

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO
HIDRÁULICO DE UN TRAMO DEL CAUCE DEL RÍO
PACHACHACA APLICANDO HEC RAS PARA EL
DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL
DISTRITO DE CALAMARCA - JULCÁN**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Línea de Investigación: DEFENSAS RIBEREÑAS

AUTORES : Br. VIVANCO ALVA, RICARDO AUGUSTO
Br. LARA TRUJILLO, MARVIN JUNIOR

ASESOR : Ms. RICARDO ANDRÉS NARVAEZ ARANDA

Trujillo-Perú 2016

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO
HIDRÁULICO DE UN TRAMO DEL CAUCE DEL RÍO
PACHACHACA APLICANDO HEC RAS PARA EL
DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL
DISTRITO DE CALAMARCA - JULCÁN**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Línea de Investigación: DEFENSAS RIBEREÑAS

AUTORES : Br. VIVANCO ALVA, RICARDO AUGUSTO
Br. LARA TRUJILLO, MARVIN JUNIOR

ASESOR : Ms. RICARDO ANDRÉS NARVAEZ ARANDA

Trujillo-Perú 2016

**TESIS: “ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO
HIDRÁULICO DE UN TRAMO DEL CAUCE DEL RÍO PACHACHACA
APLICANDO HEC RAS PARA EL DISEÑO DE DEFENSAS
RIBEREÑAS EN EL DISTRITO DE CALAMARCA - JULCÁN”**

Presentada por:

Br. Vivanco Alva Ricardo Augusto

Br. Lara Trujillo Marvin Junior

Aprobado por el jurado:

PRESIDENTE Ing. Carlos Vargas Cárdenas _____

SECRETARIO Ing. Tito Burgos Sarmiento _____

VOCAL Ing. Jorge Paredes Estacio _____

Asesor:

Ms. Ricardo Narváez Aranda _____

PRESENTACIÓN

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO:

Dando cumplimiento al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, es grato poner a vuestra consideración, el presente trabajo de aplicación titulado **“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE UN TRAMO DEL CAUCE DEL RIO PACHACHACA APLICANDO HEC RAS PARA EL DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL DISTRITO DE CALAMARCA - JULCÁN”**, con el propósito de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

El contenido de la presente tesis ha sido desarrollado considerando las normas técnicas según la línea de investigación, aplicación de conocimientos adquiridos durante la formación profesional en la universidad, consulta de fuentes bibliográficas especializadas y la experiencia del asesor.

Br. Vivanco Alva Ricardo

Br. Lara Trujillo Marvin

ACREDITACIÓN DE ASESORÍA

El que suscribe Ing. Narváez Aranda Ricardo , Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, asesor de la tesis: “ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE UN TRAMO DEL CAUCE DEL RÍO PACHACHACA APLICANDO HEC RAS PARA EL DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL DISTRITO DE CALAMARCA - JULCAN”

Tengo el agrado de informar que el bachiller: Br. Ricardo Vivanco Alva y Br. Marvin Lara Trujillo han culminado satisfactoriamente el desarrollo de la tesis al 100%, dando cumplimiento a esta modalidad para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil estipulado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego.

Se expide la presente acreditación para su respectivo trámite en la Facultad de Ingeniería y sus fines correspondientes.

Ing. Narváez Aranda Ricardo
Docente - Asesor

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico a Dios y a mis padres:
Edmee Rosalva Alva Ferrer Y Ricardo Alberto Vivanco
Haro, así como a mis abuelos: Amanda Ferrer Vásquez,
Ricardo Vivanco Gonzales y familia en general que me
brindaron su apoyo incondicional en todas las etapas de mi
vida y me ayudaron en los momentos difíciles.

RICARDO.

Primeramente a Dios y a mis padres Oscar Lara
Goicochea y Esmeralda Trujillo Paz, hermanos , familia,
conocidos y amigos que de una forma u otra me ayudaron
a culminar todas mis metas con perseverancia y humildad
y a mi alma mater UPAO y sus docentes .

MARVIN

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro agradecimiento a todos los docentes de la carrera de ingeniería civil de la universidad privada Antenor Orrego que año tras año fueron compartiendo sus conocimientos y experiencias con nosotros, asimismo agradecer especialmente a nuestro asesor de tesis Ingeniero Ricardo Narváez Aranda quien nos brindó su apoyo y siempre estuvo predispuesto a resolver nuestras inquietudes sobre este trabajo de investigación.

RESUMEN

Una inundación sucede cuando una tormenta genera gran cantidad de escorrentía y esta sobrepasa la capacidad de carga de los ríos. El resultado obtenido de este fenómeno es el rebalse de los bancos en determinado curso del río y por lo tanto la inundación de las tierras aledañas conocidas como llanuras de inundación. "Las llanuras de inundación son, en general, aquellos terrenos sujetos a inundaciones recurrentes con mayor frecuencia y ubicados en zonas adyacentes a los ríos y cursos de agua" (Organización de los Estados Americanos OEA 1993).

Realizar un plan de riesgo para las inundaciones es una labor que necesita mucho tiempo de investigación. Por eso necesitamos de herramientas tecnológicas que permitan ubicar y comprender las actividades de inundación antes de que sucedan; de esta manera podemos tener una mejor visión de lo que está sucediendo para saber: dónde ubicar diques y su altura, dónde realizar ampliaciones, rectificaciones del cauce y qué tanto; si vale la pena o no reubicar poblaciones y dónde; así como ubicar áreas donde se presentan fenómenos hidráulicos que afectan el comportamiento de la inundación.

Es así, como el uso del modelo hidráulico HEC-RAS integrado con la extensión GeoRAS, permite extraer la topografía del área de interés por medio de un TIN (triangulated irregular network); simular inundaciones con diferentes caudales y condiciones de rugosidad establecidos por el usuario y generar un nuevo TIN con las alturas y áreas cubiertas por el agua. Con la información generada con el modelo es posible trabajar a nivel preventivo y correctivo.

Aprovechando la tecnología de modelación hidráulica, se decidió realizar una simulación en un segmento de 5.9 Km del Río Pachachaca, en el distrito de Calamarca Julcán.

Dado que la cuenca del Río Pachachaca no cuenta con información hidrometeorológica trasladaremos dicha información de la cuenca del Río Cajamarquino, que presenta características fisiográficas similares y cuenta con información hidrometeorológica.

Los datos Hidrológicos utilizados en el presente estudio han sido obtenidos de la estación Weberbahuer, cuya información registra datos desde los años 1973 a 1998 (25 años). Un dato importante en el diseño es la verificación in situ, observando con los lugareños de la zona, las señales de máximas avenidas, habiéndose registrado en el mes de Abril del año 1998 la máxima avenida, información valiosa para determinar su altura y compararla con el caudal obtenido por el método racional.

El método de encauzamiento de Altunin- Manning determinó un ancho de 22.33, Simons y Henderson nos dio 26.6 metros, el método de Pettis 27.59 metros y el método de Blench nos dio un ancho de