natural del terreno, en ciertos lugares hay remoción de material y en otros lugares sedimentación. Como respuesta aparece una nueva pendiente a la que se nombra exogenética.

En los Ríos se encuentran una gran cantidad de sedimentos así como materiales suspendidos (palizadas), esto debido a las intensas lluvias de la temporada y a la deforestación que existe en sus cercanías, consecuencias de la tala de árboles y malas prácticas agrícolas.

3.2. Caudales Actuales y Proyectados

3.2.1. Caudal Actual

Para el cálculo de la condición actual de los cauces principales se ha utilizado el Index Flood Method, que tiene varias ventajas, la primera es la calibración de un índice de la ecuación, segundo la aproximación es computacionalmente simple de aplicar y tercero, el radio de seguridad, que consiste en función de los periodos de retorno, y utilizamos la fórmula que presentamos:

$$Q = 139.8 A^{1.049} S^{0.5371} F^{-0.9255}$$

Donde:

- A= Área [m²]
- S= Pendiente [ft/m]
- F= Porcentaje follaje natural [%]
- Q= Caudal [ft/s]

3.2.2. Caudales Proyectados

Para el cálculo de los caudales proyectados se ha utilizado el análisis de estudios anteriores para poder comparar los algoritmos utilizados y poder tener una margen de referencia.

Los resultados de los caudales actuales y provenientes de estudios anteriores, los enunciamos en la **Tabla III** a continuación.

Tabla III: Caudales actuales y proyectados para diferentes tiempos de retorno

	MÉTODO RACIONAL - INDEX FLOOD METHOD						A=3510 km ²	
	ESTUDIO FLUVIOMORFOLÓGICO 2013. RÍO VINCES					FENÓMENO DEL NIÑO I=224.7 MM/HR	F= 10%	CAMPO
	QMAX5	QMAX10	QMAX25	QMAX50	QMAX100	QMAX	QMAX	Q
VINCES	954,2	1005,52	1070,36	1118,47	1166,22	1092	1070,07	
76% VINCES (SALITRE)	725,19	764,19	813,47	850,04	886,33	829,92	813,25	208,72
24% SALITRELOS	229	241,32	256,88	268,43	279,89	262,08	256,81	135,31

Fuente: Autores

3.3. Hidráulico

3.3.1. Hidráulica de Canales Abiertos

El flujo libre se presenta cuando el fluido se transporta por acción de la gravedad y están parcialmente cubiertos por un contorno sólido.

El conducto por el cual fluye agua con flujo libre se denomina canal, éste puede ser cerrado o abierto, éstos difieren en un punto: el escurrimiento en un conducto abierto tiene superficie libre y está expuesta a la presión atmosférica.

3.3.2. Distribución de Velocidades en la Sección de un Canal

Al existir una superficie libre y fricción a lo largo de las paredes del canal, las velocidades en el canal no se encuentran uniformemente distribuidas en la sección transversal. La velocidad máxima en canales comunes, normalmente suele ocurrir por debajo de la superficie del agua a una distancia de 0.05 a 0.25 de la profundidad.

3.3.3. Modelo Hidráulico a Superficie Libre

Los fenómenos hidráulicos que se presentan en el ámbito de la ingeniería, corresponden en su mayoría a fenómenos con superficie libre y por lo tanto la fuerza que predomina en ellos es la fuerza de gravedad, muy aparte de la inercial.

3.3.4. Criterios para un Embalse

Un reservorio consta básicamente de dos parámetros:

- **Estructural:** se refiere al sistema de muro que va a utilizar como presa y cuya función es frenar el cauce natural en la zona tras la cual se forma una represa
- **Hidráulico:** determina las dimensiones requeridas para tuberías de conducción y manejo de los niveles de almacenamiento del agua. En este punto es necesario saber los índices de precipitaciones propios de la zona en la que se encuentra la represa y disponer de sistemas de válvulas o vertederos.

3.3.5. Tipos de Flujo

El flujo en canales abiertos puede clasificarse en muchos tipos. Las siguientes clasificación que se van a citar dependen del cambio en la profundidad con respecto al tiempo y espacio.

Flujo permanente y flujo no permanente. Se dice que el flujo en un canal abierto es permanente si la profundidad de flujo no cambia o puede considerarse constante durante el intervalo de tiempo a considerar. El flujo es no permanente si la profundidad cambia con el tiempo. Para cualquier flujo, el caudal Q en una sección del canal se expresa por:

$$Q = V A$$

Dónde:

- V es la velocidad media.
- A es el área de la sección transversal de flujo perpendicular a la dirección de éste.

Para una mejor apreciación en cuanto a la clasificación de flujos en canales abiertos, se muestra el siguiente esquema: **(Figura 3.1)**

- Flujo permanente
- Flujo uniforme
- Flujo Variado
- Flujo gradualmente variado
- Flujo rápidamente variado
- Flujo no permanente
- Flujo uniforme no permanente
- Flujo no permanente
- Flujo gradualmente variado no permanente
- Flujo rápidamente variado no permanente

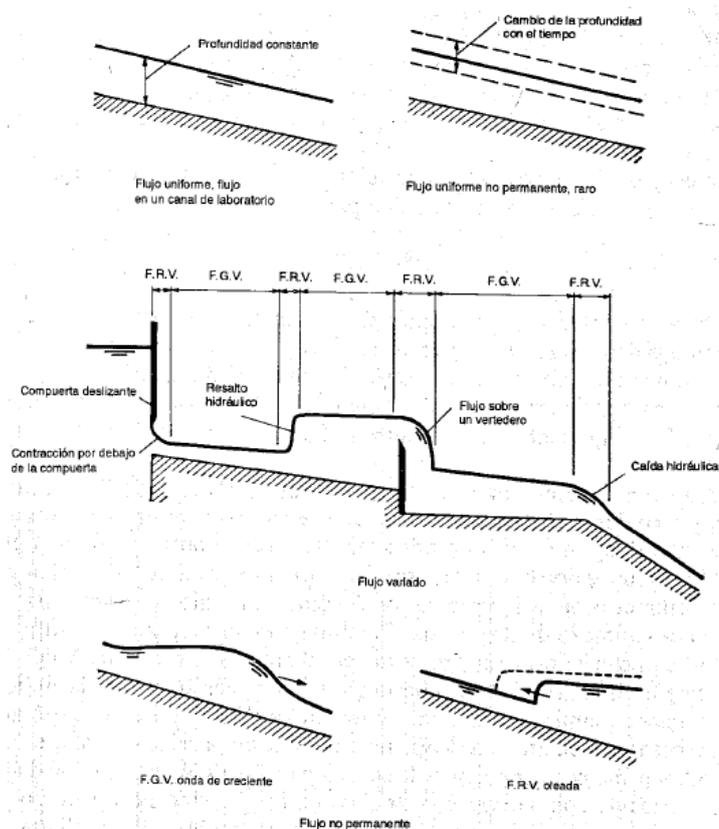


Figura 3.1. Diferentes tipos de flujo en canales abiertos. FGV= flujo gradualmente variado, F.R.V= flujo rápidamente variado.

Fuente: (Hidráulica de canales abiertos, Ven Te Chow).

3.3.6. Propiedades de los canales

3.3.6.1. Clasificación de los canales abiertos

- Canales naturales
 - Cursos de agua – Desde arroyuelos hasta ríos
 - Corrientes subterráneas

- Propiedades irregulares: Hidrología, Geomorfología, Sedimentología
- Hidráulica Fluvial

- Canales artificiales
 - Intervención humana
 - Centrales hidroeléctricas, drenaje irrigación, desborde
 - Alcantarillas
 - Ductos cajones
 - Acueductos

3.3.6.2. Geometría

- Canal prismático: sección transversal y pendiente constantes, invariables.
- Canales no prismáticos.
- Canales naturales – irregulares, secciones parabólicas, compuestas – cambios frecuentes de pendientes.
- Canales artificiales – secciones conocidas.
- Canales de tierra – trapecio – estabilidad ¿por qué?
- Cuadrado - rectángulo. Ductos cajones.

3.3.6.3. Distribución de velocidades

- Velocidades no uniformemente distribuidas.
- Debido a la superficie libre y fricción (paredes del canal).
- Máximas velocidades: $0.05 h$ a $0.25 h$ (donde h es la altura medida desde la superficie).
- Otros factores:
 - Forma inusual de la sección.
 - Rugosidad

3.3.7. Pendientes en los canales

3.3.7.1. Pendientes según el régimen: subcrítico.

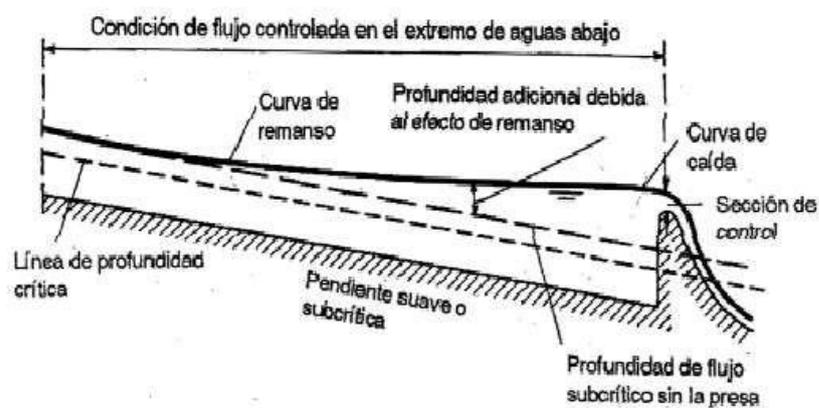


Figura 3.2. Régimen subcrítico.

Fuente: (Hidráulica de canales abiertos, Ven Te Chow).

3.3.7.2. Pendientes según el régimen: crítico.

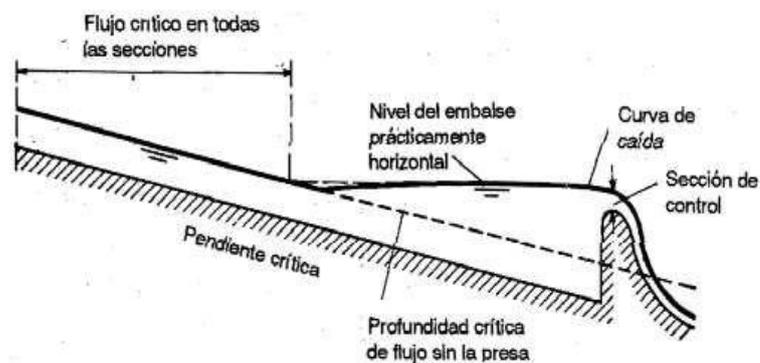


Figura 3.3. Régimen crítico.

Fuente: (Hidráulica de canales abiertos, Ven Te Chow).

3.3.7.3. Pendientes según el régimen: supercrítico (Ver figura)

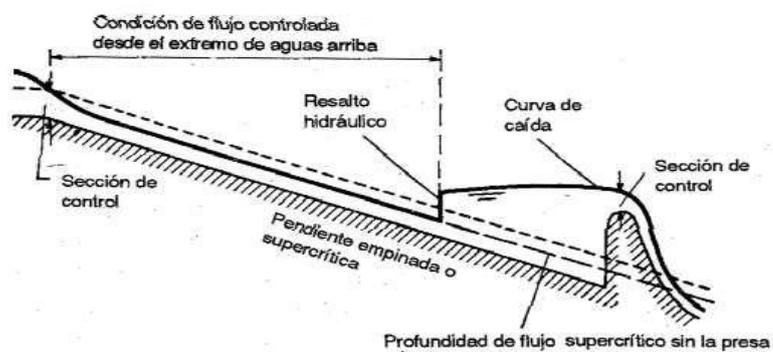


Figura 3.4. Régimen supercrítico.

Fuente: (Hidráulica de canales abiertos, Ven Te Chow).

3.3.8. Diseño de canales bajo flujo uniforme

3.3.8.1. Canales no erosionables

Son canales artificiales revestidos y contruidos, capaces de resistir la erosión de forma satisfactoria. Existen factores que se deben de considerar en el diseño, los cuales son:

- Clase del material en la que se encuentra compuesto el cuerpo del canal (concreto, PVC, acero, mampostería)
- Borde libre
- Velocidad mínima permisible
- Sección óptima
- Pendientes del canal (lateral y fondo)

3.3.8.2. Canales erosionables que se socavan, pero que no se sedimentan

- Método de la velocidad máxima permisible

Consiste en asegurar un estado libre de socavación.

- Método de la fuerza tractiva

Usado para canales erosionables

Alta incertidumbre.

Diseño “preciso”: muy poco factible.

3.3.8.3. Canales en pasto

Al existir vegetación en canales, estos originan turbulencia, pérdidas de energía y retardo en el flujo. En el área de la agricultura es beneficioso, ya que el pasto estabiliza el cuerpo del canal, consolida la masa de suelo e impide la erosión en la superficie del canal.

3.3.9. Muestreo de campo

En campo se realizaron las mediciones de velocidades y de niveles de la superficie del cauce sobre el nivel del mar para poder analizar sus fluctuaciones con respecto al comportamiento de la marea. Los dos puntos que se analizaron fueron tomados en el puente de Salitre sobre el río Vinces y en el puente de Tarifa sobre el río Salitre – Los Tintos. (**Tabla IV**).

Tabla IV Información con respecto a las mareas de los Ríos Salitre-Los Tintos y Vinces

Río Salitre - Los Tintos ABS (16+650)	Río Vinces ABS (13+500)
HORA: 15:46 A.M	HORA: 11:21 P.M.
COTA: 2,86 m.s.n.m.	COTA: 3,36 m.s.n.m.
DISTANCIA: 150 m	DISTANCIA: 200m
TIEMPO: 2 min. 50 seg.	TIEMPO: 3min. 4 seg.
Q=135,31 m ³ /s	Q= 208,72 m ³ /s

Fuente: Autores.



Figura 3.5. Datos de mareas del día 31 de marzo del 2015.

Fuente: Autores.

3.3.10. Hidráulica Fluvial

El objetivo de esta sección trata de las intervenciones en los ríos para aprovechar sus recursos y reducir el riesgo de daños asociados a las avenidas. En los ríos, al formar parte del medio natural y a diferencia de lo que ocurre en los canales u otras obras hidráulicas, se producen una serie de interrelaciones entre los distintos factores del mundo.

3.3.11. Morfología Fluvial

Clasificación de los ríos:

- Ríos efímeros: climas áridos y semiáridos
- Ríos Perennes

Ríos aluviales: discurren por materiales sedimentarios (llanuras de inundación)

- Ríos de lecho rocoso

Ríos torrenciales: pendiente mayor de 1.5% (hidráulica torrencial)

- Torrentes: pendiente mayor de 6%
 - Ríos de montaña
 - Ríos de llanura de inundación

3.3.12. Morfología de los Ríos

- Erosión en cabecera
- Transporte en el cauce medio
- Sedimentación en el tramo bajo
- Hidrología fluvial: Estudio de la secuencia en que se presentan los caudales
- Régimen hidrológico (pluvial, tropical)
- Caudales clasificados, hidrogramas, caudales máximos instantáneos

3.3.13. Tipos de Cauces

Tradicionalmente se consideran tres tipos: rectos, con meandros y trezados.

Los cauces rectos no pueden formarse de manera natural, estos pueden existir solamente cuando su flujo está absolutamente controlado.

Aún no se entiende el fenómeno de la formación de meandros, así mismo como la de los cauces trezados. Dentro de los meandros, encontramos algunos tipos, de los cuales destacan: regulares, tortuosos, estos últimos se desarrollan cuando la geología, el relieve, la resistencia a la erosión de ciertos márgenes controlan.

Una clasificación (Brice, 1983), considera cuatro tipos de cauces, dos sinuosos y dos trezados; además considera para cada uno lo posible presencia de varias ramas (“anaramas”).

Los meandros se desplazan por erosión de margen externa (convexa) y sedimentación en la margen interna (cóncava); pueden ocurrir cortes de meandros. Cuando ocurren estos cortes de meandro, los sedimentos del río se depositan en las entradas de este brazo y forman tapones.

Si el río transporta lodo, los tapones son de arcilla y crean puntos de control con más alta resistencia a la erosión.

3.3.14. Equilibrio en el Fondo del Cauce

Se dice que un cauce se encuentra en equilibrio, en presencia de transporte de sedimentos (ya sea en suspensión o por el fondo), cuando su cota no sufre modificación.

Lane E.W. (1955), propuso tener en cuenta cuatro variables cuando analizó la estabilidad de un fondo:

- El caudal líquido unitario: q
- El caudal sólido de fondo unitario: q_s
- La pendiente del cauce: i
- El tamaño del sedimento: D_{50}

Lane estableció de una forma cualitativa, que la condición de equilibrio depende de la relación que existe entre estas cuatro variables, de manera que el conjunto caudal sólido- granulometría del sedimento debe estar en equilibrio con el conjunto caudal líquido- pendiente del cauce.

$$q_s \times D_{50} = q \times i$$

De una forma muy intuitiva se puede representar la expresión anterior como una balanza. (**Figura 3.6**)

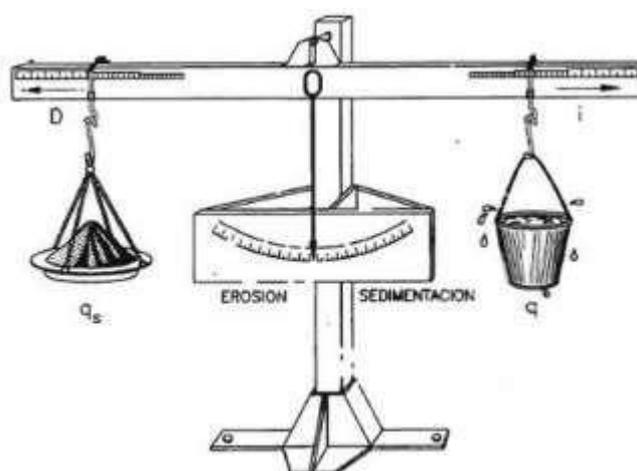


Figura 3.6. Analogía de la balanza de Lane
Fuente: (Ingeniería Fluvial, Juan Pedro Martín Vide.)

El desplazamiento de la balanza por un exceso de peso en un platillo (caudal líquido o caudal sólido) o por un brazo excesivamente largo (pendiente o granulometría del sedimento), da lugar a un desequilibrio que conlleva procesos de erosión o sedimentación.

Para recuperar el equilibrio, el flujo debe aumentar el peso del platillo opuesto o incrementar su brazo.

En resumen los ríos se pueden encontrar en equilibrio o en desequilibrio. En el segundo caso puede existir un exceso de transporte de fondo

(sobrealimentación) o un defecto (subalimentación) y se produce sedimentación o erosión respectivamente.

3.3.15. Transporte de Sedimentos

El caudal sólido que es transportado por una corriente se puede clasificar en función de dos criterios:

- Modo de transporte
- Origen del material.

Por el modo de transporte, una partícula puede ser transportada en suspensión (soportada por la turbulencia del flujo), o transportada por el fondo, rodando, saltando o deslizándose.

Cuando mayor es la energía del flujo mayor será el diámetro que puede ser transportado en suspensión. En lo que respecta al origen del material, éste puede provenir del mismo lecho del cauce, o proceder del lavado de las laderas de la cuenca.

3.3.16. La Erosión de Cuencas. Erosión Específica

Los sedimentos fluviales se originan en la erosión de la cuenca. La erosión es un proceso natural que se desarrolla continuamente desde los tiempos geológicos y que determina y modela la forma de la corteza terrestre.

El Glosario de la Organización Meteorológica Mundial define la erosión como el desgaste del suelo por acción del agua en movimiento, de los glaciares, vientos y olas.

FRIJLINK, en su libro Rivers, nos dice que la erosión es el proceso natural de destrucción ("demolition") de la superficie de la Tierra y la remoción por el viento y el agua de los productos resultantes.

En resultado de la erosión existe un cambio en la pendiente natural del terreno, en ciertos lugares hay remoción de material y en otros lugares sedimentación. Como respuesta aparece una nueva pendiente a la que se nombra exogenética (**Figura 3.7**).

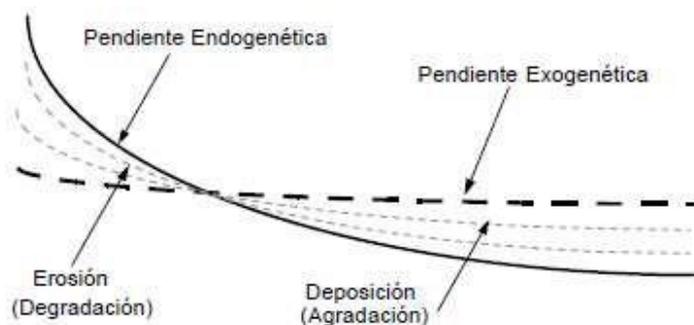


Figura 3.7. Variación de pendientes durante la erosión
Fuente: (Introducción a la Hidráulica Fluvial, Arturo Rocha Felices).

A continuación se presenta de manera gráfica el origen y relaciones de la erosión (**Figura 3.8**).

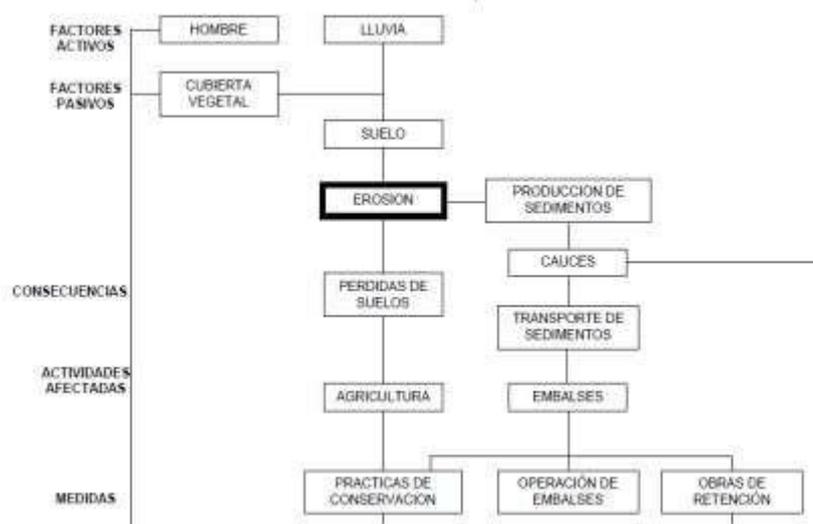


Figura 3.8. Origen y relaciones de la erosión.
Fuente: (Introducción a la Hidráulica Fluvial, Arturo Rocha Felices.)

3.3.17. Modelo HEC-RAS

El nombre Hec-Ras es una combinación de las siglas en inglés HEC (Hydrologic Engineering Center o Centro de Ingeniería Hidrológica) y RAS

(River Analysis System o Sistema de Análisis de Ríos), este es un software que brinda la modelación hidráulica en régimen permanente y no permanente, transporte de sedimentos y análisis de calidad del agua en canales abiertos, ríos y canales artificiales. Esta aplicación ha sido creada por el Centro Hidrológico del Cuerpo de Ingeniería de la Armada De los EE.UU. (US. Army Corps of Engineers).

Hec-Ras hace que los cálculos de los perfiles de agua y parámetros hidráulicos del cauce sean más fáciles de calcular. Este programa nos ayuda a calcular los niveles de agua de la superficie de un flujo gradualmente variado. Para la simulación que realiza el programa se puede tomar un río o una red de ríos.

3.3.17.1. Pasos en el desarrollo de un modelo hidráulico

- Inicio de un proyecto nuevo
- Introducción de los datos geométricos
- Introducción de los datos de flujo
- Ejecución de los cálculos hidráulicos
- Visualización e impresión de resultados

3.3.17.2. Importancia

Este programa permite:

- Predecir áreas de inundación y mitigación del mismo en un río o una red de ríos para distintos periodos de retorno.
- Calcular variables hidráulicas para la elaboración de un diseño de estructuras hidráulicas en los cauces; tales como: puentes, alcantarillas, cunetas, etc.
- Delimitar fajas marginales de los ríos.
- Obtener la altura óptima de diseño de una carretera que pudiese estar afectada por el caudal de un río.
- Interpolar secciones
- Realizar perfiles de corrientes tributarias

3.4. Riego y Drenaje

Los sistemas de riego y drenaje consisten en una aplicación artificial del agua al terreno para que los cultivos puedan satisfacer la demanda de humedad necesaria para el crecimiento de los cultivos que se desarrollan en ellos además de permitir el excedente de aguas originadas por las precipitaciones pluviales.

Los principales objetivos para la implementación de estos sistemas son:

- Satisfacer la demanda hídrica de los cultivos.
- Proporcionar nutrientes en disolución.

- Asegurar las cosechas contra sequías de corta duración.
- Refrigerar el suelo y la atmósfera para mejorar el medio ambiente de la planta.
- Reducir el contenido de sales de un suelo existiendo un adecuado drenaje.

Una definición muy acertada de los sistemas de riego es la que dan los rusos Aidarov, Golovanov y Mamaév (1985) que indican: el sistema de riego, es el conjunto de instalaciones técnicas que garantizan la organización y realización del mejoramiento de tierras mediante el riego.

Partes que integran los sistemas:

- Fuente de regadío (Río, presa, pozos...).
- Toma de agua de cabecera.
- El canal principal o tubería.
- Los canales distribuidores o tuberías (primario, secundario, terciario...).
- Red de drenaje destinada a evacuar excedentes de agua y de sales, así como de niveles freáticos excedentes.
- Las obras hidrotécnicas del sistema de riego (compuertas, válvulas, medidores, aliviadores).

- Las instalaciones adecuadas para garantizar el riego durante todo el ciclo.

3.4.1. Métodos de riego.

Los métodos de riego pueden ser considerados como la forma en que el riego es aplicado al suelo para el desarrollo de los cultivos. Estos pueden ser:

- **Riego superficial.** El agua se distribuye por la superficie del campo por gravedad, esto es, a través de surcos, melgas, cuadros, terrazas, etc.
- **Riego por aspersión.** El agua se distribuye en forma de lluvia artificial a través de equipo especial de rociado de largo y mediano alcance.
- **Riego por micro aspersión.** El agua se distribuye en forma de lluvia artificial a través de equipo especial de bajo alcance.
- **Riego por goteo.** El agua se suministra en forma de gotas directamente a la zona radicular de cada planta.
- **Riego subterráneo.** El humedecimiento del suelo se realiza por medio de humidificadores colocados debajo de la planta, aproximadamente a 40 - 45 cm. También puede regarse en forma subterránea, a través del control de niveles freáticos, donde se mantiene la humedad del terreno en niveles deseados.

3.4.2. Drenaje Agrícola

Es la eliminación del exceso de agua de los suelos bajo cultivo (U.S.D.A.), también se entiende por drenaje agrícola todas las acciones que tienden a eliminar los excedentes de humedad del suelo, donde ocurre el desarrollo radical del cultivo (De la Peña, I. - SARH). El drenaje agrícola es utilizado para la mejora de un suelo cuando éste se encuentra con exceso de agua y/o sales.

Se realiza un sistema de drenaje en lugares donde la agricultura es muy intensa y donde existe un gran exceso de agua causado en ciertos casos por un nivel freático elevado, en otras ocasiones por saturación del suelo y también por deficientes prácticas de riego.

Los sistemas de drenaje por lo general tienen las siguientes características:

- Incrementar la producción de los cultivos.
- Incrementar la calidad de los cultivos.
- Controlar el nivel freático.
- Aireación óptima del suelo.
- Incrementar la actividad bacteriana y organismos del suelo
- Incrementar la fertilidad del suelo.
- Incrementar el mejor aprovechamiento de la humedad por los cultivos.

- Prevenir el ahogamiento de las raíces.
- Desalojar las sales nocivas del suelo.
- Controlar la polución del suelo.

El drenaje agrícola es un requerimiento generalizado, sobre todo para la producción agrícola en la Costa y Amazonía, regiones que por su topografía son más vulnerables al anegamiento de sus áreas productivas, sea por el exceso e intensidad de las precipitaciones o por el desborde de los cursos de agua en la época invernal. En la Sierra también existen requerimientos de obras y acciones de drenaje agrícola, a pesar de que la topografía de la región posibilita un mayor drenaje natural.

Las causas del mal drenaje pueden ser por condiciones:

- **Topográficas.** En áreas bajas en relación con las tierras circundantes, sin salida por gravedad del agua, la capa freática puede estar durante periodos largos muy cerca de la superficie, de manera independiente de la permeabilidad del suelo.
- **Pedológicas.** La mayor parte de los problemas de drenaje son debidos a la existencia de suelos impermeables o de permeabilidad reducida. A veces el estrato impermeable se encuentra a cierta profundidad e impide la salida subterránea del agua.

- **Hidrológicas.** En suelos de condiciones topográficas y pedológicas no demasiado desfavorables puede haber problemas de drenaje cuando las aportaciones de agua superan a la capacidad de drenaje del acuífero.

Desgraciadamente, el problema del drenaje agrícola en Ecuador ha sido descuidado, tanto en superficies regadas como en zonas húmedas, lo que ha causado efectos de degradación de los suelos (salinización) como en Santa Elena, Loja (Catamayo), Imbabura (Salinas de Ibarra), esto a su vez ha producido severas limitaciones en el aprovechamiento de áreas productivas, especialmente en la Costa y Amazonía, por razones climáticas (exceso de precipitaciones), niveles freáticos (altos), calidad de los suelos (poco permeables) y por la topografía del terreno (plana). Así, se ha generado una significativa disminución de los rendimientos de los cultivos o su pérdida total, lo que ha llevado a que muchos agricultores se vean obligados a ampliar la frontera agrícola.

3.4.3. Efectos nocivos del exceso de humedad sobre el suelo y los cultivos.

Para definir el problema de drenaje de tierras, habrá que separar el problema en 2 diferentes zonas:

En las zonas de riego, generalmente establecidas en zonas áridas, el mal manejo del agua de riego, la mala nivelación, el uso inadecuado del suelo, las deficiencias en el diseño de riego, por mencionar algunas prácticas deficientes, provocan la elevación de mantos freáticos y aumentan la salinidad en estas áreas.

En las zonas de alta precipitación (mayores a los 600 mm anuales) y donde la evaporación es menor, se encuentran áreas de mantos freáticos someros, sin embargo es poco probable la acumulación de sales en la zona radicular del cultivo. Desde luego, esto no deja de ser un grave problema para esas zonas.

CAPÍTULO 4

4. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

Según la clasificación de suelos de la FAO y la Soil Taxonomy, un vertisol es aquel suelo, generalmente negro, en donde hay un alto contenido de arcilla expansiva conocida como montmorillonita. Este tipo de suelo es muy adecuado para el cultivo de arroz, en el Cantón de Salitre y Samborondón podemos apreciar la extensa zona de este tipo de suelos.

El cultivo de arroz requiere de 800 – 1240 mm de agua aproximadamente durante un ciclo vegetativo de 120 días. Aunque durante el manejo del cultivo por cuestiones sanitarias y control de malezas, se mantiene una lámina de 20 cm de agua en las piscinas de arroz. EL cultivo de arroz soporta inundaciones y puede continuar con sus procesos fisiológicos de manera normal hasta la cosecha.

Los aportes, recargas o bombeos de agua para mantener la lámina de 20 cm en el cultivo se dan en ciclos de 10 días, bajando la lámina de agua durante la floración, momentos en los cuales se lleva al cultivo a un pequeño estrés

hídrico para que acelere los procesos de floración. Luego de la floración se aporta nuevamente la lámina de agua para continuar con los cuidados fitosanitarios. Incluso durante la cosecha se mantiene una lámina de agua.

Una vez realizada la evaluación y diagnóstico de los diferentes componentes hídricos existentes en el área de estudio se han procedido a generar tres alternativas que permitan mejorar el riego y drenaje; estas son:

- Construcción de 2 embalses en la zona.
- Construcción de 2 canales principales que se alimentarán de los ríos Salitre – Los Tintos y Vincés.
- Desazolve de canales principales existentes.

4.1. Construcción de Embalses

La primera alternativa de abastecimiento sería la construcción de dos embalses. Para la implementación de ésta alternativa será necesaria la intervención de 126.40Ha aproximadamente; las mismas que se encuentran distribuidas de la siguiente manera:

- **Embalse # 1.** Ubicado hacia el área norte del Área De Estudio su uso principal sería netamente para almacenamiento de la bifurcación del cauce principal Salitre – Los Tintos y tendrá una extensión estimada de

26.40 Ha y se necesitaría la construcción de un dique perimetral de altura 2.75m y 1,286.00m de longitud aproximadamente.

- **Embalse # 2.** Sus objetivos son el de control de inundaciones y almacenamiento de agua para épocas de verano. Estaría ubicado hacia el interior del área de estudios con una extensión aproximada de 100.00Ha y se necesitaría la construcción de un dique perimetral de 2.00m de altura y 5,114.00m de longitud aproximadamente.

Los terrenos necesarios para la implementación de éstos embalses son registrados como propiedad de varias cooperativas agrícolas que desarrollan sus actividades en el sector por lo que de definirse esta alternativa deberá tenerse en consideración los Costos correspondientes por Expropiación/Indemnización a los propietarios actuales.

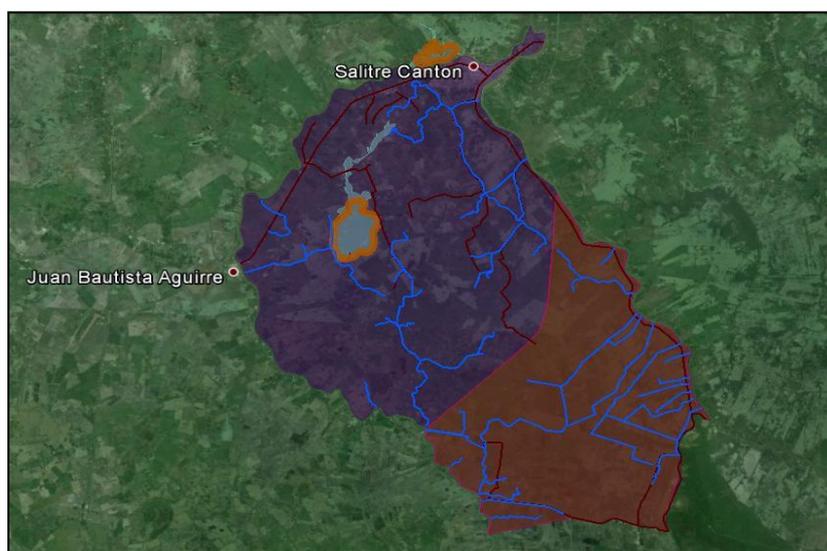


Figura 4.1. Ubicación de embalses propuestos.
Fuente: Google Earth.

4.1.1. Viabilidad Técnica

Embalse #1

Este reservorio que ocupa un área de 24,6 hectáreas tiene una capacidad de alimentación:

- Mínima = 418.057 m³
- Máxima = 614.790 m³

Tabla V. Volumen mínimo, medio y alto del almacenamiento del embalse y el total de hectáreas beneficiadas por día y por ciclo de cosecha.

RESERVORIO -- 24,6 HAS

NIVELES DE AGOTAMIENTO EN RECERVORIO	Metros Cubicos	Consumo / Ha. / M3	Total / Has. / Riego/Dia	Ciclo / Periodo /Riego/Dias	Total / Has. / Regar / Ciclo
MINIMO	418057	2000	209	10	2090
MEDIO	516423	2000	258	10	2582
ALTO	614790	2000	307	10	3074

Fuente: Autores.

En la tabla anterior podemos apreciar también el total de hectáreas que pueden ser beneficiadas en un día y en un ciclo de cosecha.

Embalse #2

Este reservorio que ocupa un área de 100.0 hectáreas tiene una capacidad de alimentación:

- Mínima = 1 150.259 m³ de Agua.
- Máxima = 1 667.043 m³ de Agua.

Tabla VI. Volumen mínimo, medio y alto del almacenamiento del embalse y el total de hectáreas beneficiadas por día y por ciclo de cosecha.

NIVELES DE AGOTAMIENTO EN RECERVORIO	Metros Cubicos	Consumo / Ha. / M3	Total / Has. / Riego/Dia	Ciclo / Periodo /Riego/Dias	Total / Has. / Regar / Ciclo
MINIMO	1150259	2000	575	10	5751
MEDIO	1408651	2000	704	10	7043
ALTO	1667043	2000	834	10	8335

Fuente: Autores.

Podemos apreciar el total de hectáreas que pueden ser beneficiadas en un día y en un ciclo de cosecha.

4.1.2. Estimación de Costos

Tabla VII. Costo construcción de embalses.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	C. UNITARIO	COSTO TOTAL
	EMBALSE 614,790.0M3				
1	Construcción de Dique	Gbl.	1.00	\$ 3233677.39	\$ 3233677.39
2	Vertedero.	Gbl.	1.00	\$ 1616838.69	\$ 1616838.69
3	Obra de Toma	Gbl.	1.00	\$ 431156.98	\$ 431156.98
4	Obras preliminares	Gbl.	1.00	\$ 107789.25	\$ 107789.2462
5	Costos de Expropiación	Ha.	26.40	\$ 20000.00	\$ 492000
6	Operación y Mantenimiento	Gbl.	1.00	\$ 176443.87	\$ 176443.87
7	Servicios ambientales	Gbl.	1.00	\$ 294073.12	\$ 294073.12
	EMBALSE 1,647,063.0M3				
8	Construcción de Dique	Gbl.	1.00	\$ 10004015.15	\$ 10004015.15
9	Vertedero.	Gbl.	1.00	\$ 3847698.14	\$ 3847698.135
10	Obra de Toma	Gbl.	1.00	\$ 1077355.48	\$ 1077355.478
11	Obras preliminares	Gbl.	1.00	\$ 461723.78	\$ 461723.7762
12	Costos de Expropiación	Ha.	100.00	\$ 20000.00	\$ 2000000
13	Operación y Mantenimiento	Gbl.	1.00	\$ 521723.78	\$ 521723.78
14	Servicios ambientales	Gbl.	1.00	\$ 869539.63	\$ 869539.63
COSTO TOTAL (USD)					\$ 25,134,035.25

Fuente: Autores.

De acuerdo a los cuadros presentados anteriormente la implementación de ésta alternativa estar tendría un costo de \$25,134,035.25USD.

4.1.3. Ventajas

Las ventajas para la alternativa 1 serian:

- Reservorios de mayor capacidad.
- Mayor y mejor capacidad de abastecimiento durante todo el año.

4.1.4. Restricciones

Las restricciones para la alternativa 1 serán:

- Elevado costo de la alternativa.
- Mayor impacto social debido a la expropiación de terrenos
- Generación de costos por expropiación.
- Mayor impacto ambiental.
- Tiempos de ejecución.

4.2. Construcción de 2 canales principales que se alimentarán de los ríos Salitre – Los Tintos y Vincos para abastecer la zona norte y el mantenimiento de canales en la zona sur.

La segunda alternativa de abastecimiento del área de estudio, sería la construcción de dos canales que se bifurcarían de los cauces principales, Salitre – Los Tintos y Vinces, para poder abastecer en su gran parte el sector norte del área de estudio.

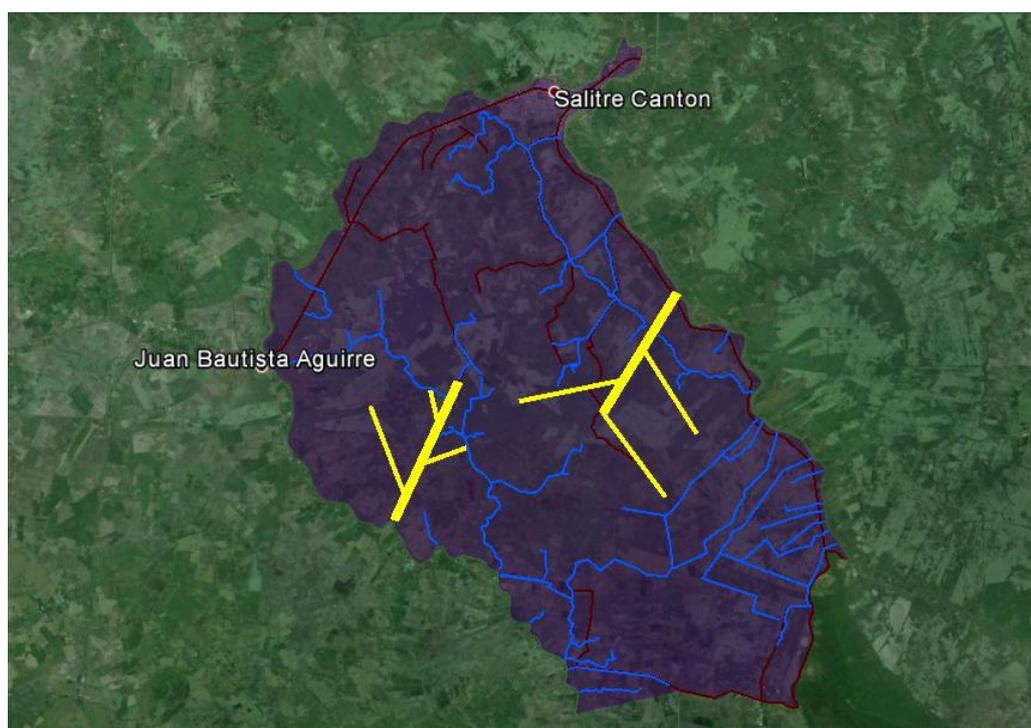


Figura 4.2. Ubicación de dos canales principales, derivados de los ríos Salitre – Los Tintos y Vinces.

Fuente: Google Earth

4.2.1. Viabilidad Técnica

Para la segunda alternativa se tomó en cuenta el volumen total de los canales trapezoidales en sus dos fases de llenado durante el día, mediante la variación de mareas diarias.

Las dimensiones para los canales trapezoidales principales son 8.0 m de base de solera, taludes 2H:1V, y con un tirante promedio de 0.8 m, dependiendo de las fluctuaciones de ingreso de las mareas, manteniendo una pendiente suave, pero sin bajar a velocidades que sean propensas a depósitos de sedimentos, para evitar futuros problemas, la geometría se mantiene en los ramales secundarios, pero la base de la solera se reduce a 4.0 m.

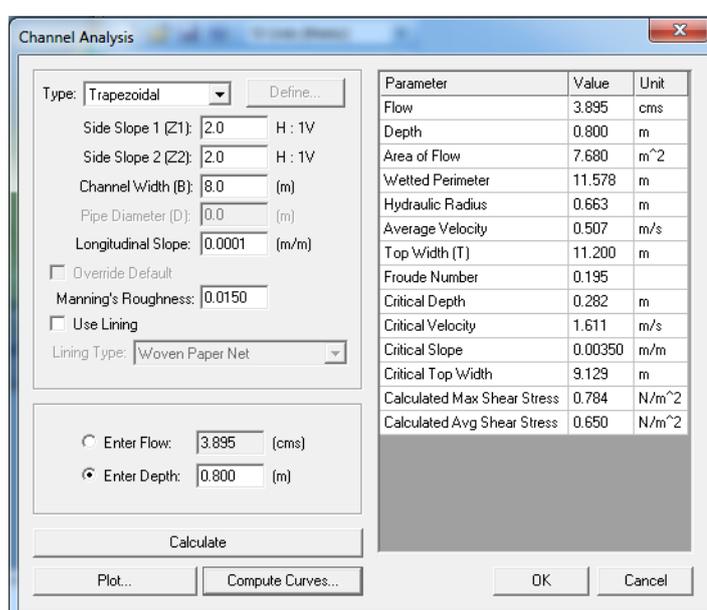


Figura 4.3 Resultado de los cálculos de los canales principales.

Fuente: Autores.

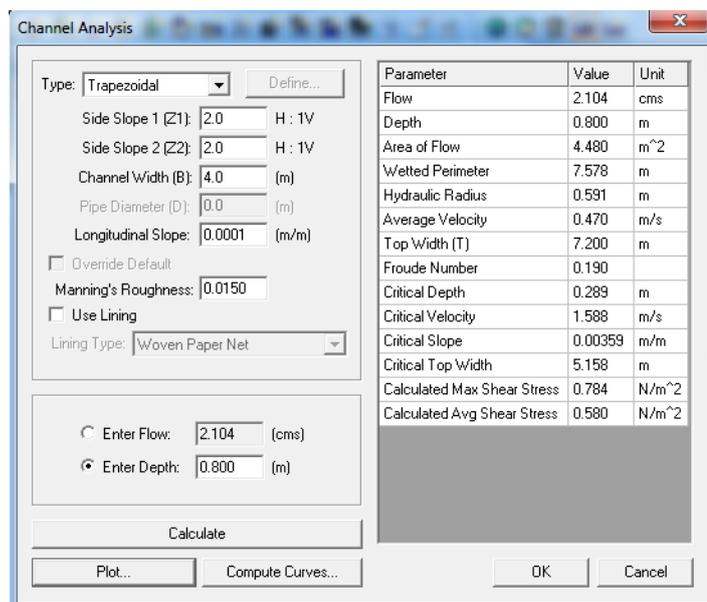


Figura 4.4. Resultado de los cálculos de los canales secundarios.

Fuente: Autores.

Para el cálculo de volúmenes de retención en los canales principales y secundarios, calculamos los volúmenes totales estimados con los que se pueden contar dos veces al día, debido a las fluctuaciones de las mareas.

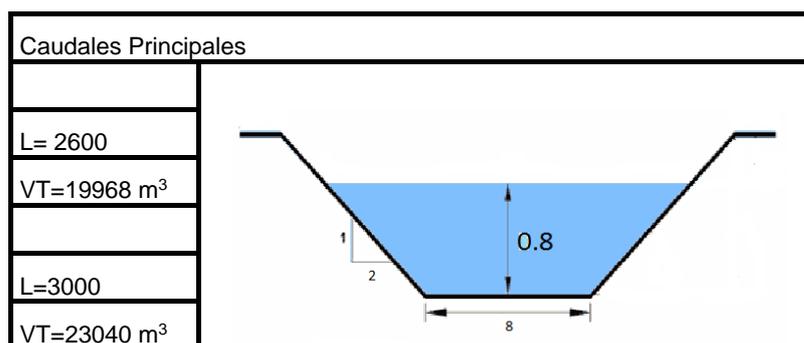


Figura 4.5. Resultado de los cálculos de los canales principales.

Fuente: Autores.

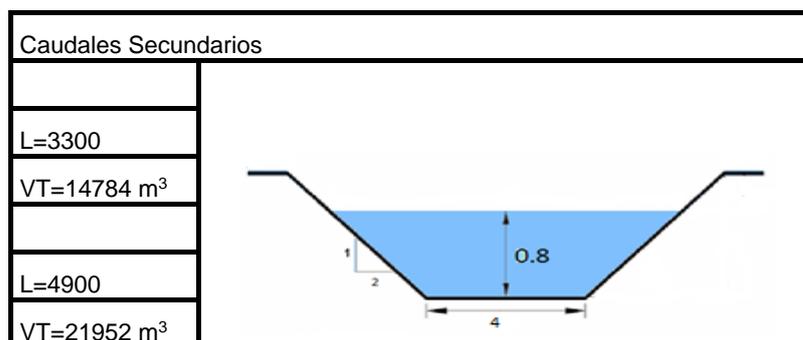


Figura 4.6. Resultado de los cálculos de los canales secundarios.
Fuente: Autores.

4.2.2. Estimación de Costos

Canal principal con longitud de 6km (Ver **Tabla VIII**)

Tabla VIII. Canal primario 6000 km de longitud.

Canal Primario	
Longitud [m]	Costo
6000	\$ 661,050.00

Fuente: Autores.

Canal secundario con longitud de 11 km (Ver **Tabla IX**)

Tabla IX. Canal secundario 11 km de longitud

Canal Secundario	
Longitud [m]	Costo
11000	\$ 1,211,925.00

Fuente: Autores.

4.2.3. Ventajas

Las ventajas para la alternativa 2 serian:

- Alternativa de menor costo.
- Mejor distribución y abastecimiento

4.2.4. Restricciones

Las restricciones para la alternativa 2 serán:

- No se cuenta con información precisa del área cultivable por lo que no se garantiza el abastecimiento integral del área en estudio.
- Mayor impacto social debido a la expropiación de terrenos
- Generación de costos por expropiación.
- Mayor impacto ambiental.

4.3. Desazolve de Cauces Naturales y Canales Principales

En ésta alternativa se contempla la posibilidad de realizar el desazolve de cauces naturales, como lo son el Estero Matapalo y Estero Las Maravillas, y de canales de riego importantes como son Canal Principal, Canal A1, Canal A2 y varios Canales Adicionales según se indica en la figura siguiente.



Figura 4.7. CAUCES/CANALES A DESAZOLVAR.
Fuente: Google Maps.

De manera preliminar se ha podido determinar que mediante la implementación de ésta alternativa se estaría interviniendo 28.80Km de canales y cauces de acuerdo al detalle mostrado a continuación.

Tabla X. CAUCES/CANALES A INTERVENIR.

ÍTEM	CAUCE/CANAL	LONGITUD (m)	USO
1	MATAPALO	5800.0	DRENAJE
2	MATAPALO ADC	3470.0	DRENAJE
3	MARAVILLAS	7688.0	DRENAJE
4	PRINCIPAL	5000.0	DRENAJE
5	A1	1650.0	DRENAJE
6	A2	600.0	DRENAJE
7	B	1920.0	RIEGO
8	B1	1230.0	RIEGO
9	C	1420.0	RIEGO

Fuente: Autores.

4.3.1. Viabilidad Técnica

Para la tercera alternativa se tomó en cuenta el volumen total de los canales trapezoidales en sus dos fases de llenado durante el día, mediante la variación de mareas diarias.

De manera general se pudo determinar que los canales tenidos en consideración para el desazolve disponen de una capacidad de almacenamiento según el detalle mostrado a continuación:

Tabla XI. Capacidad de almacenamiento de canales/cauces a desazolver.

ÍTEM	CAUCE/CANAL	LONGITUD (M)	ANCHO DE SOLERA (m)	TALUD ESTIMADO (%)	TIRANTE NORMAL (m)	CAPACIDAD DE ALMACENTAMIENTO (m ³)
1	MATAPALO	5800.0	8.00	45.0	1.5	82650.0
2	MATAPALO ADC	3470.0	7.00	45.0	1.5	44242.5
3	MARAVILLAS	7688.0	7.00	45.0	1.5	98022.0
4	PRINCIPAL	5000.0	8.00	45.0	1.5	71250.0
5	A1	1650.0	4.00	45.0	1.5	13612.5
6	A2	600.0	1.00	45.0	1.5	2250.0
7	B	1920.0	1.50	45.0	1.5	8640.0
8	B1	1230.0	1.50	45.0	1.5	5535.0
9	C	1420.0	1.50	45.0	1.5	6390.0
CAPACIDAD TOTAL (m³)						332592.0

Fuente: Autores.

4.4. Estimación de Costos

Tabla XII. Costo desazolve de canales.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Desazolve de Canales.	ML.	28778.00	\$ 75.00	\$ 2158350.00
3	Obras Adicionales.	GBL	1.00	\$ 661252.50	\$ 661252.50
COSTO TOTAL (USD)					\$2,819,602.5

Fuente: Autores.

De acuerdo a los cuadros presentados anteriormente la implementación de ésta alternativa estar tendría un costo de \$2,819,602.5USD.

4.4.1. Ventajas

Las ventajas para la alternativa 3 serian:

- Manejable en cuanto a aspectos operativos, el mantenimiento se realiza a los márgenes de los canales.
- Optima relación costo-beneficio
- Menor impacto ambiental.
- Optimización de un recurso ya existente.

4.4.2. Restricciones

Las restricciones para la alternativa 3 serán:

- Costos de mantenimiento.

CAPÍTULO 5

5. ANALISIS HIDRÁULICO

La finalidad del Análisis Hidráulico es la determinación del nivel de agua máximo extraordinario (NAME), para el caudal de las avenidas correspondiente a los períodos de retorno establecidos en el estudio hidrológico. Con ello se consigue la delimitación de las zonas afectadas por las avenidas de diseño.

El cálculo de los niveles se ha realizado con la ayuda del modelo hidráulico HEC RAS, en la hipótesis de régimen permanente y gradualmente variado.

Se ha llevado a cabo un recorrido integral de los tramos de estudio para identificar el estado del cauce, las obras existentes y los datos históricos de avenidas, que pueden ayudar en la calibración del modelo.

El modelo utilizado es el programa HEC-RAS, desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica (HEC), del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE.UU., de uso frecuente dentro de la Ingeniería Hidráulica. Está basado en la

aplicación de la ecuación de conservación de la energía, expresada en términos unidimensionales, con la pérdida de carga valorada según la ecuación de Manning y con las siguientes hipótesis básicas:

- El flujo es estacionario. Los valores de las variables no dependen del tiempo, que no interviene en los cálculos.
- El flujo es gradualmente variado: no hay cambios bruscos de las características hidráulicas, de manera que puede suponerse una distribución hidrostática de la presión.
- El flujo se considera unidimensional con corrección para distribución horizontal de velocidad. La altura de la energía es igual para todos los puntos de esta sección.
- La pendiente del cauce ha de ser menor a un 10%, debido a que la altura de presión se supone equivalente a la cota de agua medida verticalmente.
- Régimen único en cada tramo estudiado, admitiendo lento o rápido, pero sin cambio en régimen.
- La pendiente de la línea de energía es uniforme entre dos secciones transversales.

El modelo matemático resuelve de forma iterativa la ecuación de la conservación de la energía para calcular el nivel del agua en una sección a

partir de un nivel conocido en otra. Para determinar las pérdidas por fricción se utiliza la fórmula de Manning, pudiendo usarse diferentes procedimientos, tanto para asignar el valor del coeficiente, que varía de sección en sección, y en cada una, horizontal o verticalmente, como para calcular el valor medio en cada tramo (media aritmética, geométrica, armónica).

Pueden especificarse con todo detalle las pérdidas por expansión o contracción. Los parámetros objeto de una especial atención durante el proceso de calibración son: los coeficientes de resistencia de Manning en el cauce y en la llanura de inundación, y los de contracción y expansión en transiciones.

5.1. Simulación Hidráulica

Como se mencionó al inicio de este numeral, se utilizó el modelo HEC RAS para realizar la simulación del comportamiento del cauce respecto a los caudales de diseño mostrados en la siguiente tabla.

Tabla XIII. Caudales actuales y proyectados para diferentes tiempos de retorno.

	MÉTODO RACIONAL - INDEX FLOOD METHOD					A: 3510 km ²		
	ESTUDIO FLUVIOMORFOLÓGICO 2013. RÍO VINCES					FENÓMENO DEL NIÑO I=224.7 MM/HR	F= 10%	CAMP O
	QMAX5	QMAX1	QMAX2	QMAX5	QMAX100	QMAX	QMAX	Q
VINCES	954,2	1005,52	1070,36	1118,47	1166,22	1092	1070,0	
76% VINCES (SALITRE)	725,19	764,19	813,47	850,04	886,33	829,92	813,25	208,72
24% SALITRELOS - TINTOS	229	241,32	256,88	268,43	279,89	262,08	256,81	135,31

Fuente: Autores.

Para la realización de esta simulación, es necesario proveer al programa una serie de parámetros de entrada que, el modelo requiere para su respectiva aplicación, como los que se menciona a continuación:

- Información topográfica del cauce
- Determinación de llanuras de inundación
- Coeficiente de resistencia de Manning (n), tanto para las llanuras como para el cauce
- Coeficiente de contracción y expansión
- Caudal de diseño
- Parámetros hidráulicos: Condiciones de frontera tales como, pendiente, profundidad crítica, profundidades conocidas y caudales.
- Estructura hidráulica en el cauce (Puente)

5.2. Base teórica del modelo

A manera de explicación, se realizará el análisis estableciendo la existencia de tener en uno o más tramos de río, un flujo uniforme, que tiene las siguientes características principales:

1. La profundidad, el área mojada, la velocidad y el caudal en cada sección del tramo son constantes.
2. La línea de energía, la superficie del agua y el fondo del canal son paralelos, es decir, sus pendientes son todas iguales $S_f = S_w = S_o = S$, donde S_f es la pendiente de la línea de energía, S_w es la pendiente del agua y S_o es la pendiente del fondo del canal.

Cuando el flujo ocurre en un canal natural (río), el agua encuentra resistencia a medida que fluye hacia aguas abajo. Esta resistencia por lo general es contrarrestada por las componentes de las fuerzas gravitacionales que actúan

sobre el cuerpo de agua en la dirección del movimiento, tal como se muestra en el esquema siguiente:

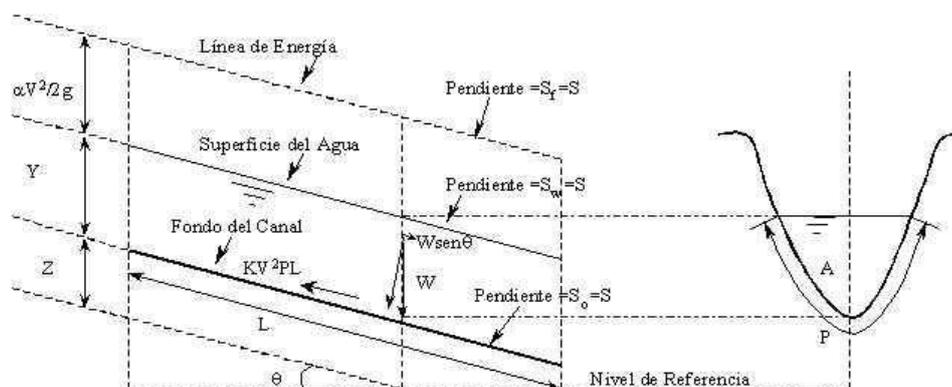


Figura 5.1. Líneas de energía.

Fuente: (Hidráulica de canales abiertos, Ven Te Chow)..

Un flujo uniforme se alcanzará si la resistencia se equilibra con las fuerzas gravitacionales. La profundidad del flujo uniforme se conoce como profundidad normal.

La mayor parte de las ecuaciones prácticas de flujo uniforme suelen expresarse en la forma $V = C R^X S^Y$, donde V es la velocidad media; R es el radio hidráulico; S es la pendiente de la línea de energía; X e Y son exponentes; y C es un factor de resistencia al flujo, el cual varía con la velocidad media, el radio hidráulico, la rugosidad del canal, la viscosidad y muchos otros factores.

Se han desarrollado y publicado una gran cantidad de ecuaciones prácticas de flujo uniforme siendo la más utilizada la ecuación de Manning, que responde a la siguiente expresión:

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

- Q = Caudal (m³/s)
- n = Rugosidad (s/m^{1/3})
- A = Área (m²)
- R = Radio hidráulico = Área de la sección húmeda / Perímetro húmedo (m).

5.3. Información Topográfica del Cauce

El modelo HEC RAS permite el ingreso de secciones transversales irregulares, por lo que, en este caso, se ingresó las secciones transversales respectivas de los ríos Salitre, Los Tintos y Vincés; además de las secciones obtenidas en los 13 canales internos.

Para la realización de esta simulación, se utilizó la información levantada para la realización del estudio tales como:

- Implantación General de los tramos de los ríos Vincés y Salitre-Los Tintos, con secciones transversales cada 500 m.
- Implantación general de los canales de Riego A1, A2, B, B1, C, E, F, F1, G, PRINCIPAL, MARAVILLAS, MATAPALO y MATAPALO ADC, con secciones transversales a diferentes intervalos. Se tomaron las más significativas.
- Perfil Longitudinal de los cauces a analizar.
- Secciones Transversales las mismas que, una vez transformadas en tabla X-Y, se ingresan en la geometría del proyecto (Geometric Data – > Cross Section) estableciendo los límites entre el cauce y la llanura de inundación (Main Channel Station - Bank Left/Right), como se muestra en la siguiente figura.

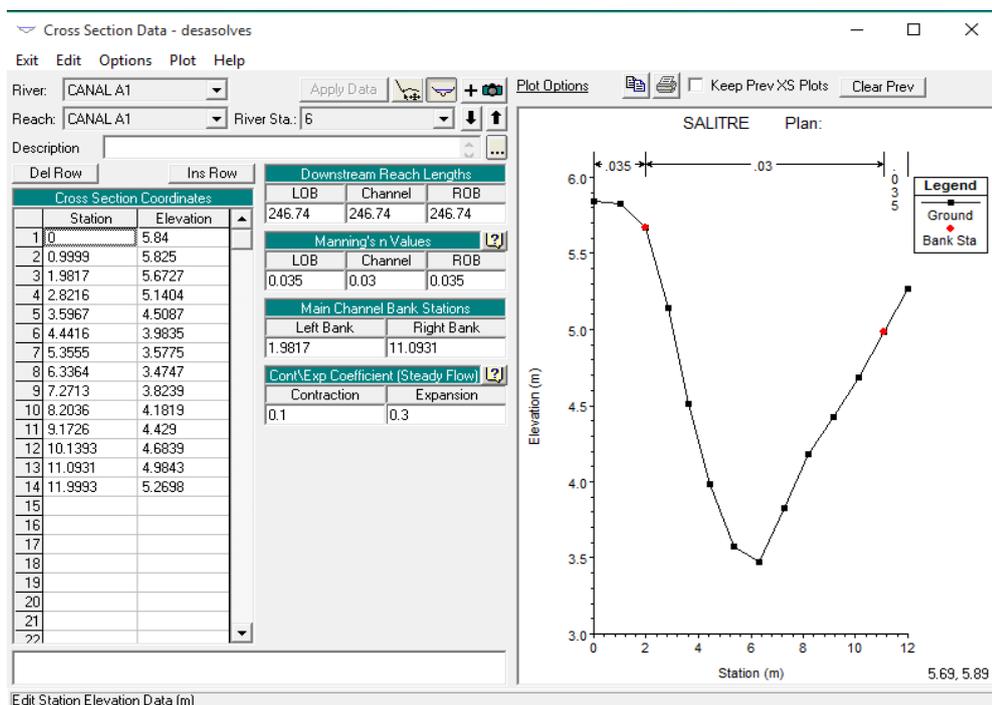


Figura 5.2. Sección transversal programa HEC RAS
Fuente: Autores.

5.4. Coeficiente de Resistencia de Manning

Este coeficiente, que expresa la resistencia del cauce al paso del flujo, depende de varios factores, los cuales son resumidos en la siguiente tabla.

Tabla XIV. Factor – Descripción – Influencia.

FACTOR	DESCRIPCIÓN	INFLUENCIA
Rugosidad de la superficie	Forma de los granos del material	Fino: < n Grueso: > n
Vegetación	Altura, densidad y tipo de vegetación.	Mayor vegetación: > n Menor Vegetación: < n
Irregularidad del canal	Variaciones en las secciones transversales de los canales, su forma y su perímetro mojado a lo largo de su eje longitudinal	Con variación: > n Sin variación: > n
Alineamiento del canal	Meandros	Curvas suaves con radios grandes : < n Curvas bruscas con meandros severos: > n.
Obstrucción	Palizadas	Mas Palizada: > n No Palizada: < n

Fuente: Autores.

El valor de n utilizado, fue estimado mediante tablas existentes, desarrolladas en base a experiencias de investigadores y modelos físicos para ese propósito; las mismas que se encuentran en varios textos de Hidráulica.

Tomando en cuenta los factores arriba mencionados, se asumió que los valores que más se ajustan a las características físicas del cauce son:

Para el cauce : 0.030

Para los valles : 0.035

Cross Section Coordinates	
Station	Elevation
1 0	5.84
2 0.9999	5.825
3 1.9817	5.6727
4 2.8216	5.1404

Downstream Reach Lengths		
LOB	Channel	ROB
246.74	246.74	246.74

Manning's n Values		
LOB	Channel	ROB
0.035	0.03	0.035

Figura 5.3. Entrada de Valores. "n" Manning HEC RAS

Fuente: Autores.

5.5. Coeficientes de Contracción y Expansión

Los coeficientes de contracción/expansión, son usados para determinar las pérdidas de energía entre dos secciones transversales.

Cuando los cambios de secciones son pequeños, los coeficientes de contracción y expansión, están en el orden de 0.10 y 0.30 respectivamente. Cuando existen cambios abruptos de sección como en puentes, sus valores cambian de 0.30 a 0.50 respectivamente.

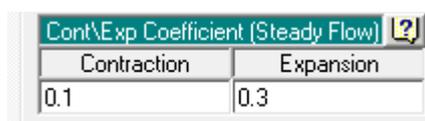
En la siguiente tabla se encuentran los valores de los coeficientes de contracción/expansión para flujo subcrítico.

Tabla XV. Coeficientes contracción/Expansión para Flujo Subcrítico

	Contracción	Expansión
Sin Pérdidas de Transición	0.00	0.00
Transiciones graduales	0.10	0.30
Secciones Típicas de Puentes	0.30	0.50
Transiciones abruptas	0.60	0.80

Fuente: Autores.

En este caso, debido a que no existen obras hidráulicas en los cauces, se determinaron como coeficientes los valores de 0.10 y 0.30.



Contraction	Expansion
0.1	0.3

Figura 5.4. Entrada de Coeficiente contracción/expansión HEC RAS.
Fuente: Autores.

5.6. Caudal de Diseño

Como se estableció previamente, los caudales escogidos para esta simulación son los correspondientes a los diferentes periodos de retorno, para el caso de los Rios Vinces, Salitre y Los Tintos.

Para el caso de los canales de riego, Canal A1, A2, B, B1, C, E, F, F1, G, PRINCIPAL, MARAVILLAS, MATAPALO y MATAPALO ADC, se utilizaron una gama de caudales comprendidos entre los 2 a los 20 m³/s ya que no se posee información de la capacidad para los cuales se diseñaron estos canales.

Este valor se lo ingresa en Datos de Flujo (Steady Flow Data) como se muestra en la siguiente figura.

Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates							
River	Reach	RS	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
1	CANAL A1	6	2	4	6	8	10	12	15	20
2	CANAL A2	2	2	4	6	8	10	12	15	20
3	CANAL B	8	2	4	6	8	10	12	15	20
4	CANAL B1	4	2	4	6	8	10	12	15	20
5	CANAL C	6	2	4	6	8	10	12	15	20
6	CANAL E	4	2	4	6	8	10	12	15	20
7	CANAL F	7	2	4	6	8	10	12	15	20
8	CANAL F1	6	2	4	6	8	10	12	15	20
9	CANAL G	4	2	4	6	8	10	12	15	20
10	CANAL PRINCIPA	10	2	4	6	8	10	12	15	20
11	MARAVILLAS	16	2	4	6	8	10	12	15	20
12	MATAPALO	12	2	4	6	8	10	12	15	20
13	MATAPALO ADC	14	2	4	6	8	10	12	15	20
14	RIO SALITRE	36	229	241.32	256.88	268.43	279.89	262.08	256.81	135.31
15	RIO VINCES	23	725.19	764.19	813.47	850.04	886.33	829.92	813.25	208.72

Figura 5.5. Entrada de datos. Caudal de Diseño HEC RAS.
Fuente: Autores.

5.7. Condiciones de Frontera

El modelo requiere conocer ciertas condiciones de frontera necesarias para realizar la simulación. Estos valores sirven para determinar la superficie de agua inicial y es necesaria para que el programa inicie el proceso de cálculos.

Los datos que pueden ser utilizados, como condiciones de frontera son:

- Altura del nivel del agua conocido
- Profundidad Crítica
- Profundidad Normal
- Curva de Descarga

Para el caso de este estudio, se seleccionó la condición de profundidad normal, ya que las restantes, requieren de información más completa y detallada de los cauces.

5.8. Profundidad Normal

Esta condición, requiere del valor de la pendiente de la línea de energía basada en la Ecuación de resistencia de Manning, el que puede asumirse como la pendiente del fondo del canal, obtenida de la topografía. Para este estudio, se obtuvieron pendientes las cuales se muestran en la tabla abajo mostrada.

Steady Flow Boundary Conditions

Set boundary for all profiles Set boundary for one profile at a time

Available External Boundary Condition Types

Known W.S. Critical Depth Normal Depth Rating Curve Delete

Selected Boundary Condition Locations and Types

River	Reach	Profile	Upstream	Downstream
CANAL A1	CANAL A1	all	Normal Depth S = 0.0008	Normal Depth S = 0.0008
CANAL A2	CANAL A2	all	Normal Depth S = 0.0015	Normal Depth S = 0.0015
CANAL B	CANAL B	all	Normal Depth S = 0.0001	Normal Depth S = 0.0001
CANAL B1	CANAL B1	all	Normal Depth S = 0.0003	Normal Depth S = 0.0003
CANAL C	CANAL C	all	Normal Depth S = 0.0007	Normal Depth S = 0.0007
CANAL E	CANAL E	all	Normal Depth S = 0.0001	Normal Depth S = 0.0001
CANAL F	CANAL F	all	Normal Depth S = 0.0009	Normal Depth S = 0.0009

Steady Flow Reach-Storage Area Optimization ... OK Cancel Help

Enter to accept data changes.

Figura 5.6. Entrada de Valores. Condiciones de Frontera HEC RAS.

Fuente: Autores.

Tabla XVI. Pendientes de los Canales obtenida por la topografía.

	CANAL	PENDIENTE
1	A1	0.0008
2	A2	0.0015
3	B	0.0011
4	B1	0.0003
5	C	0.0007
6	E	0.0001
7	F	0.0009
8	F1	0.0003
9	G	0.0001
10	PRINCIPAL	0.0001
11	MARAVILLAS	0.0001
12	MATAPALO	0.0001
13	MATAPALO ADC	0.0001

Fuente: Autores.

Una vez determinados todos los parámetros necesarios para la simulación, se procedió a la ejecución del programa, para luego realizar el análisis de los resultados.

5.9. Análisis de Resultados de la Simulación

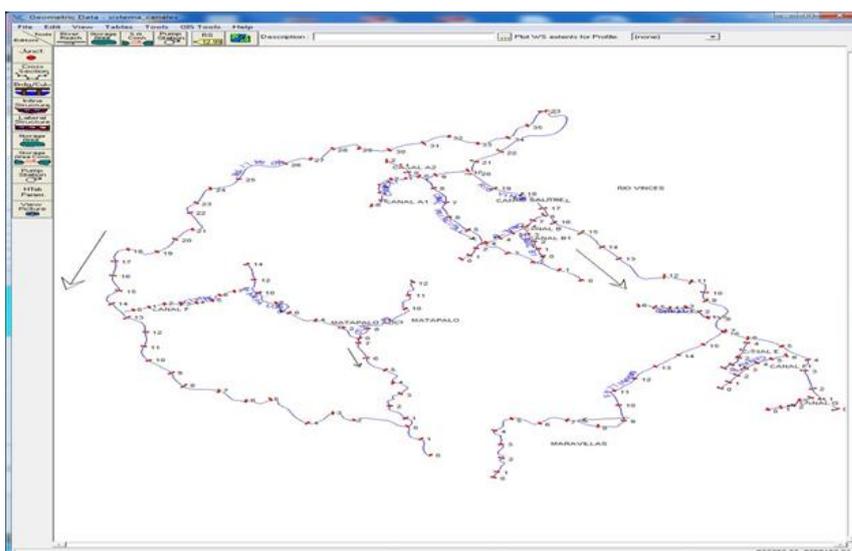


Figura 5.7. Modelo esquemático en HECRAS.

Fuente: Autores.

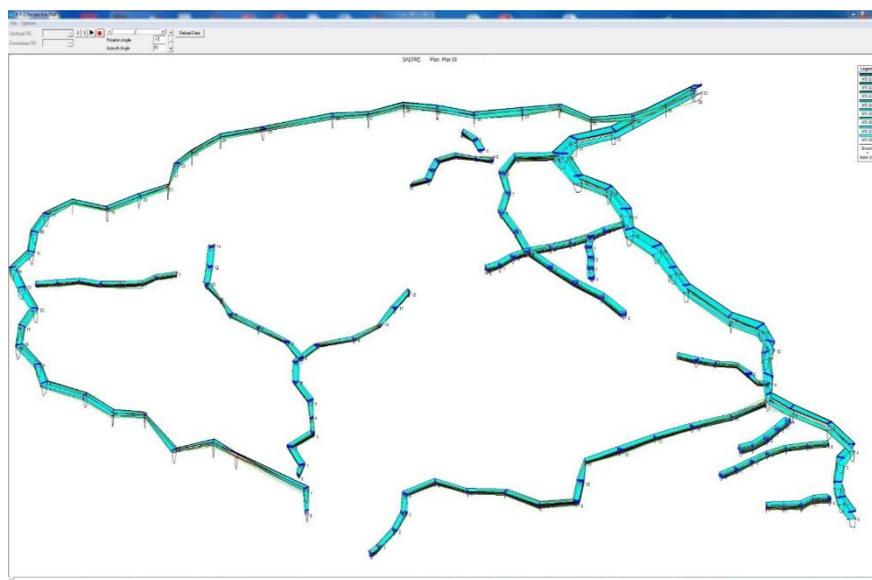


Figura 5.8. Esquema del modelo 3D.
Fuente: Autores.

5.10. Resultados de la Simulación

A continuación se muestran los perfiles hidráulicos de los cauces estudiados, las líneas punteadas de color negro representan los bancos de los ríos: izquierda y derecha como muestra la simbología. Cada línea azul corresponde al perfil hidráulico correspondiente al respectivo periodo de retorno.

Perfil del Rio Vines

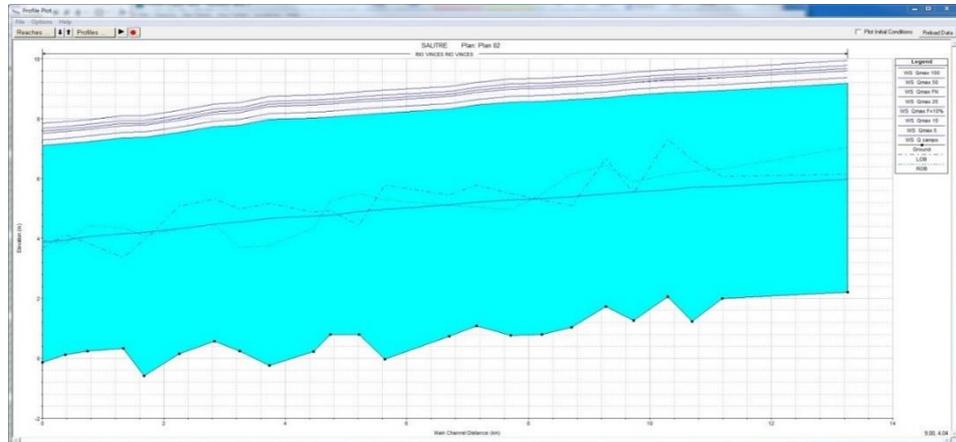


Figura 5.9. Perfil longitudinal Rio Vines.
Fuente: Autores.

Perfil del Rio Salitre-Los Tintos

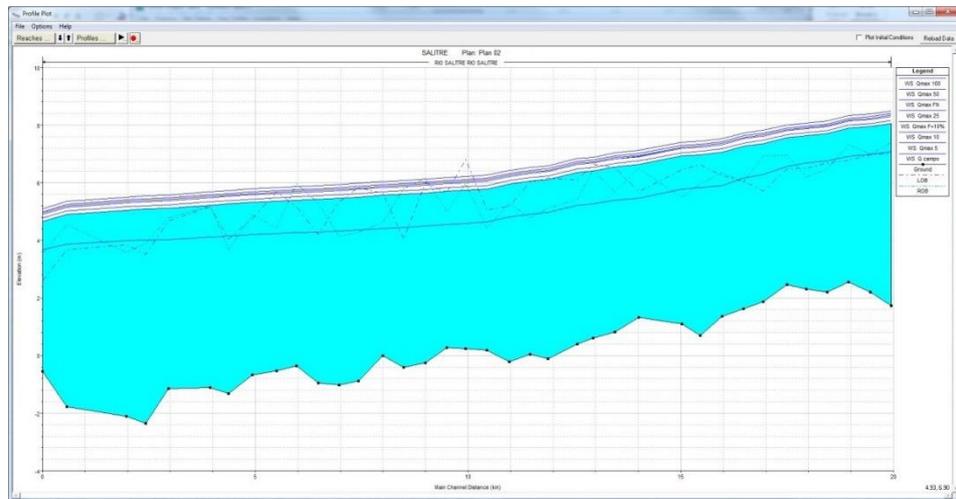


Figura 5.10. Perfil longitudinal Rio Los Tintos.
Fuente: Autores.

Las líneas punteadas de color negro representan los bancos de los ríos: izquierda y derecha como muestra la simbología. Cada línea azul corresponde al perfil hidráulico correspondiente al respectivo caudal comprendido entre 2 y 20 m³/seg

Canal A1

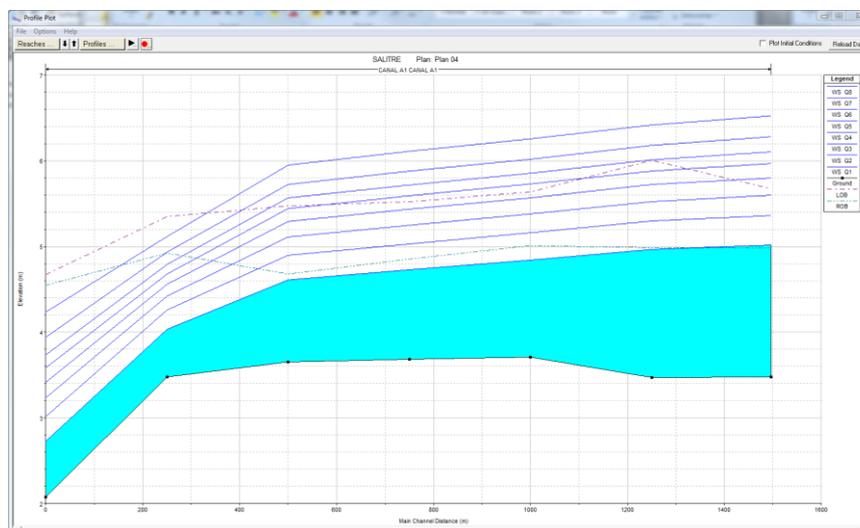


Figura 5.11. Perfil longitudinal Canal A1.
Fuente: Autores.

Canal A2

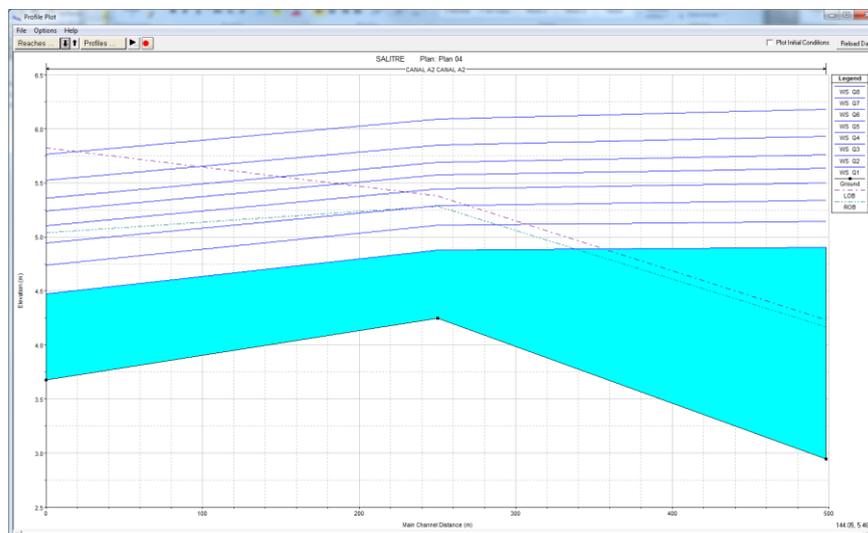


Figura 5.12. Perfil longitudinal Canal A2.
Fuente: Autores.

Las líneas punteadas de color negro representan los bancos de los ríos: izquierda y derecha como muestra la simbología. Cada línea azul corresponde

al perfil hidráulico correspondiente al respectivo caudal comprendido entre 2 y 20 m³/seg.

Canal B

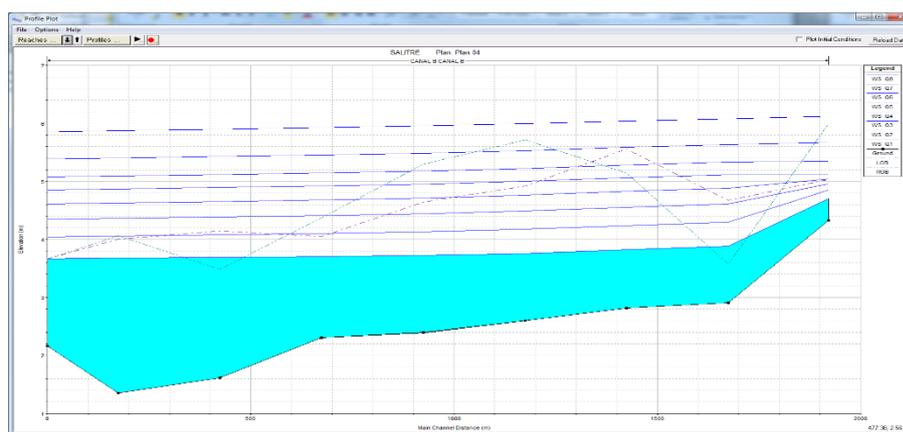


Figura 5.13. Perfil Longitudinal Canal B.
Fuente: Autores.

Canal B1

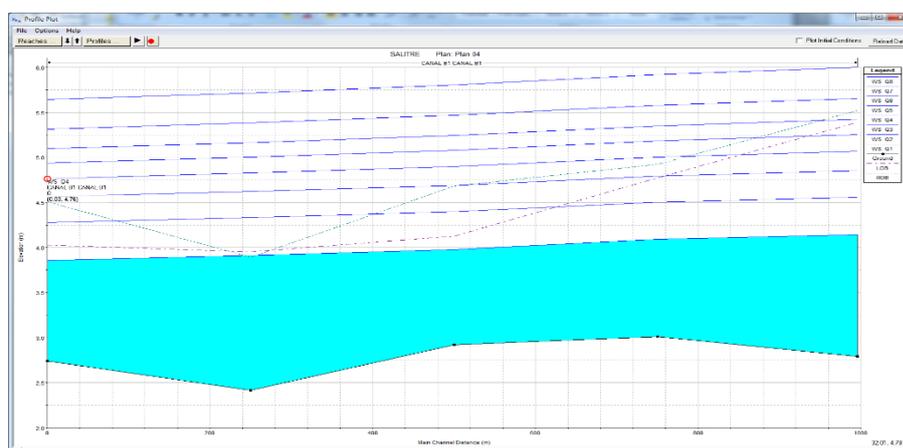


Figura 5.14. Perfil longitudinal Canal B1.
Fuente: Autores.

Las líneas punteadas de color negro representan los bancos de los ríos: izquierda y derecha como muestra la simbología. Cada línea azul corresponde al perfil hidráulico correspondiente al respectivo caudal comprendido entre 2 y 20 m³/seg.

Canal C

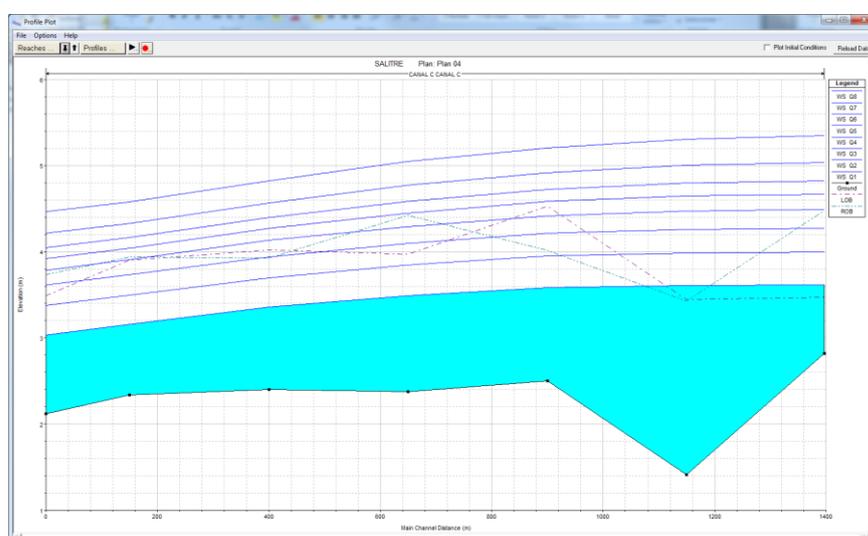


Figura 5.15. Perfil longitudinal Canal C.

Fuente: Autores.

Canal E

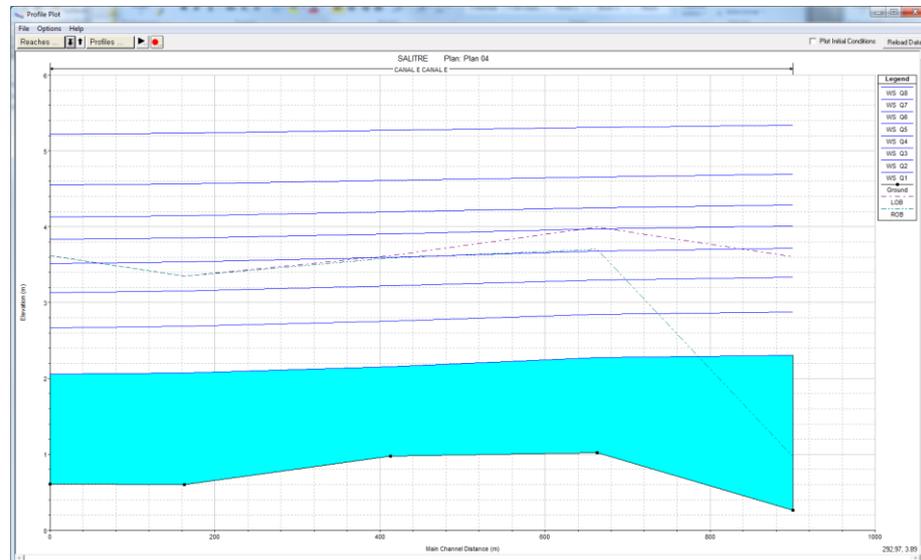


Figura 5.16. Perfil longitudinal Canal E.
Fuente: Autores.

Las líneas punteadas de color negro representan los bancos de los ríos: izquierda y derecha como muestra la simbología. Cada línea azul corresponde al perfil hidráulico correspondiente al respectivo caudal comprendido entre 2 y 20 m³/seg.

Canal F

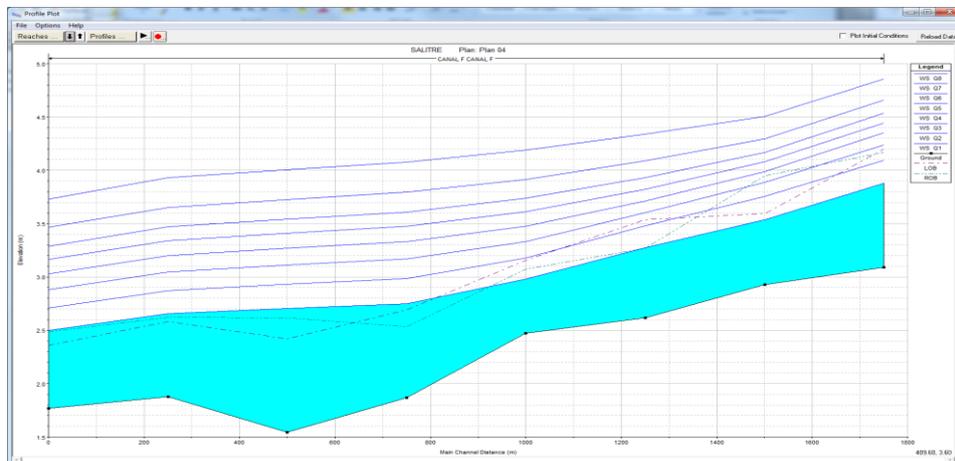


Figura 5.17. Perfil Longitudinal Canal F.
Fuente: Autores.

Canal F1

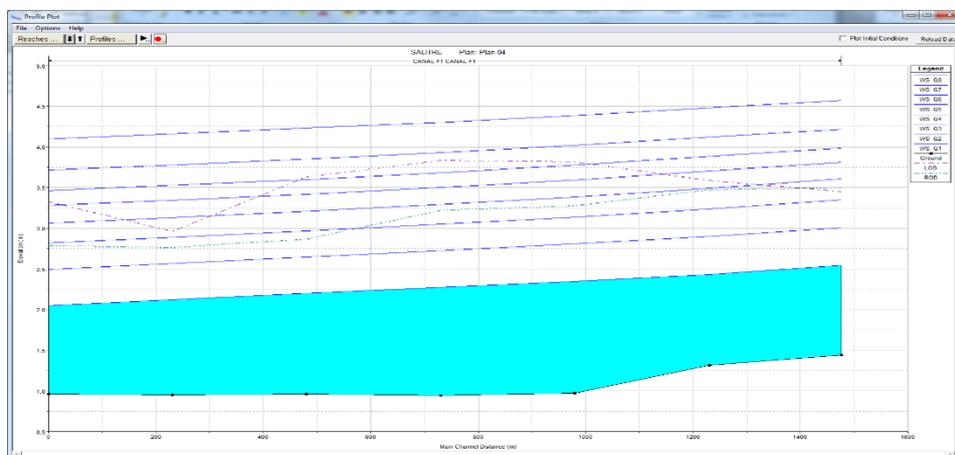


Figura 5.18. Perfil longitudinal Canal F1.
Fuente: Autores.

Las líneas punteadas de color negro representan los bancos de los ríos: izquierda y derecha como muestra la simbología. Cada línea azul corresponde

al perfil hidráulico correspondiente al respectivo caudal comprendido entre 2 y 20 m³/seg.

CANAL G

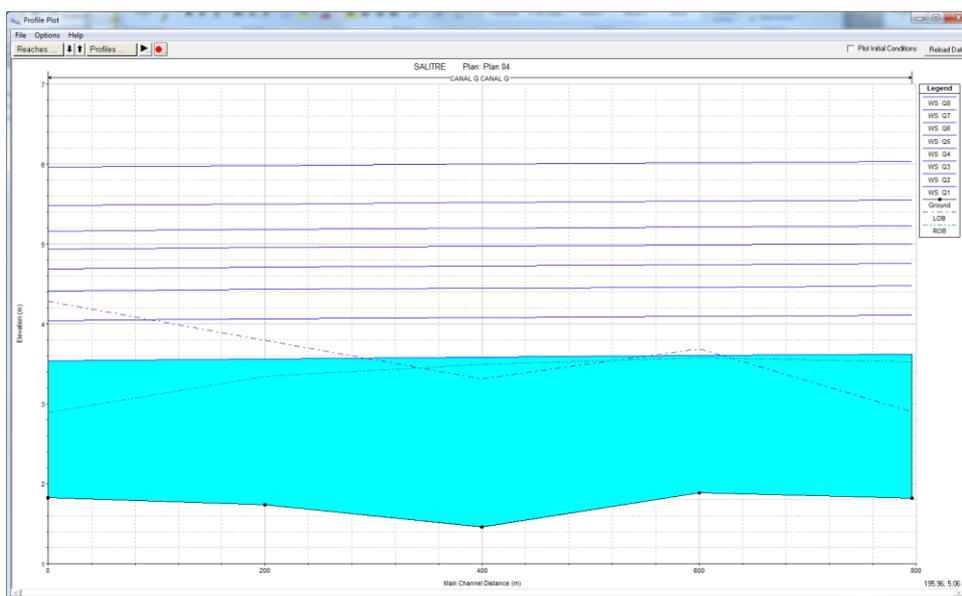


Figura 5.19. Perfil longitudinal Canal G.
Fuente: Autores.

Canal Principal

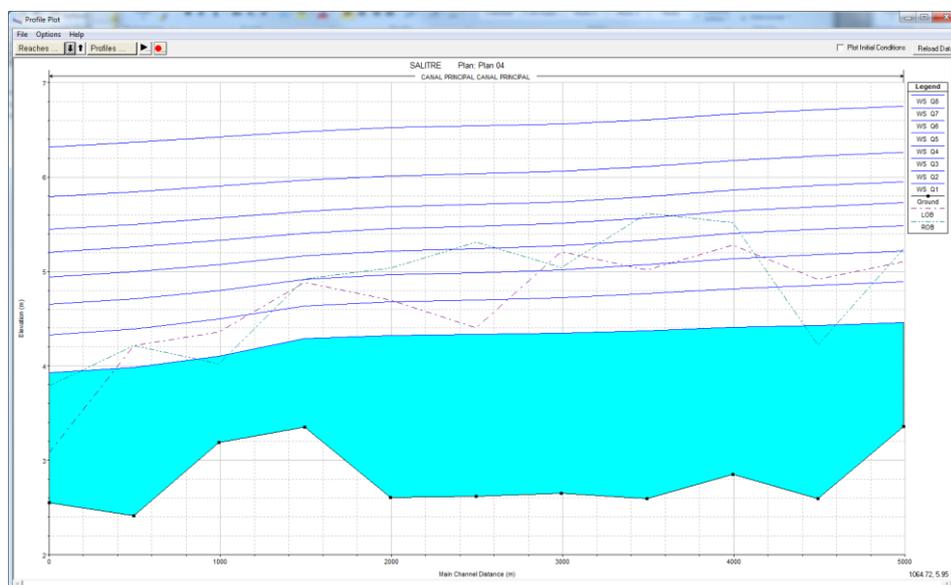


Figura 5.20. Perfil longitudinal Canal Principal.
Fuente: Autores.

Las líneas punteadas de color negro representan los bancos de los ríos: izquierda y derecha como muestra la simbología. Cada línea azul corresponde al perfil hidráulico correspondiente al respectivo caudal comprendido entre 2 y 20 m³/seg.

Maravillas

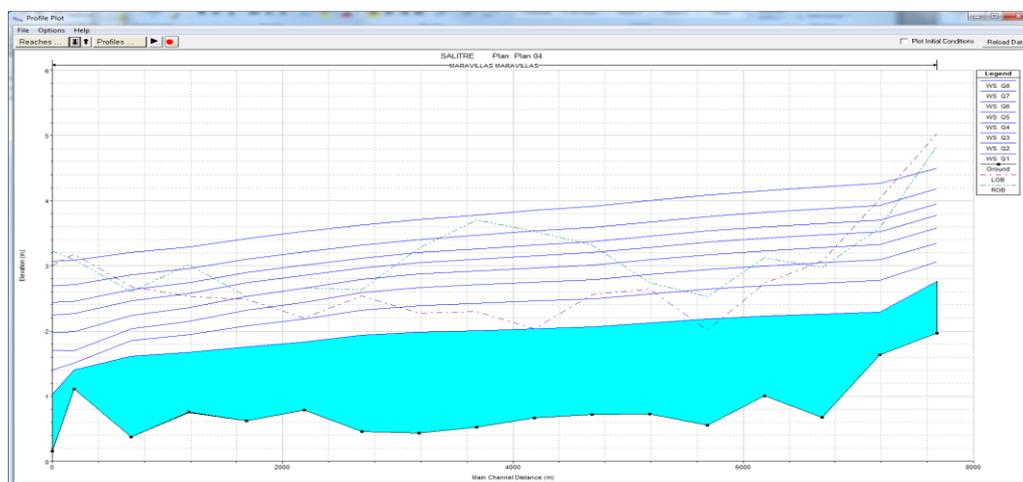


Figura 5.21. Canal Principal Canal Las Maravillas.
Fuente: Autores.

Matapalo

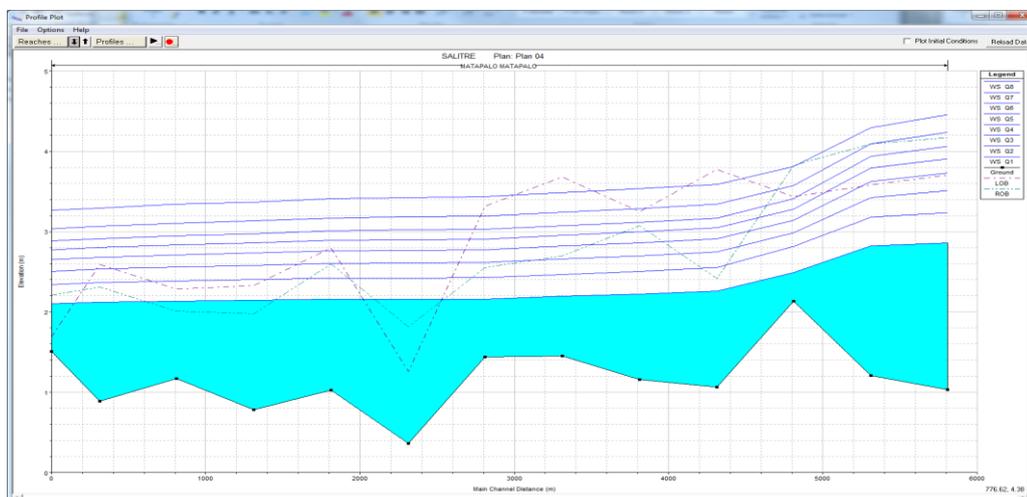


Figura 5.22. Perfil longitudinal Canal Matapalo.
Fuente: Autores.

Las líneas punteadas de color negro representan los bancos de los ríos: izquierda y derecha como muestra la simbología. Cada línea azul corresponde

al perfil hidráulico correspondiente al respectivo caudal comprendido entre 2 y 20 m³/seg.

Matapalo ADC

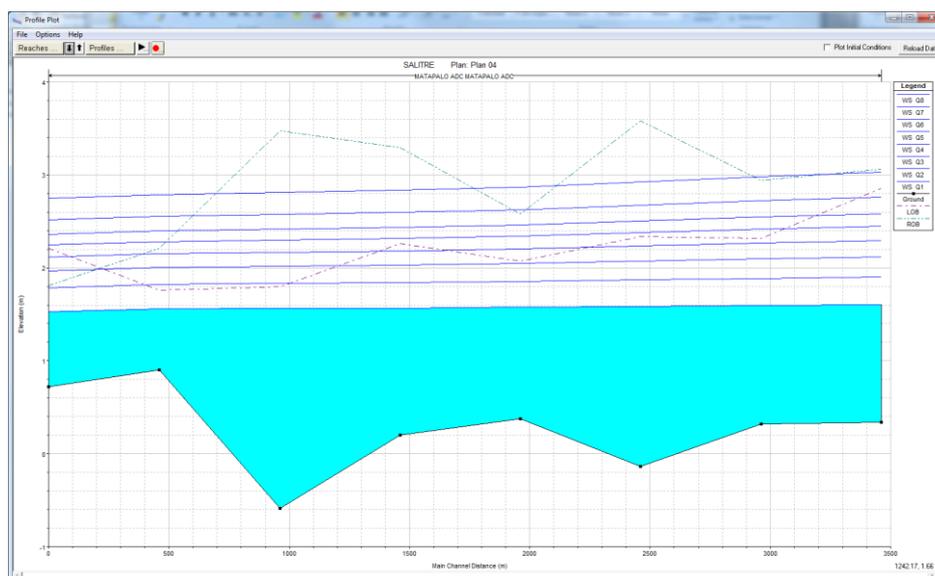


Figura 5.23. Perfil longitudinal Canal Matapalo ADC.
Fuente: Autores.

5.11. Condiciones de Proyecto

5.11.1. Sección transversal

En vista de que, la sección actual tiene muy poca capacidad, se propone corregir las secciones con taludes variables, dependiendo del cauce por lo que la sección transversal del proyecto será conformada por una parte de la sección natural (línea azul) y por la sección establecida (línea roja) dando

una sección mixta como la mostrada en la línea verde de la figura mostrada a continuación.

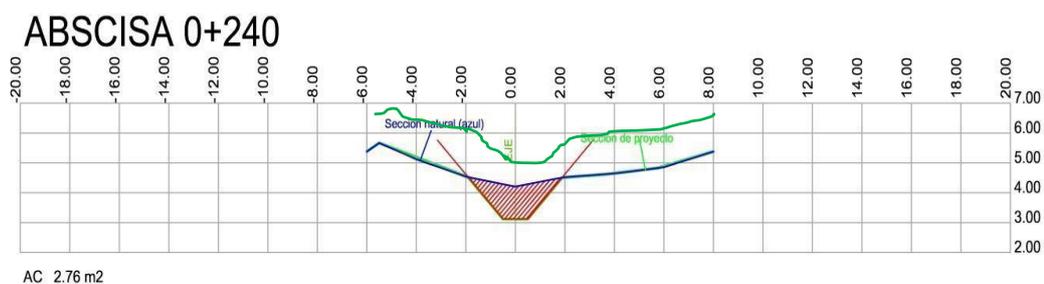


Figura 5.24. Sección transversal propuesta.
Fuente: Autores.

5.11.2. Pendientes del Fondo

Para la simulación hidráulica en condiciones de proyecto, se utilizaron las siguientes pendientes las mismas que previamente fueron aprobadas.

Tabla XVII. Pendientes mejoradas para los Canales.

	CANAL	PENDIENTE
1	A1	0.0005
2	A2	0.0015
3	B	0.0006
4	B1	0.0002
5	C	0.0004
6	E	0.00005
7	F	0.00005
9	G	0.0005
11	MARAVILLAS	0.0002

Fuente: Autores.

En alguno de los casos, esta corrección de pendiente mejora la capacidad portante de los canales como demuestra la comparación que se realiza al

analizar los dos perfiles hidráulicos en las 2 condiciones: actual y de proyecto.
A continuación se presentan el resultado de las simulaciones.

Las líneas punteadas de color negro representan los bancos de los ríos: izquierda y derecha como muestra la simbología. Cada línea azul corresponde al perfil hidráulico correspondiente al respectivo caudal comprendido entre 2 y 20 m³/seg.

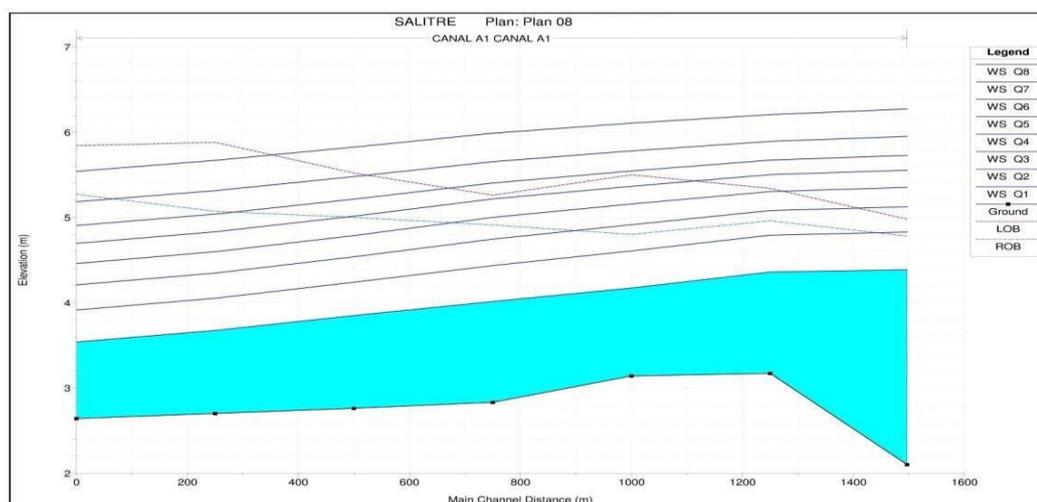


Figura 5.25. Perfil Longitudinal Canal A1 – Proyecto.
Fuente: Autores.

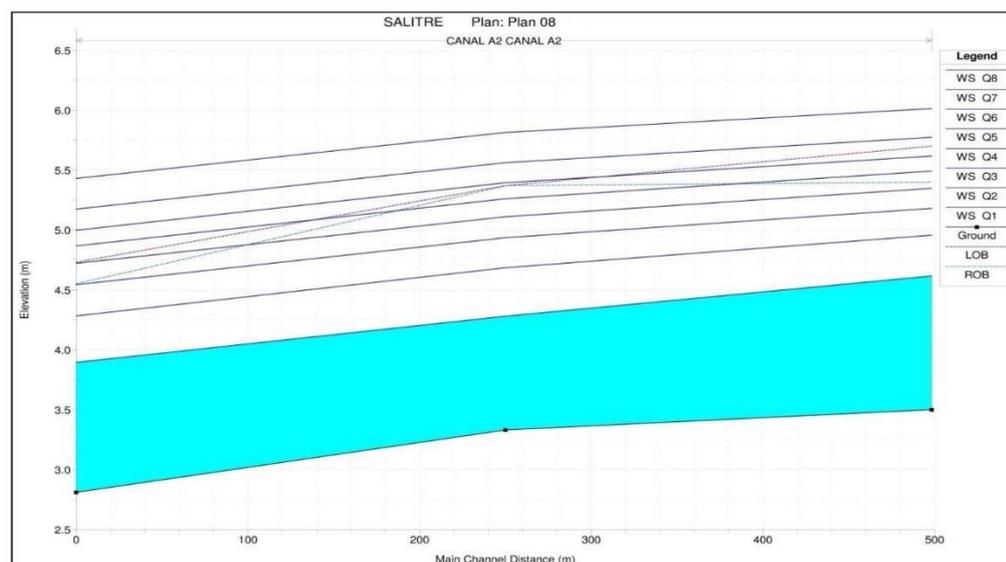


Figura 5.26. Perfil Longitudinal Canal A2 – Proyecto.
Fuente: Autores.

Las líneas punteadas de color negro representan los bancos de los ríos: izquierda y derecha como muestra la simbología. Cada línea azul corresponde al perfil hidráulico correspondiente al respectivo caudal comprendido entre 2 y 20 m³/seg.

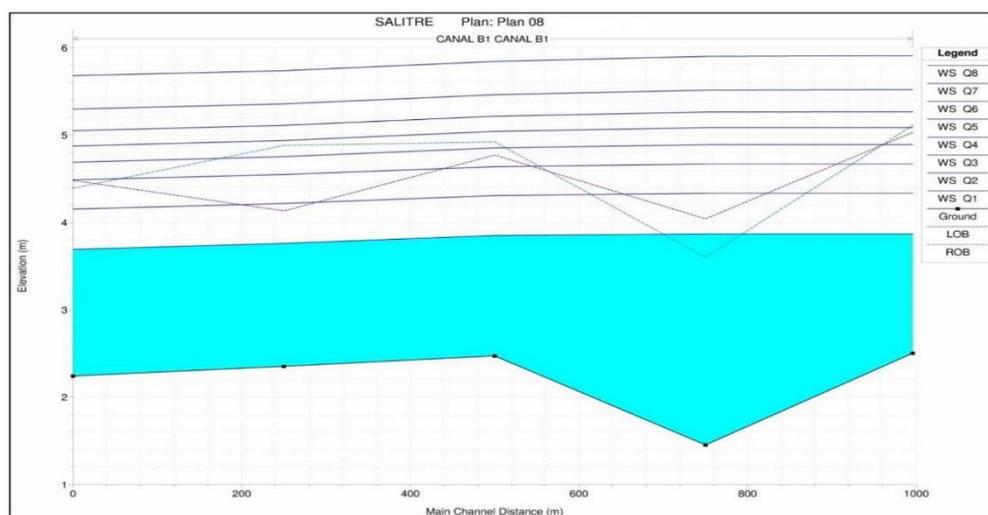


Figura 5.27. Canal longitudinal Canal B1 – Proyecto.
Fuente: Autores.

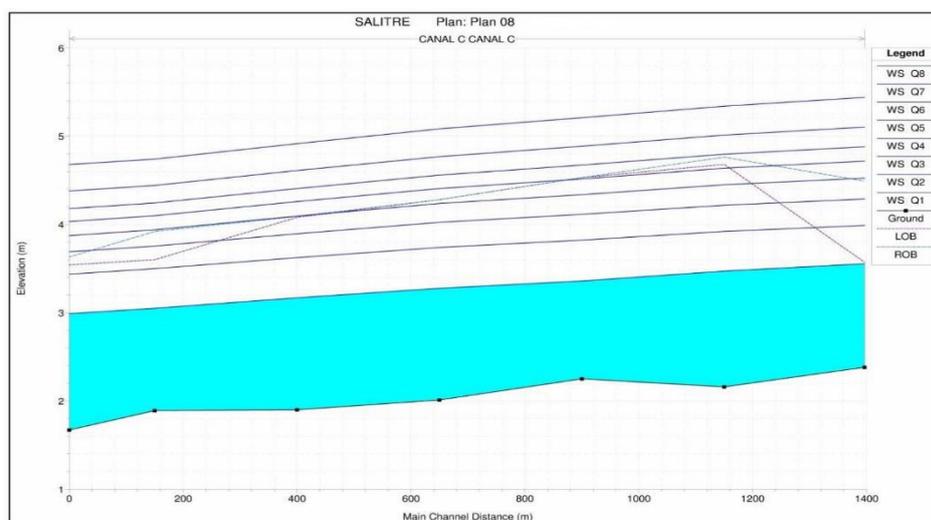


Figura 5.28. Perfil longitudinal Canal C – Proyecto.
Fuente: Autores.

Las líneas punteadas de color negro representan los bancos de los ríos: izquierda y derecha como muestra la simbología. Cada línea azul corresponde al perfil hidráulico correspondiente al respectivo caudal comprendido entre 2 y 20 m³/seg.

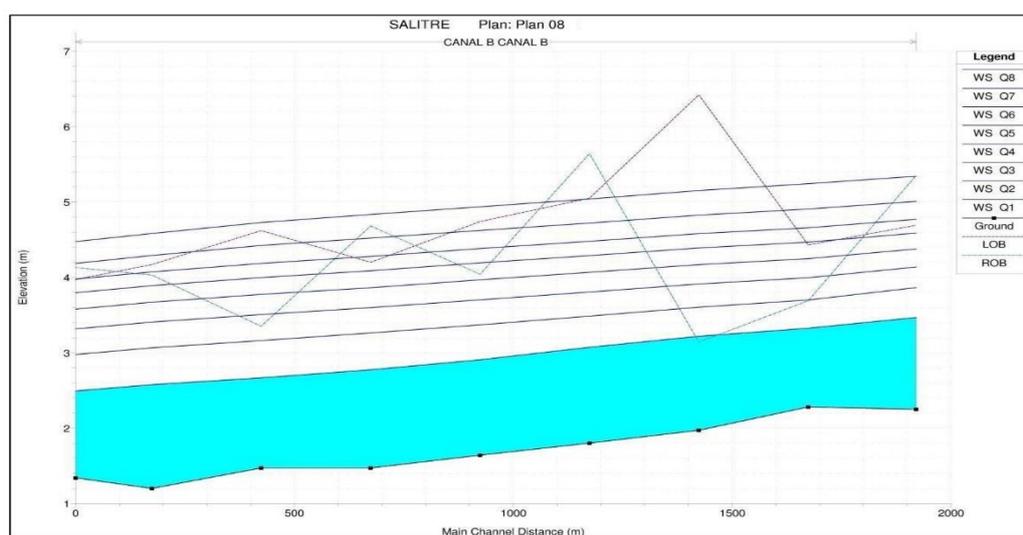


Figura 5.29. Perfil longitudinal Canal B – Proyecto.
Fuente: Autores.

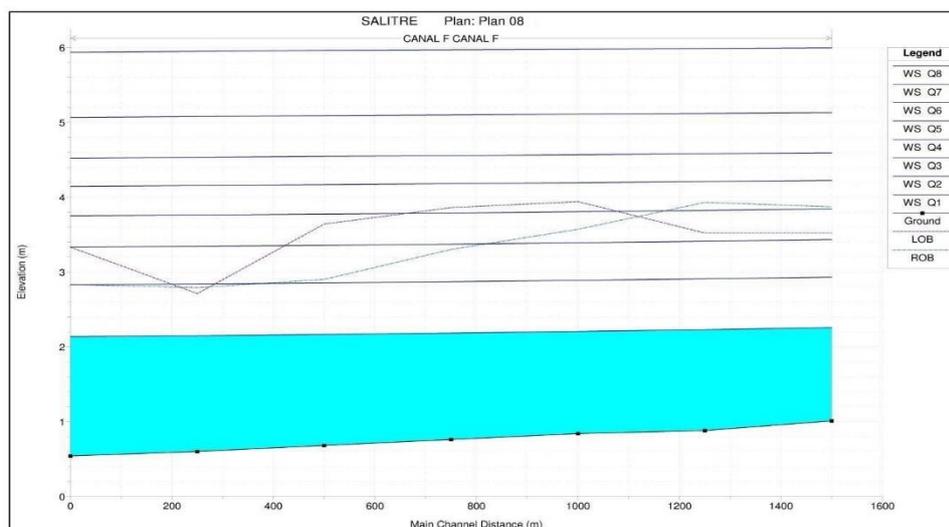


Figura 5.30. Perfil longitudinal Canal F – Proyecto.
Fuente: Autores.

Las líneas punteadas de color negro representan los bancos de los ríos: izquierda y derecha como muestra la simbología. Cada línea azul corresponde al perfil hidráulico correspondiente al respectivo caudal comprendido entre 2 y 20 m³/seg.

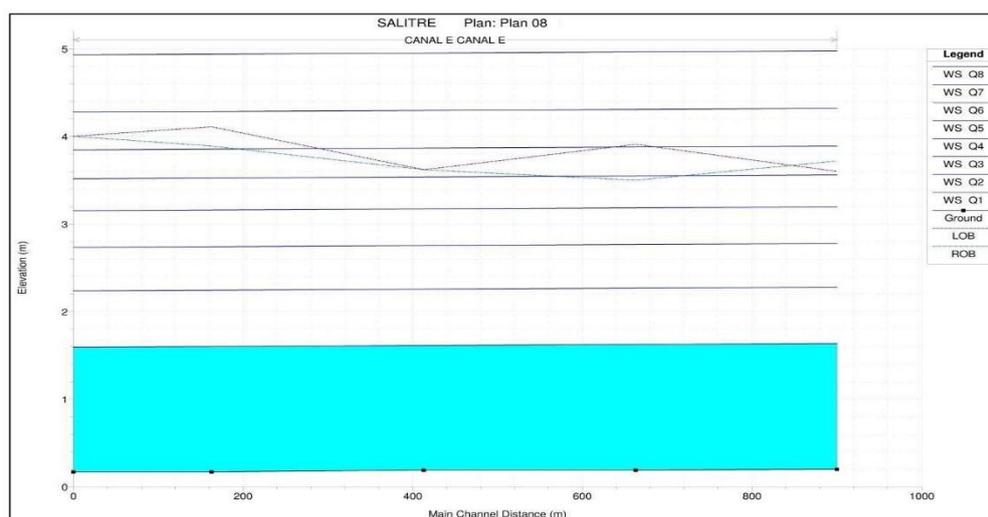


Figura 5.31. Perfil longitudinal Canal E – Proyecto.
Fuente: Autores.

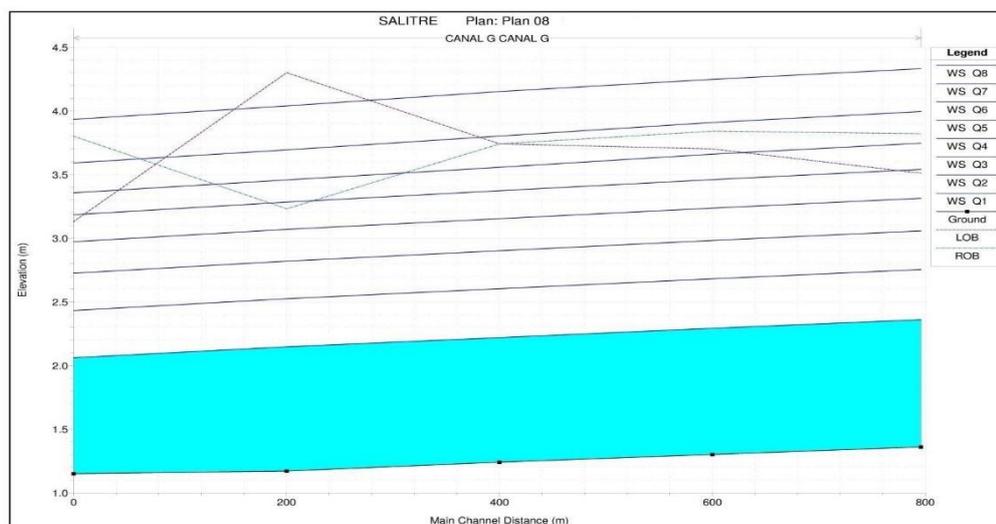


Figura 5.32. Perfil longitudinal Canal G – Proyecto.
Fuente: Autores.

Las líneas punteadas de color negro representan los bancos de los ríos: izquierda y derecha como muestra la simbología. Cada línea azul corresponde al perfil hidráulico correspondiente al respectivo caudal comprendido entre 2 y 20 m³/seg.

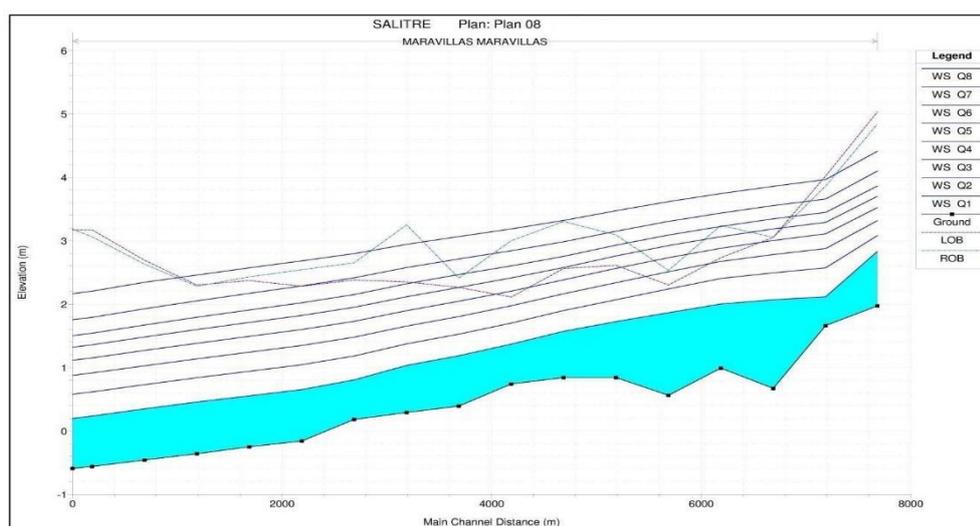


Figura 5.33. Perfil longitudinal Canal Las Maravillas – Proyecto.
Fuente: Autores.

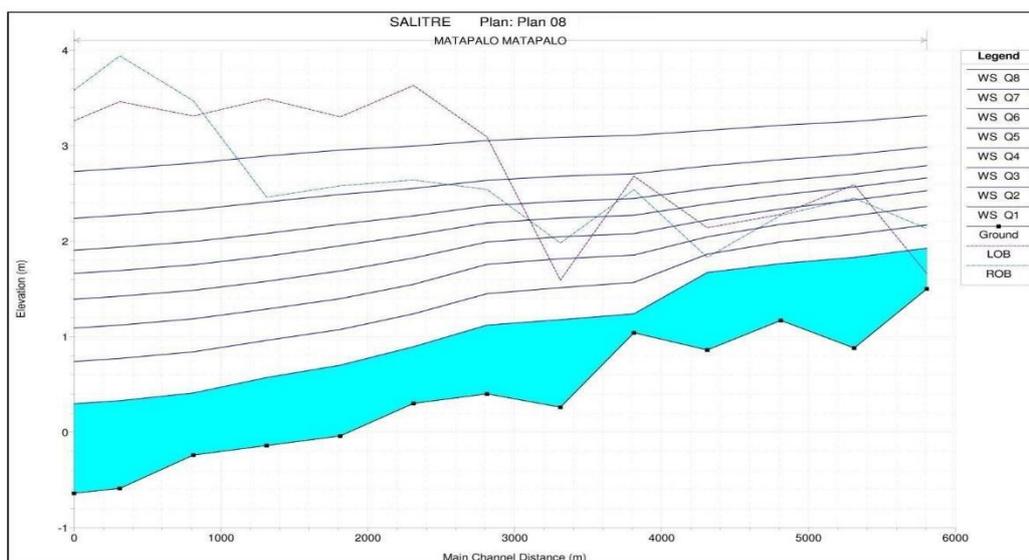


Figura 5.34. Perfil longitudinal Canal Matapalo – Proyecto.
Fuente: Autores.

Dada la poca modificación del cauce de canal denominado Matapalo ADC, las condiciones actuales se consideran las mismas que las del proyecto.

Para el caso de los canales internos, ya que estos son diseñados para riego y drenaje se los analizará en función de su caudal de desborde. La determinación del periodo de retorno del mencionado caudal, es un análisis hidrológico independiente del realizado en el presente trabajo.

A continuación se presenta la tabla con los caudales de desborde y de proyecto de los canales.

Tabla XVIII. Caudales de desborde y de proyecto.

	CANAL	NATURALES (m³/s)	PROYECTO (m³/s)
1	A1	10	12
2	A2	6	12
3	B	8	10
4	B1	6	15
5	C	8	12
6	E	8	12
7	F	4	8
9	G	4	15
11	MARAVILLAS	10	15
12	MATAPALO	8	12
13	MATAPALO ADC	10	10

Fuente: Autores.

Realizando esta comparación, se aprecia una mejoría en referencia al caudal a sección llena. Esto quiere decir, que los canales tendrán un mejor drenaje y ayudaran a evacuar las aguas de la zona en caso de una avenida.

5.12. Sección de Diseño de los Canales

CANAL A1

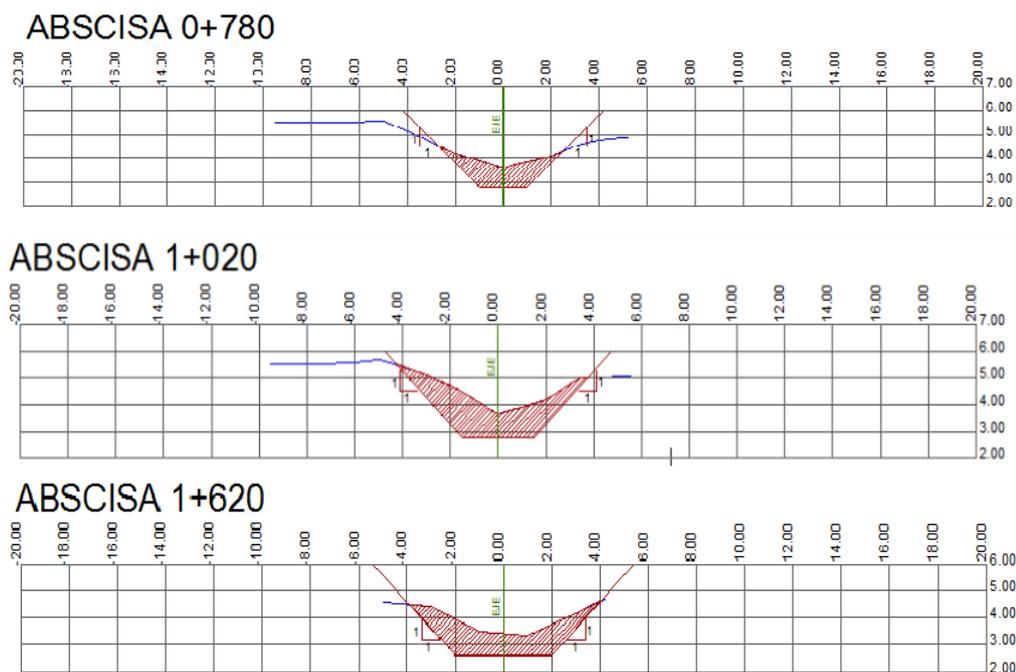


Figura 5.35. Secciones de diseño Canal A1.
Fuente: Autores.

CANAL A2

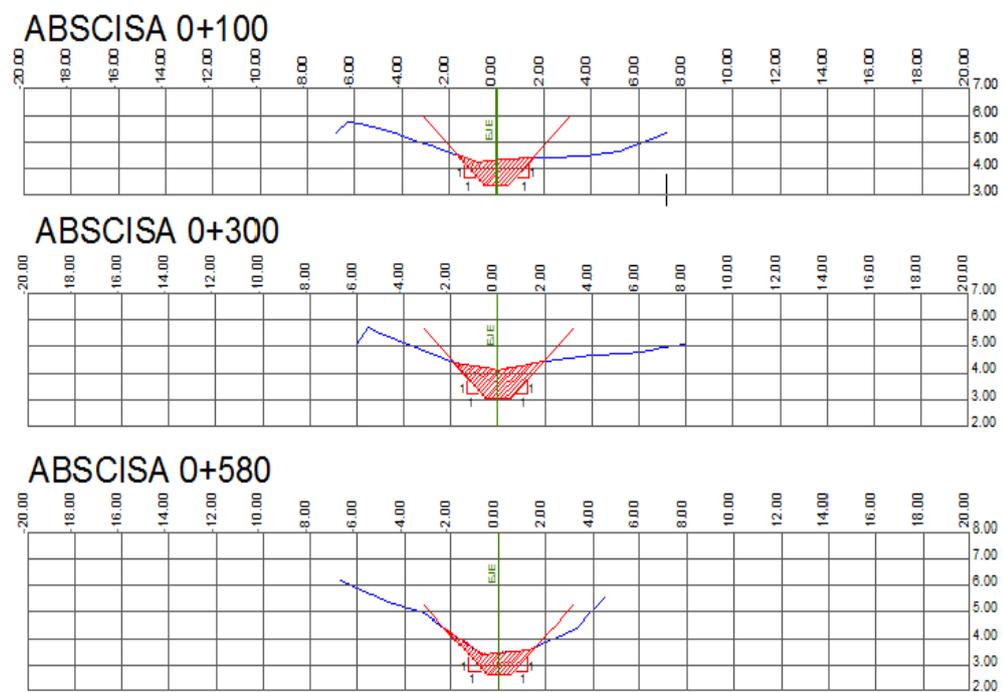


Figura 5.36. Secciones de diseño Canal A2.

Fuente: Autores.

CANAL B

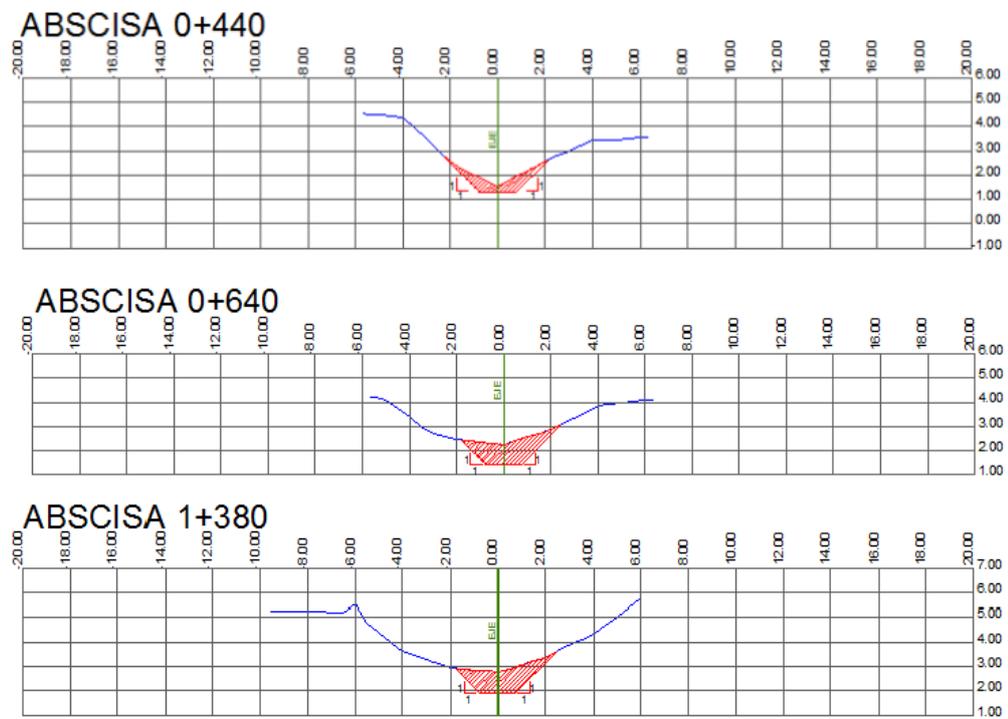


Figura 5.37. Sección de diseño Canal B.
Fuente: Autores.

CANAL B1

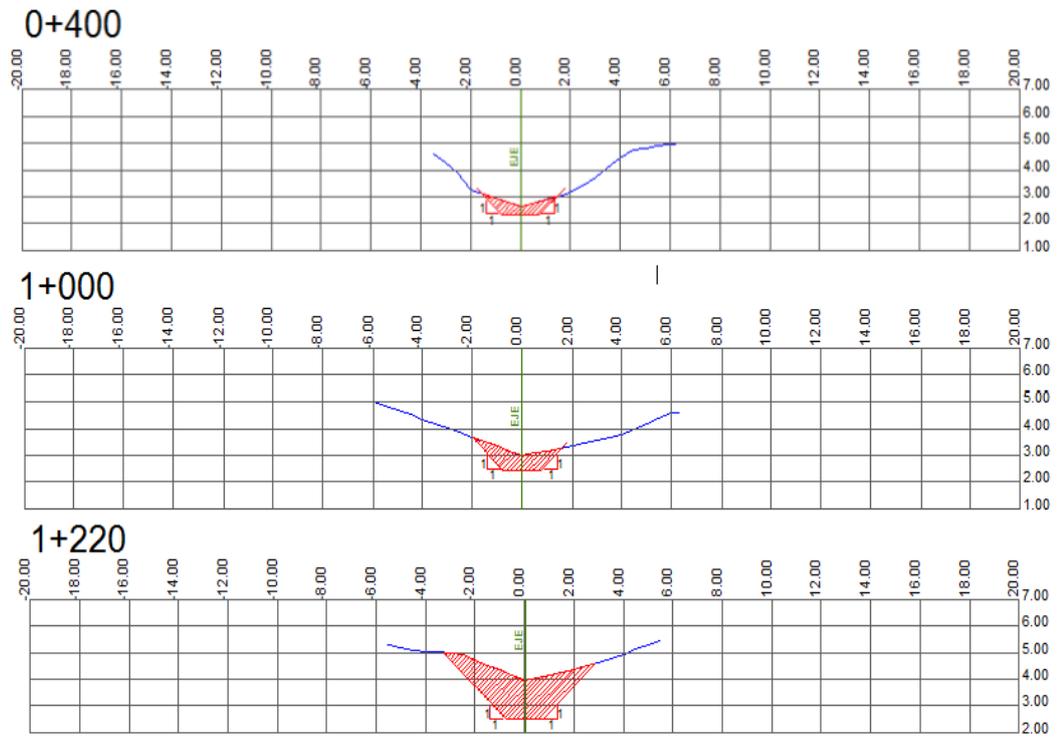


Figura 5.38. Sección de diseño Canal B1.
Fuente: Autores.

CANAL C

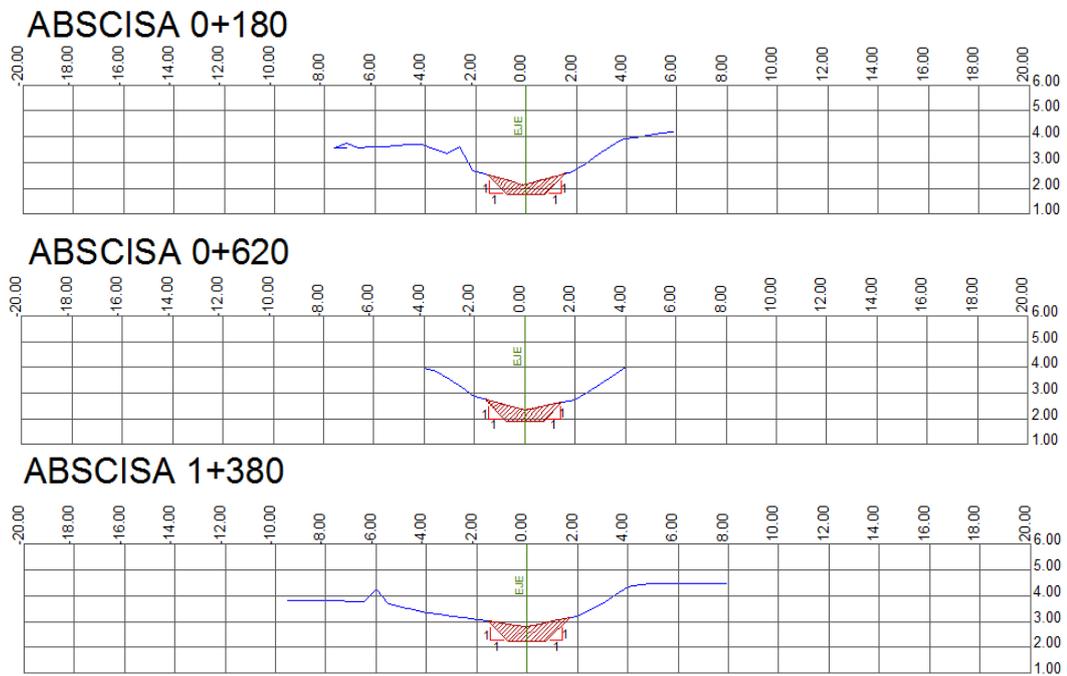


Figura 5.39. Sección de diseño Canal C.
Fuente: Autores.

CANAL E

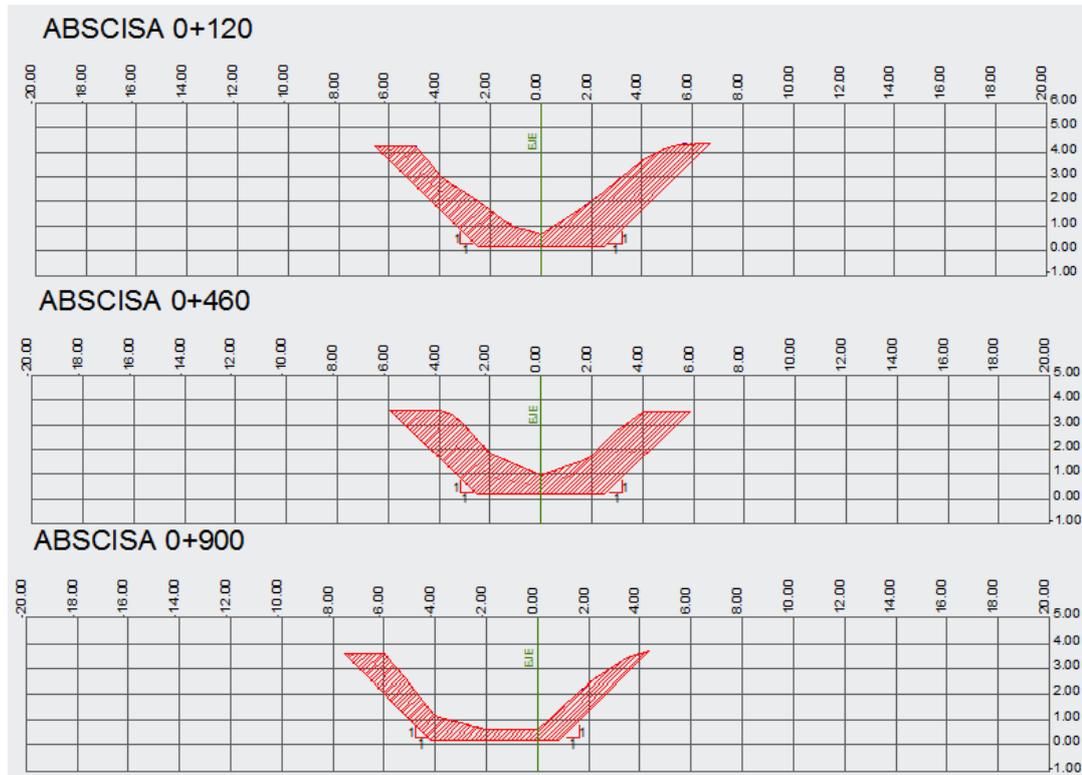


Figura 5.40. Secciones de diseño Canal E.

Fuente: Autores.

CANAL F

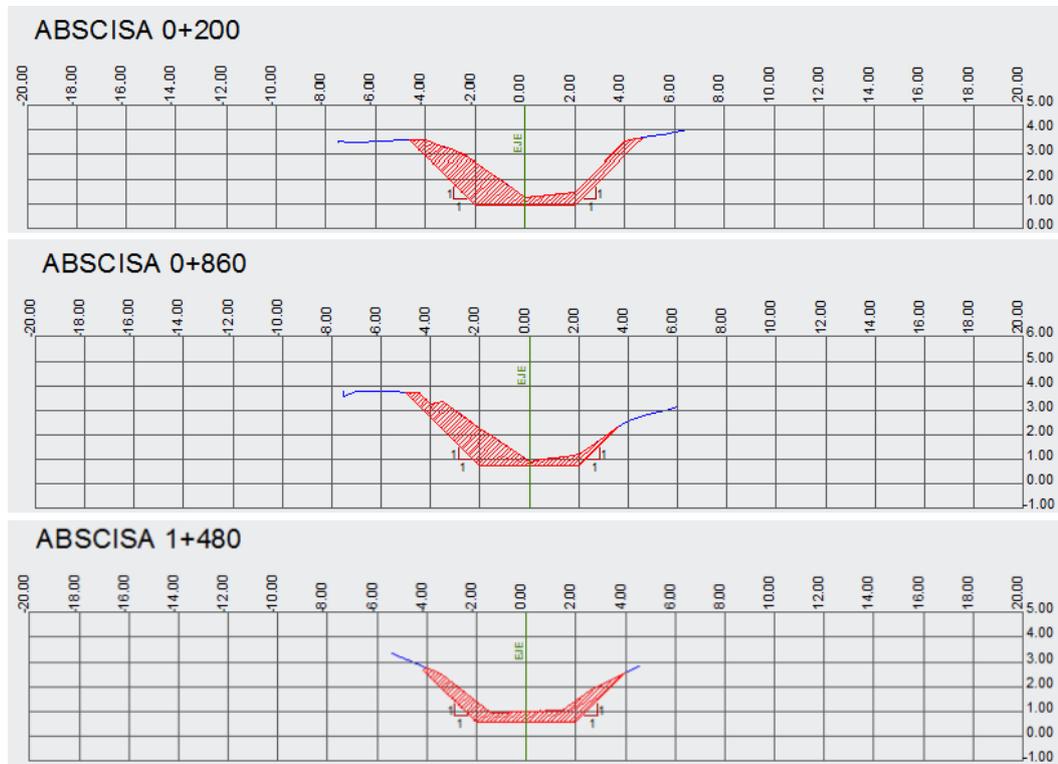


Figura 5.41. Secciones de diseño Canal F.
Fuente: Autores.

CANAL G

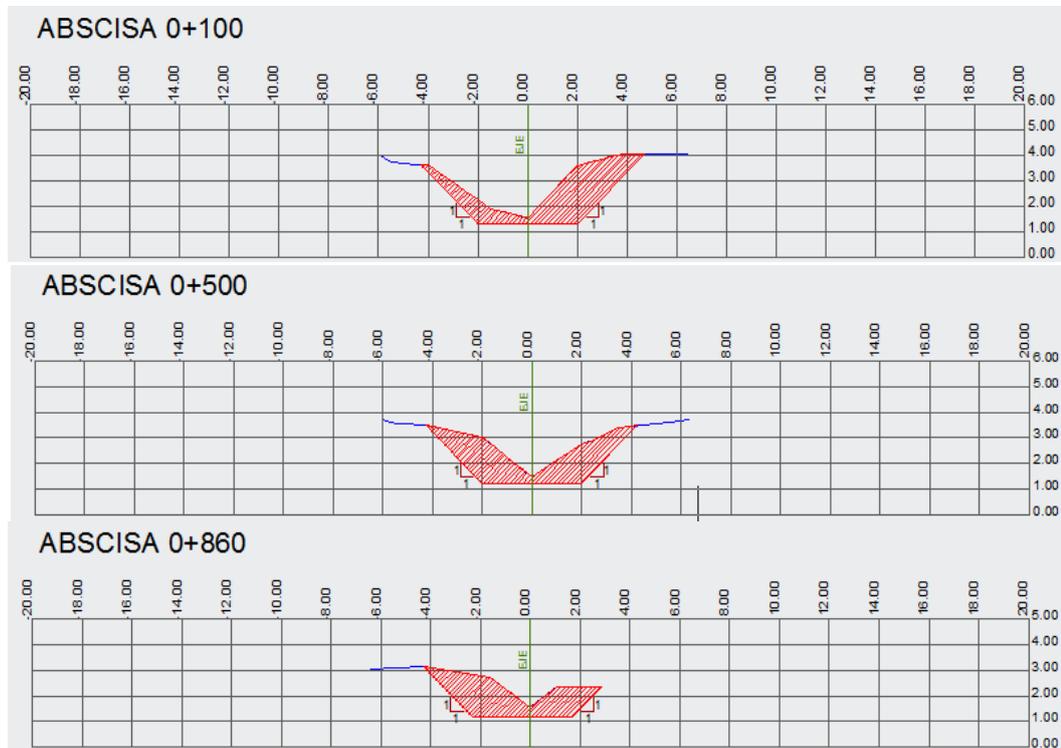


Figura 5.42. Secciones de diseño Canal G.
Fuente: Autores.

CANAL PRINCIPAL

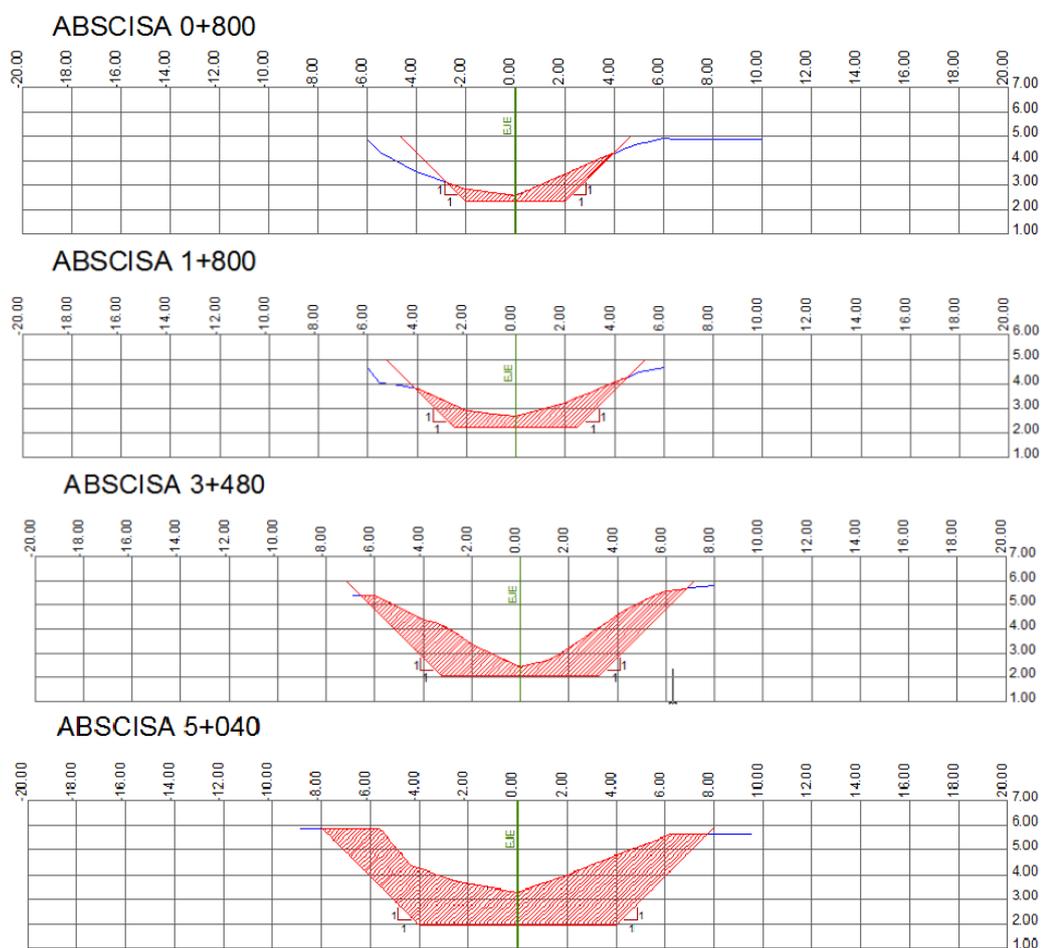


Figura 5.43. Secciones de diseño Canal Principal.

Fuente: Autores.

CANAL MARAVILLAS

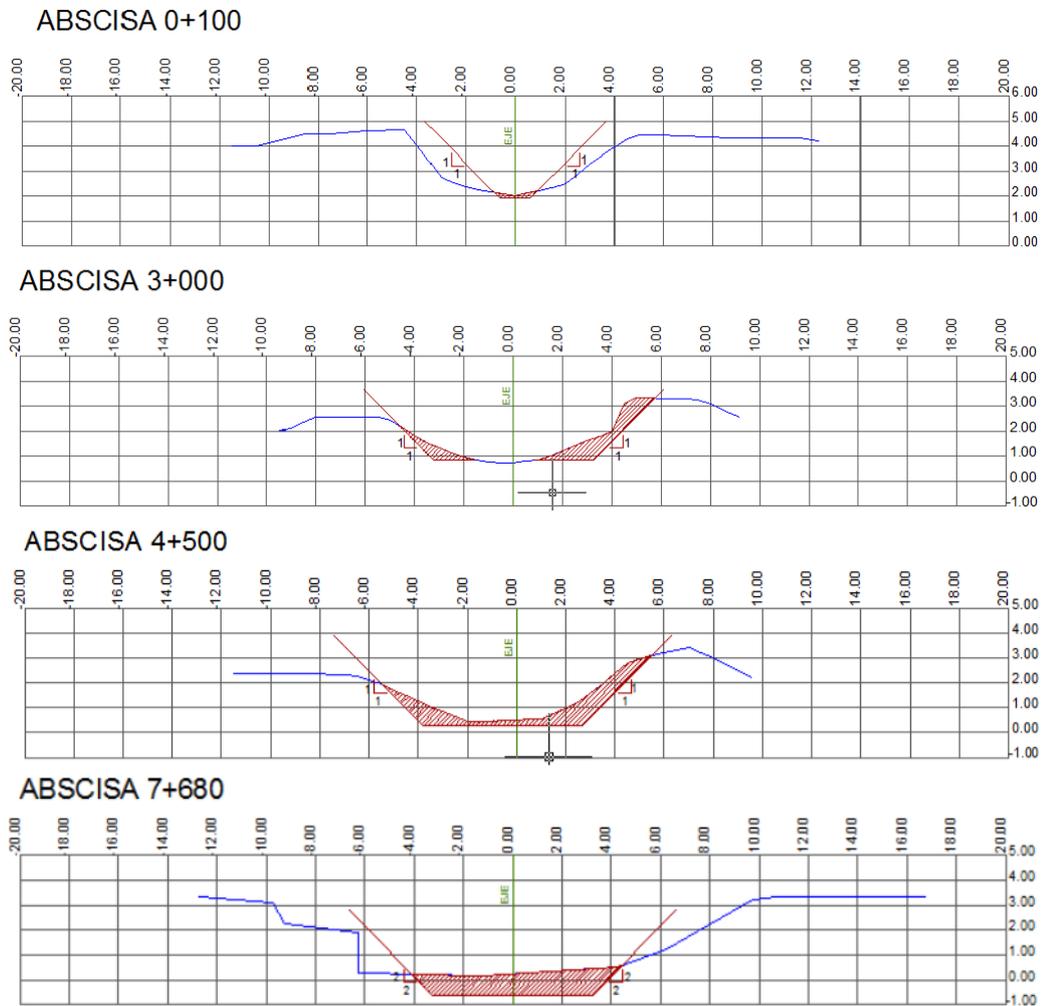


Figura 5.44. Secciones de diseño Canal Maravillas.

Fuente: Autores.

CANAL MATAPALO

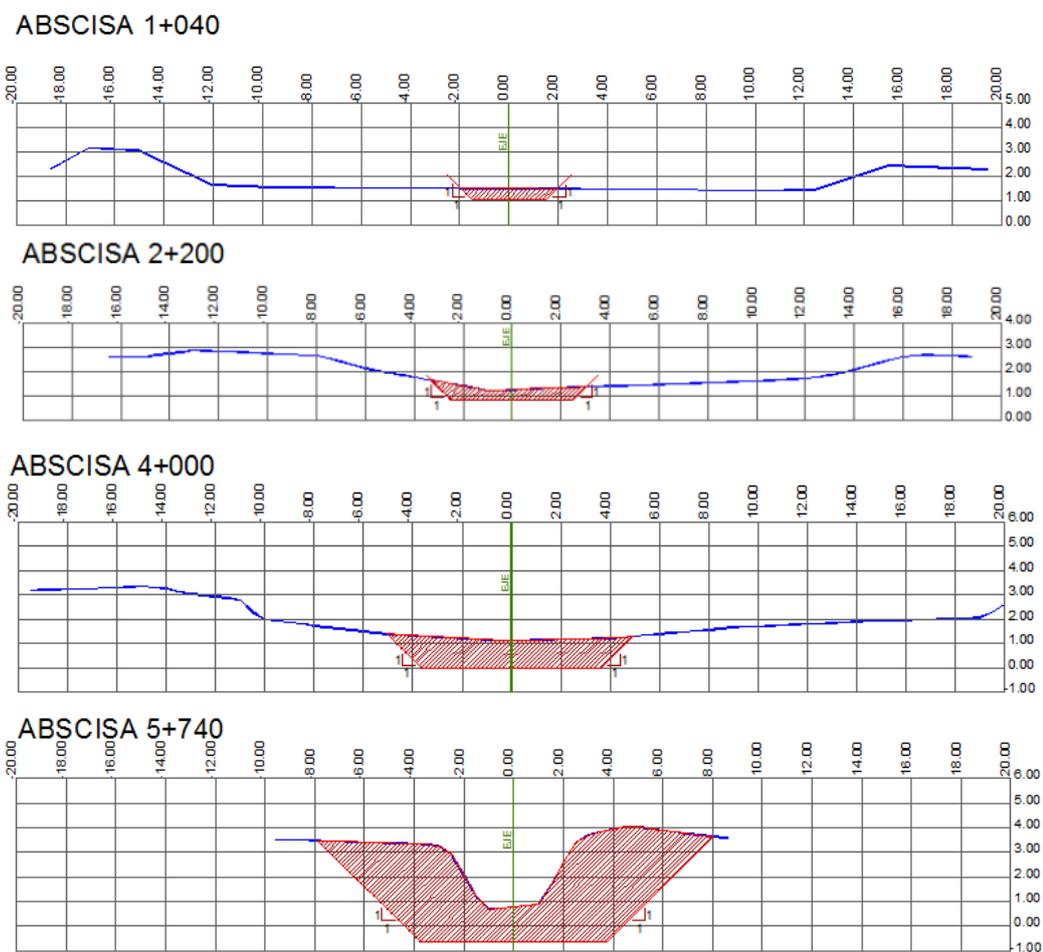


Figura 5.45. Secciones de diseño Canal Matapalo.

Fuente: Autores.

CANAL MATAPALO ADC

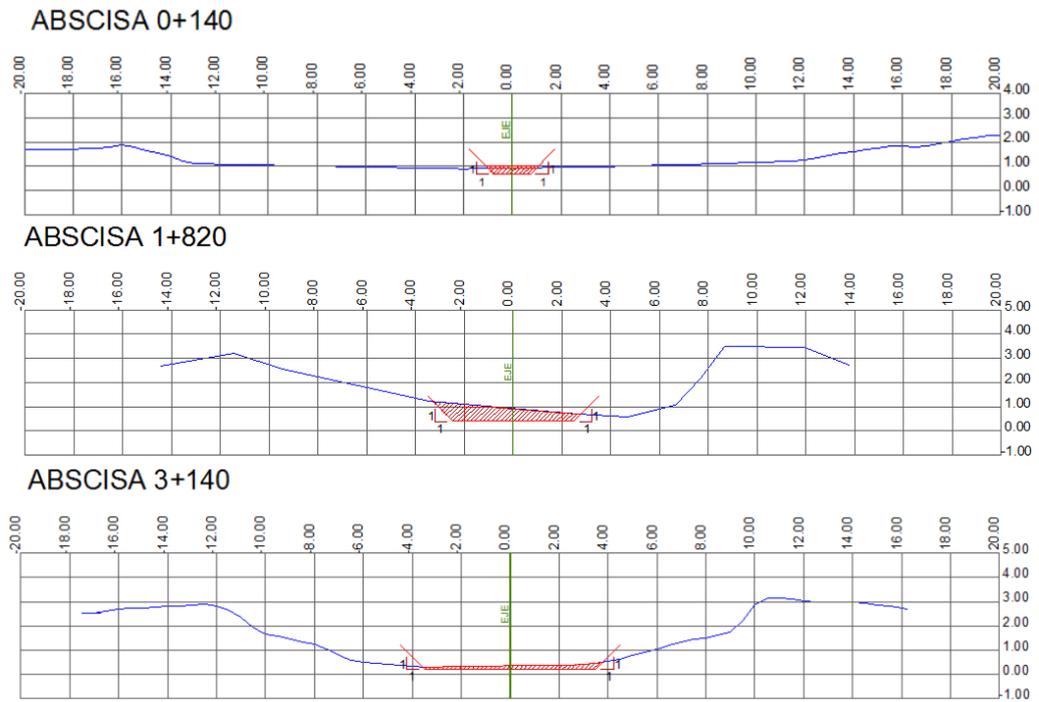


Figura 5.46. Secciones de diseño Canal Matapalo ADC.

Fuente: Autores.

CAPÍTULO 6

6. EVALUACION AMBIENTAL

6.1. Antecedentes

Este proyecto al ser de una escala considerable requiere una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), ya que esta permitirá conocer las afectaciones ambientales y socioeconómicas que se produzcan al estar realizando la obra y cuando esta entre en operación.

El presente informe muestra los resultados de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) para el proyecto de riego y drenaje de los cantones de Salitre, Samborondón y Daule, de acuerdo a los objetivos plantados para la ejecución del mismo. Con este estudio se podrán analizar soluciones para el control y minimización de los impactos causados por las diferentes actividades que se realicen.

6.2. Componentes de la evaluación de Impacto Ambiental

Conociendo el estado actual de las zonas que serán intervenidas se puede evaluar las afectaciones que se provocarán debido a las actividades que se efectúen en la naturaleza o a las modificaciones de las obras ya existentes, luego gracias a esto se puede minimizar, prevenir o remediar los daños causados.

En la realización de esta evaluación se han tomado los modelos de las matrices usadas por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), con el fin de dar un valor a los impactos que se dan en los medios bióticos, abióticos, sociales y económicos en la zona de los ríos Vinces y Los Tintos. En estas matrices se consideran las actividades que causen algún tipo de efecto en ella, ya sea positivo o negativo.

6.3. Valoración de Impacto Ambiental

Se hizo una valoración del proyecto para construcción de canales de riego y drenaje, con el fin de realizar las matrices de valoración de impacto ambiental lo más cercanas al medio de influencia, ya que estos componentes son de magnitudes considerablemente diferentes e interactuarán de forma distinta. Las matrices usadas para las construcciones se muestran a continuación:

Matriz Intensidad

En esta matriz se valora el grado del cambio que se da en el medio, siendo 10 los de más afectación, 1 a los cambios muy bajos y 0 a los imperceptibles.

Matriz Extensión

En esta matriz se indica la extensión que el impacto alcanza, siendo 10 para impactos que afecten a toda la región, 5 para impactos locales y 1 para impactos puntuales.

Matriz Duración

Indica la duración del impacto, siendo 10 para los que duran más de 10 años, 5 para los que duran entre 5 y 10 años, y 1 para los que duran menos de 5 años.

Matriz Signo

Esta matriz indica si el impacto causado tiene un efecto positivo (+1) o negativo (- 1), los que no causan ningún efecto no tendrán un signo.

Matriz Magnitud

Es la suma de las matrices Intensidad, Extensión y Duración, todas multiplicadas por un factor que considera en qué porcentaje actúan cada una, es decir se le dará un mayor valor a la que tenga más importancia. En este caso la Matriz de Duración tendrá más influencia por lo que se le dará un factor $FD= 0.4$ y 0.3 para las demás matrices, el signo de la ecuación depende de la Matriz Signo.

$$M=\pm ((I * Fi) + (EX * FEX) + (D*FD))$$

Matriz Reversibilidad

Esta matriz indica que tan reversibles son los impactos causados, siendo 10 los no reversibles, 8 los reversibles en más de 30 años, 5 los parcialmente reversibles y 1 los altamente reversibles.

Matriz de Riesgo

En esta matriz se indica la probabilidad de ocurrencia de la afectación, 10 será alta probabilidad de ocurrencia, 5 para probabilidad media y 1 para probabilidad baja.

Matriz de Valoración de Impacto Ambiental (V.I.A.)

Es el producto entre las matrices Reversibilidad, Riesgo y el valor absoluto de la matriz Magnitud, elevadas a un factor de reversibilidad (FRV=0.3), riesgo (FRG=0.3) y magnitud (FM=0.4), respectivamente. Los factores al igual que en la matriz magnitud dependen de la consideración que se les quiera dar a cada una.

$$VIA=RVFRV *RGFRG *|M|FM$$

Matriz Rango de Impacto Ambiental

En esta matriz se establece un rango para los valores de la matriz V.I.A., donde se considera neutro (N) a los valores iguales a 0, bajo (B) entre 1 y 4, medio (M) entre 4 y 7, y alto (A) a los que se encuentran entre 7 y 10.

6.3.1. Análisis de Resultados

De las matrices, se puede evidenciar los resultados de los impactos posibles que se darán en la ejecución del proyecto, entre los que tienen mayor impacto se encuentran los siguientes:

- Impactos Negativos

Las actividades que tiene mayor impacto negativo son:

1. Desalojo de material.
2. La limpieza y desbroce.
3. La excavación de los canales.

Los medios que serán más afectados son:

1. El suelo por causa de pérdida de la cobertura vegetal.
2. El suelo por causa de la erosión.
3. El aire por contaminación de CO₂.

En lo socio económico será más afectado:

1. El paisaje por causa de las excavaciones, perdida de cobertura vegetal, etc.
2. Las personas cercanas a las obras por posibles afectaciones que causen las obras.

- Impactos Positivos

Las actividades que tienen mayor impacto positivo son:

1. Incremento de cultivos.
2. La crianza de animales.

Los medios que serán más beneficiados son:

1. El suelo por incremento de zonas productivas.
2. Mejoramiento de la calidad del aire debido al aumento de sembríos.
3. Incremento de animales.

En lo socio económico será más beneficiado:

1. La generación de empleo.
2. El sector agrícola.
3. El sector ganadero.
4. Generación de alimentos.
5. Menor riesgo de inundaciones.

6.4. Descripción de los Elementos del Proyecto

6.4.1. Calidad del Agua

Por el desbordamiento de los ríos debido a la época invernal se pudo observar animales de granja muertos, residuos sólidos de origen doméstico, también se supo por información de los moradores cercanos al río que existe contaminación por productos químicos utilizados en los sembríos.

6.4.2. Calidad del Aire

La calidad del aire se puede ver afectada por procesos naturales, pero en mayor parte es ocasionada por actividades humanas. La contaminación puede darse desde una fuente fija que estará confinada a un sitio determinado o por una fuente móvil que no está sujeta a un determinado lugar.

A continuación se detalla la presencia de fuentes contaminantes avistadas:

Presencia de fuentes fijas

- Fuentes de contaminación naturales: zanjas de agua estancada con materia orgánica en descomposición.
- Fuentes de contaminación industriales: presencia de piladoras de arroz.

Presencia de fuentes móviles

- Fuentes de contaminación naturales: presencia de animales en descomposición en las orillas del río.
- Fuentes de contaminación móviles: presencia de maquinaria agrícola utilizada en los cultivos como tractores y trilladoras.

6.4.3. Ruido

Fuentes móviles: el ruido ocasionado por fuentes móviles es muy bajo, según lo observado en las visitas se tiene mayor afluencia de camionetas que tienen un nivel de ruido alrededor de 74 dB, seguidas por motocicletas con 80 dB, camiones que generan entre 85 y 90 dB y autos que generan 70 dB.

Fuentes fijas: las industrias cercanas se encuentran distantes de las orillas de los ríos por lo que el ruido generado es imperceptible.

6.5. Matrices de Impacto Ambiental

Tabla XIX. Matriz de Intensidad de Infraestructura de Riego y Drenaje.

MATRIZ INTENSIDAD																
COMPONENTES AMBIENTALES		Medio Abiótico				Medio Biótico				Factores Socio Económicos				Peso Relativo Actividades		
		Agua	Suelo		Aire	Flora		Fauna								
Componentes-Actividades Proyectos		Calidad del agua	Materia Orgánica	Erosión	Salinidad	Calidad del aire	Aporte O2	Diversificación de especies	Cobertura vegetal	Incremento de especies	Plagas y enfermedades	Empleo	Enfermedades	Paisaje	Alimentos	
Infraestructura de Riego	Limpieza y desbroce	6	6	6	4	5	4	0	8	4	6	6	6	7	1	69
	Excavación de canales	4	3	3	2	7	4	0	6	3	5	5	5	6	0	53
	Desalojo de material	6	4	5	4	6	4	0	7	4	3	5	5	6	0	59
	Compactación de canales	3	2	3	1	6	3	0	4	0	2	4	3	3	0	34
	Replantiños	3	2	2	3	2	2	0	3	0	1	4	3	3	0	28
	Acarreo de material	3	2	7	4	3	2	0	7	2	3	6	6	2	0	47
	Construcción de enrocados	1	2	1	1	5	1	0	3	2	4	4	3	3	0	30
	Protección de márgenes	1	2	1	1	5	1	0	4	2	4	4	3	3	0	31
	Generación de ruido	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	6	0	0	12
Mantenimiento	5	2	0	6	4	3	1	3	2	3	4	6	4	2	45	
Productivo	Sembrios	1	6	0	4	7	3	4	7	6	3	8	2	9	9	69
	Ganadería	4	5	4	5	1	0	4	5	2	4	8	2	7	9	60
Peso Relativo Comp. Amb.		37	36	32	35	54	27	9	57	27	41	58	50	53	21	537

Fuente: Autores.

Tabla XXI. Matriz Extensión de Infraestructura de Riego y Drenaje.

COMPONENTES AMBIENTALES		MATRIZ EXTENSIÓN												Peso Relativo Actividades		
		Medio Abiótico				Medio Biótico				Factores Socio Económicos						
Componentes-Actividades Proyectos		Agua	Suelo		Aire		Flora		Fauna							
		Calidad del agua	Materia Orgánica	Erosión	Salinidad	Calidad del aire	Aporte O2	Diversificación de especies	Cobertura vegetal	Incremento de especies	Plagas y enfermedades	Empleo	Enfermedades	Paisaje	Alimentos	
Infraestructura de Riego	Limpieza y desbroce	5	1	5	1	1	1	0	1	1	1	5	5	5	1	33
	Excavacion de canales	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	5	5	1	20
	Desalajo de material	5	5	5	1	1	1	0	5	1	1	1	5	5	0	36
	Compactación de canales	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	5	0	0	13
	Replantiillos	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	9
	Acarreo de material	1	1	1	1	5	5	1	1	0	1	1	1	0	0	19
	Construcción de enrocados	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	5	1	0	15
	Protección de márgenes	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	5	1	0	15
	Generación de ruido	0	0	0	0	1	1	0	0	0	5	0	5	0	0	12
Mantenimiento	1	1	1	1	5	1	1	5	0	5	1	5	5	5	37	
Productivo	Sembríos	5	1	1	1	10	10	1	5	5	1	5	1	5	10	61
	Ganadería	5	1	1	1	1	1	1	5	1	1	5	1	1	10	35
Peso Relativo Comp. Amb.		27	15	19	11	29	25	4	27	8	18	23	44	28	27	305

Fuente: Autores.

Tabla XX. Matriz Duración de Infraestructura de Riego y Drenaje.

COMPONENTES AMBIENTALES		MATRIZ DURACIÓN												Peso Relativo Actividades		
		Medio Abiótico				Medio Biótico				Factores Socio Económicos						
Componentes-Actividades Proyectos		Agua	Suelo		Aire		Flora		Fauna							
		Calidad del agua	Materia Orgánica	Erosión	Salinidad	Calidad del aire	Aporte O2	Diversificación de especies	Cobertura vegetal	Incremento de especies	Plagas y enfermedades	Empleo	Enfermedades	Paisaje	Alimentos	
Infraestructura de Riego	Limpieza y desbroce	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	11
	Excavacion de canales	5	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	5	0	17
	Desalajo de material	1	1	1	1	1	1	0	10	0	1	1	1	10	0	29
	Compactación de canales	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	7
	Replantiillos	1	1	1	1	1	1	0	5	0	0	1	1	5	0	18
	Acarreo de material	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	10
	Construcción de enrocados	1	0	1	1	1	1	0	5	0	1	1	1	5	0	18
	Protección de márgenes	1	0	1	1	1	1	0	5	0	1	1	1	5	0	18
	Generación de ruido	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	5	0	0	7
Mantenimiento	5	1	1	1	1	1	0	1	0	1	10	5	1	0	28	
Productivo	Sembríos	10	10	10	0	0	10	5	10	10	1	10	1	5	10	92
	Ganadería	10	10	10	10	0	0	5	10	10	1	10	1	5	10	92
Peso Relativo Comp. Amb.		36	27	29	18	9	19	10	50	20	8	38	20	43	20	347

Fuente: Autores.

Tabla XXIII. Matriz Signo de Infraestructura de Riego y Drenaje.

COMPONENTES AMBIENTALES		MATRIZ SIGNO													Peso Relativo Actividades	
		Medio Abiótico						Medio Biótico				Factores Socio Económicos				
		Agua	Suelo			Aire		Flora		Fauna						
Componentes-Actividades Proyectos		Calidad del agua	Materia Orgánica	Erosión	Salinidad	Calidad del aire	Aporte O2	Diversificación de especies	Cobertura vegetal	Incremento de especies	Plagas y enfermedades	Empleo	Enfermedades	Paisaje	Alimentos	
Infraestructura de Riego	Limpieza y desbroce	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	1	-1	-1	0	-10
	Excavacion de canales	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	0	-1	1	-1	-1	0	-9
	Desalojo de material	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	1	-1	-1	0	-10
	Compactación de canales	-1	-1	-1	0	-1	-1	0	-1	0	0	1	-1	-1	0	-7
	Replantillos	-1	0	-1	0	-1	-1	0	-1	0	-1	1	-1	-1	0	-7
	Acarreo de material	0	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	-1	1	-1	0	0	-7
	Construcción de enrocados	0	0	1	0	-1	0	0	-1	0	-1	1	-1	-1	0	-3
	Protección de márgenes	0	0	1	0	-1	0	0	-1	0	-1	1	-1	-1	0	-3
	Generación de ruido	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1	-1	0	-1	0	0	-4
Mantenimiento	-1	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-1	1	-1	1	-1	-6	
Productivo	Sembrios	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	-1	1	-1	1	1	8
	Ganadería	0	0	-1	0	0	0	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	1
Peso Relativo Comp. Amb.		-5	-4	-5	-6	-9	-5	2	-8	-2	-11	11	-12	-4	1	-57

Fuente: Autores.

Tabla XXII. Matriz magnitud de infraestructura de riego y drenaje.

COMPONENTES AMBIENTALES		MATRIZ MAGNITUD													Peso Relativo Actividades	
		Medio Abiótico						Medio Biótico				Factores Socio Económicos				
		Agua	Suelo			Aire		Flora		Fauna						
Componentes-Actividades Proyectos		Calidad del agua	Materia Orgánica	Erosión	Salinidad	Calidad del aire	Aporte O2	Diversificación de especies	Cobertura vegetal	Incremento de especies	Plagas y enfermedades	Empleo	Enfermedades	Paisaje	Alimentos	
Infraestructura de Riego	Limpieza y desbroce	-3.7	-2.5	-4	-2	-2.2	-2	0	-3.1	-1.5	-2.5	3.7	-3.7	-4	0	-27
	Excavacion de canales	-3.5	-1.6	-2	-1	-2.4	-2	0	-2.5	0	-1.8	2.2	-3.4	-5	0	-23.1
	Desalojo de material	-3.7	-3.1	-3	-2	-2.5	-2	0	-7.6	-1.5	-1.6	2.2	-3.4	-7	0	-35.7
	Compactación de canales	-1.2	-1.3	-2	0	-2.5	-2	0	-1.9	0	0	1.9	-2.8	-1	0	-11.9
	Replantillos	-1.6	0	-1	0	-1.3	-1	0	-3.2	0	-0.3	1.9	-1.6	-3	0	-11.6
	Acarreo de material	0	-1.3	-3	-2	-2.8	0	0	-2.8	-0.6	-1.2	2.5	-2.5	0	0	-13.4
	Construcción de enrocados	0	0	1	0	-2.2	0	0	-3.2	0	-1.9	1.9	-2.8	-3	0	-10.4
	Protección de márgenes	0	0	1	0	-2.2	0	0	-3.5	0	-1.9	1.9	-2.8	-3	0	-10.7
	Generación de ruido	0	0	0	0	-1.6	0	0	0	0	-2.8	0	-5.3	0	0	-9.7
Mantenimiento	-3.8	0	-1	-3	-3.1	-2	0	0	0	-2.8	5.5	-5.3	3	-2.1	-13.3	
Productivo	Sembrios	5.8	6.1	4	-2	5.1	8	3.5	7.6	7.3	-1.6	7.9	-1.3	6	9.7	67
	Ganadería	0	0	-6	0	0	0	3.5	-7	4.9	-1.9	7.9	-1.3	4	9.7	14.7
Peso Relativo Comp. Amb.		-11.7	-3.7	-14	-11	-17.7	-2	7	-27.2	8.6	-20.3	39.5	-36	-13	17.3	-85.1

Fuente: Autores.

Tabla XXV. Matriz reversibilidad de infraestructura de riego y drenaje.

COMPONENTES AMBIENTALES		MATRIZ REVERSIBILIDAD												Peso Relativo Actividades		
		Medio Abiótico				Medio Biótico				Factores Socio Económicos						
Componentes-Actividades Proyectos		Agua	Suelo		Aire		Flora		Fauna							
		Calidad del agua	Materia Orgánica	Erosión	Salinidad	Calidad del aire	Aporte O2	Diversificación de especies	Cobertura vegetal	Incremento de especies	Plagas y enfermedades	Empleo	Enfermedades	Paisaje	Alimentos	
Infraestructura de Riego	Limpieza y desbroce	1	5	5	5	1	1	1	5	5	5	5	5	1	1	46
	Excavacion de canales	1	5	5	5	5	1	1	1	5	5	5	5	5	1	50
	Desalojo de material	5	1	5	5	5	1	1	5	5	5	5	5	5	1	54
	Compactación de canales	1	5	5	5	5	1	1	1	5	1	5	5	5	1	46
	Replantillos	5	5	5	5	5	1	1	5	5	1	5	5	5	1	54
	Acarreo de material	1	1	5	1	5	1	1	5	1	1	5	5	1	1	34
	Construcción de enrocados	1	1	5	1	5	1	1	1	1	5	5	5	5	1	38
	Protección de márgenes	1	1	5	1	5	1	1	1	1	5	5	5	5	1	38
	Generación de ruido	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	5	1	1	22
Mantenimiento	5	5	5	5	5	1	1	1	5	5	5	5	5	1	54	
Productivo	Sembríos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	1	5	26
	Ganadería	5	1	5	5	1	1	1	1	1	1	5	5	1	5	38
Peso Relativo Comp. Amb.		28	32	52	40	44	12	12	28	36	40	56	60	40	20	500

Fuente: Autores.

Tabla XXIV. Matriz riesgo de infraestructura de riego y drenaje.

COMPONENTES AMBIENTALES		MATRIZ RIESGO												Peso Relativo Actividades		
		Medio Abiótico				Medio Biótico				Factores Socio Económicos						
Componentes-Actividades Proyectos		Agua	Suelo		Aire		Flora		Fauna							
		Calidad del agua	Materia Orgánica	Erosión	Salinidad	Calidad del aire	Aporte O2	Diversificación de especies	Cobertura vegetal	Incremento de especies	Plagas y enfermedades	Empleo	Enfermedades	Paisaje	Alimentos	
Infraestructura de Riego	Limpieza y desbroce	5	10	5	1	5	5	1	10	5	5	10	5	10	1	78
	Excavacion de canales	5	10	5	5	5	5	1	10	1	5	10	5	10	1	78
	Desalojo de material	5	10	5	5	10	5	1	10	5	5	10	5	10	1	87
	Compactación de canales	5	1	5	5	5	5	1	5	1	1	10	5	10	1	60
	Replantillos	5	5	5	5	5	5	1	10	1	1	10	5	10	1	69
	Acarreo de material	1	5	10	1	5	5	1	10	1	1	10	5	10	1	66
	Construcción de enrocados	1	5	5	5	5	1	1	5	5	1	10	5	10	1	60
	Protección de márgenes	1	5	5	5	5	1	1	5	5	1	10	5	10	1	60
	Generación de ruido	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	1	5	1	1	26
Mantenimiento	5	5	5	5	5	1	5	10	1	5	10	5	10	1	73	
Productivo	Sembríos	10	10	10	5	10	5	10	10	5	10	1	10	10	10	116
	Ganadería	10	10	5	5	5	1	1	10	10	5	10	1	10	10	93
Peso Relativo Comp. Amb.		54	77	66	48	66	45	20	96	50	40	111	52	111	30	866

Fuente: Autores.

Tabla XXVII. Matriz V.I.A. de infraestructura de riego y drenaje.

MATRIZ VALORIZACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL																
COMPONENTES AMBIENTALES		Medio Abiótico				Medio Biótico				Factores Socio Económicos				Peso Relativo Actividades		
		Agua	Suelo		Aire	Flora		Fauna								
Componentes-Actividades Proyectos		Calidad del agua	Materia Orgánica	Erosión	Salinidad	Calidad del aire	Aporte O2	Diversificación de especies	Cobertura vegetal	Incremento de especies	Plagas y enfermedades	Empleo	Enfermedades	Paisaje	Alimentos	
Infraestructura de Riego	Limpieza y desbroce	3	5	4	2	2	2	0	5	3	4	5	4	3	0	44
	Excavación de canales	3	4	3	3	4	2	0	3	0	3	4	4	6	0	40
	Desalojo de material	4	3	4	3	5	2	0	7	3	3	4	4	7	0	51
	Compactación de canales	2	2	3	0	4	2	0	2	0	0	4	4	3	0	26
	Replántillos	3	0	3	0	3	2	0	5	0	1	4	3	5	0	29
	Acarreo de material	0	2	5	1	4	0	0	5	1	1	5	4	0	0	27
	Construcción de enrocados	0	0	3	0	4	0	0	3	0	2	4	4	5	0	24
	Protección de márgenes	0	0	3	0	4	0	0	3	0	2	4	4	5	0	24
	Generación de ruido	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	5	0	0	10
	Mantenimiento	4	0	2	4	4	1	0	0	0	4	6	5	5	1	38
Productivo	Sembríos	4	4	4	2	4	5	3	4	4	2	7	2	4	8	57
	Ganadería	0	0	5	0	0	0	2	4	4	2	7	2	4	8	38
Peso Relativo Comp. Amb.		23	19	39	15	38	16	4	41	15	28	57	46	48	17	408

Fuente: Autores.

Tabla XXVI. Matriz rango de infraestructura de riego y drenaje.

MATRIZ RANGO															
COMPONENTES AMBIENTALES		Medio Abiótico				Medio Biótico				Factores Socio Económicos					
		Agua	Suelo		Aire	Flora		Fauna							
Componentes-Actividades Proyectos		Calidad del agua	Materia Orgánica	Erosión	Salinidad	Calidad del aire	Aporte O2	Diversificación de especies	Cobertura vegetal	Incremento de especies	Plagas y enfermedades	Empleo	Enfermedades	Paisaje	Alimentos
Infraestructura de Riego	Limpieza y desbroce	B	M	M	B	B	B	N	M	B	B	M	M	B	N
	Excavación de canales	B	B	B	B	B	B	N	B	N	B	M	M	M	N
	Desalojo de material	M	B	M	B	M	B	N	A	B	B	M	M	A	N
	Compactación de canales	B	B	B	N	B	B	N	B	N	N	M	M	B	N
	Replántillos	B	N	B	N	B	B	N	M	N	B	M	B	M	N
	Acarreo de material	N	B	M	B	M	N	N	M	B	B	M	B	N	N
	Construcción de enrocados	N	N	B	N	B	N	N	B	N	B	M	M	M	N
	Protección de márgenes	N	N	B	N	B	N	N	B	N	B	M	M	M	N
	Generación de ruido	N	N	N	N	B	N	N	N	N	M	N	M	N	N
	Mantenimiento	M	N	B	B	M	B	N	N	N	M	M	M	M	B
Productivo	Sembríos	M	M	N	B	B	M	B	M	M	B	A	B	M	A
	Ganadería	N	N	M	N	N	N	B	M	B	B	A	B	B	A

Fuente: Autores.

CAPÍTULO 7

7. PRESUPUESTO

Tabla XXVIII. Presupuesto de Alternativa seleccionada.

ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD DE OBRA	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
DESAZOLVE CANALES A1 Y A2 - CANTÓN SALITRE					
1.1	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE CANALES	ML	2,200.00	\$2.39	\$5,258.00
1.2	EXCAVACION A MAQUINA SIN CLASIFICAR	M3	6,608.18	\$3.12	\$20,617.52
1.3	EXCAVACIÓN EN AGUA	M3	4,405.45	\$5.45	\$24,009.70
1.4	REFINO DE SUPERFICIE DE CANAL	M2	17,600.00	\$0.94	\$16,544.00
1.5	ACOMODE DE MATERIAL DE DESAZOLVE EN LOS LATERALES DEL CANAL.	M3	11,013.63	\$4.37	\$48,129.56
DESAZOLVE E IMPLEMENTACIÓN DE COMPUERTAS CANAL B					
1.1	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE CANALES	ML	1,920.00	\$2.39	\$4,588.80
1.2	EXCAVACION A MAQUINA SIN CLASIFICAR	M3	3,838.28	\$3.12	\$11,975.43
1.3	EXCAVACIÓN EN AGUA	M3	2,558.85	\$5.45	\$13,945.73
1.4	REFINO DE SUPERFICIE DE CANAL	M2	15,360.00	\$0.94	\$14,438.40
1.5	ACOMODE DE MATERIAL DE DESAZOLVE EN LOS LATERALES DEL CANAL.	M3	6,397.13	\$4.37	\$27,955.46
DESAZOLVE CANAL B1					
1.1	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE CANALES	ML	1,220.00	\$2.39	\$2,915.80
1.2	EXCAVACION A MAQUINA SIN CLASIFICAR	M3	1,658.78	\$3.12	\$5,175.39
1.3	EXCAVACIÓN EN AGUA	M3	1,105.85	\$5.45	\$6,026.88
1.4	REFINO DE SUPERFICIE DE CANAL	M2	9,760.00	\$0.94	\$9,174.40
1.5	ACOMODE DE MATERIAL DE DESAZOLVE EN LOS LATERALES DEL CANAL.	M3	2,764.63	\$4.37	\$12,081.43
DESAZOLVE E IMPLEMENTACIÓN DE COMPUERTAS CANAL C					
1.1	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE CANALES	ML	1,400.00	\$2.39	\$3,346.00
1.2	EXCAVACION A MAQUINA SIN CLASIFICAR	M3	1,180.05	\$3.12	\$3,681.76
1.3	EXCAVACIÓN EN AGUA	M3	786.7	\$5.45	\$4,287.52
1.4	REFINO DE SUPERFICIE DE CANAL	M2	11,200.00	\$0.94	\$10,528.00
1.5	ACOMODE DE MATERIAL DE DESAZOLVE EN LOS LATERALES DEL CANAL.	M3	1,966.75	\$4.37	\$8,594.70
DESAZOLVE E IMPLEMENTACIÓN DE COMPUERTAS CANAL E					
1.1	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE CANALES	ML	900	\$2.39	\$2,151.00
1.2	EXCAVACION A MAQUINA SIN CLASIFICAR	M3	10,508.10	\$3.12	\$32,785.27
1.3	EXCAVACIÓN EN AGUA	M3	7,005.40	\$5.45	\$38,179.43
1.4	REFINO DE SUPERFICIE DE CANAL	M2	7,200.00	\$0.94	\$6,768.00
1.5	ACOMODE DE MATERIAL DE DESAZOLVE EN LOS LATERALES DEL CANAL.	M3	17,513.50	\$4.37	\$76,534.00
DESAZOLVE E IMPLEMENTACIÓN DE COMPUERTAS CANAL F					
1.1	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE CANALES	ML	1,480.00	\$2.39	\$3,537.20
1.2	EXCAVACION A MAQUINA SIN CLASIFICAR	M3	6,521.93	\$3.12	\$20,348.42
1.3	EXCAVACIÓN EN AGUA	M3	4,347.95	\$5.45	\$23,696.33
1.4	REFINO DE SUPERFICIE DE CANAL	M2	11,840.00	\$0.94	\$11,129.60
1.5	ACOMODE DE MATERIAL DE DESAZOLVE EN LOS LATERALES DEL CANAL.	M3	10,869.88	\$4.37	\$47,501.38
DESAZOLVE E IMPLEMENTACIÓN DE COMPUERTAS CANAL G					
1.1	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE CANALES	ML	860	\$2.39	\$2,055.40
1.2	EXCAVACION A MAQUINA SIN CLASIFICAR	M3	6,090.60	\$3.12	\$19,002.67
1.3	EXCAVACIÓN EN AGUA	M3	4,060.40	\$5.45	\$22,129.18
1.4	REFINO DE SUPERFICIE DE CANAL	M2	6,880.00	\$0.94	\$6,467.20
1.5	ACOMODE DE MATERIAL DE DESAZOLVE EN LOS LATERALES DEL CANAL.	M3	10,151.00	\$4.37	\$44,359.87
DESAZOLVE E IMPLEMENTACIÓN DE COMPUERTAS CANAL G					
1.1	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE CANALES	ML	7,680.00	\$2.39	\$18,355.20

ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD DE OBRA	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1.2	EXCAVACIÓN A MAQUINA SIN CLASIFICAR	M3	34,803.15	\$3.12	\$108,585.83
1.3	EXCAVACIÓN EN AGUA	M3	23,202.10	\$5.45	\$126,451.45
1.4	REFINO DE SUPERFICIE DE CANAL	M2	61,440.00	\$0.94	\$57,753.60
1.5	ACOMODE DE MATERIAL DE DESAZOLVE EN LOS LATERALES DEL CANAL.	M3	58,005.25	\$4.37	\$253,482.94
DESAZOLVE E IMPLEMENTACIÓN DE COMPUERTAS ESTERO MATAPALOS					
1.1	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE CANALES	ML	5,740.00	\$2.39	\$13,718.60
1.2	EXCAVACION A MAQUINA SIN CLASIFICAR	M3	44,693.48	\$3.12	\$139,443.66
1.3	EXCAVACIÓN EN AGUA	M3	29,795.65	\$5.45	\$162,386.29
1.4	REFINO DE SUPERFICIE DE CANAL	M2	45,920.00	\$0.94	\$43,164.80
1.5	ACOMODE DE MATERIAL DE DESAZOLVE EN LOS LATERALES DEL CANAL.	M3	74,489.13	\$4.37	\$325,517.50
DESAZOLVE CANAL MATAPALO ADC					
1.1	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE CANALES	ML	3,140.00	\$2.39	\$7,504.60
1.2	EXCAVACION A MAQUINA SIN CLASIFICAR	M3	1,210.16	\$3.12	\$3,775.70
1.3	EXCAVACIÓN EN AGUA	M3	806.77	\$5.45	\$4,396.90
1.4	REFINO DE SUPERFICIE DE CANAL	M2	25,120.00	\$0.94	\$23,612.80
1.5	ACOMODE DE MATERIAL DE DESAZOLVE EN LOS LATERALES DEL CANAL.	M3	2,016.93	\$4.37	\$8,813.98
DESAZOLVE CANAL PRINCIPAL					
1.1	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE CANALES	ML	5,040.00	\$2.39	\$12,045.60
1.2	EXCAVACION A MAQUINA SIN CLASIFICAR	M3	34,173.30	\$3.12	\$106,620.70
1.3	EXCAVACIÓN EN AGUA	M3	22,782.20	\$5.45	\$124,162.99
1.4	REFINO DE SUPERFICIE DE CANAL	M2	40,320.00	\$0.94	\$37,900.80
1.5	ACOMODE DE MATERIAL DE DESAZOLVE EN LOS LATERALES DEL CANAL.	M3	56,955.50	\$4.37	\$248,895.54
SUB-TOTAL					\$2,436,508.90
I.V.A. (14%)					\$341,111.25
TOTAL					\$2,777,620.14

Fuente: Autores.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. De acuerdo al Capítulo 4 de Análisis de Alternativas, según las estimaciones de costos, la alternativa más viable resulta ser la opción 2, pero cabe recalcar que es necesario tomar en cuenta los aspectos sociales y ambientales, debido a que tenemos una afectación de aspecto social como es la expropiación de terrenos y es por esto que las restricciones de la alternativa 2 se vuelven considerable, de igual manera en el ámbito ambiental existe mayor afectación para la flora y fauna del sector.
2. Comparando las ventajas y restricciones de las tres alternativas propuestas en el capítulo 4 con su respectivo análisis técnico, social y ambiental, obtuvimos que la alternativa más viable resulta ser el desazolve de canales existentes.

3. Se evaluó la condición de los cauces que se encuentran en las márgenes del sector estudiado son los ríos Salitre – Los Tintos y Vinces, cuyo comportamiento es meandrónico y se desarrollan a lo largo de la llanura de la cuenca baja del río Guayas, el proceso migratorio que conllevan sus meandros ha provocado que ciertas zonas sean más propensas a la desestabilización de sus márgenes; muchas veces debilitando las infraestructuras y reduciendo el tiempo de su vida útil, para la cual se deben de tomar medidas preventivas y correctivas en las márgenes, pilas y estribos de puentes.

4. Uno de los objetivos fundamentales del estudio, es mejorar la situación actual en cuanto las condiciones hídricas para las mejoras de su producción agrícola a lo largo del año, independientemente de la estación. La condición de varios cauces secundarios y artificiales dentro de la zona de estudio, es en general un estado en el que necesitan mantenimiento y las infraestructuras que atraviesan las principales vías de comunicación de los cantones, se encuentran en condición de redimensionamiento debido a que su periodo de diseño se encuentra caduco, debido al estrangulamiento que se puede observar en cada una de estas infraestructuras, provocando a corto plazo la socavación de las mismas o el overtopping, llevando al colapso de la misma.

5. Dado a que este estudio intenta mitigar los efectos provocado por el fenómeno El Niño, es recomendable reestablecer la capacidad portante de estos cauces en la medida que la situación lo requiera y sea posible realizarla dado a que es una zona inundable y sus cauces, debido al proceso sedimentológico, están en un constante transporte y depósito de material lo cual reduce su capacidad.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar trabajos de desazolve en los canales localizados en el área de estudio, para permitir un mejor control de los cauces y evitar desbordamientos de los mismos; lo que provocaría una afectación a las zonas de cultivos. La atención radica en el hecho de que estos canales son usados como drenaje y riego, por lo que se hace necesario también, la utilización de sistemas de control (compuertas). La finalidad de lo mencionado, es poder controlar los niveles de aguas que ingresan a las zonas de los cultivos, de tal manera que, en épocas de sequía, se tenga agua para poder realizar tareas de riego. Y así mismo, en épocas de invierno, poder evacuar el exceso de agua.
2. En función de los antecedentes descritos en el presente proyecto se recomienda para el mejoramiento de los cauces naturales y construidos para riego y drenaje, en varios recintos de los Cantones Salitre, Samborondón y Daule” se desarrolle la alternativa correspondiente al Desazolve de Canales puesto que esto brindará un beneficio considerable y afectaciones mínimas a los habitantes del área de estudio además de que se necesitarán recursos económicos menores.
3. Es indudable la mejora de estos canales, sin embargo, el régimen de sedimentación, la intervención del hombre y otros factores naturales, en

un lapso determinado de tiempo volverán a reducir la capacidad de estos canales por lo que es necesario tratar de mantener el cauce para que conduzca el caudal para el que fue diseñado.

BIBLIOGRAFÍA

- [1]. (INAMHI). Series de datos hidrológicos, caudales medios mensuales, período: 1990 -2005, Dirección de Informática.
- [2]. Una Introducción a la Geología Física. Pearson Educación S.A., Sexta Edición, 2000, Cap. 10 213-239 P.
- [3]. Muñoz L. Franco, Anejo de Cuencas Hidrográficas Tropicales, Editorial “Gustavo A. Serrano”, Cce-Loja, 2007, Cap.1 17-33 P.
- [4]. Dumont J.F., Santana E, Soledispa B, King A, el islote el palmar, resultado de una evolución a largo plazo de la distribución del drenaje entre los Ríos Daule y Babahoyo en la cuenca del Guayas, acta oceanográfica del Pacifico. Vol.14.#1, 2007, 171 p.
- [5]. “Estudio fluviomorfológico del Río Vinces y determinación de las áreas de inundación de la zona de influencia del proyecto Pacalori aplicando Hec-georas”
- [6]. <http://balcon.magap.gob.ec/mag01/magapaldia/2013/Pdf,%20banner,%20eventos/PNRD.pdf>
- [7]. TOSSO, J. y J. TONDREAU. Velocidad De Infiltración para Diseño de Métodos de Riego. Edición “Comunicaciones Agrícolas”, SAG, Chile. 1975

[8]. Fuente: Manual de referencia HEC-RAS "Apuntes del Curso". Víctor Hugo Guerra Cobián.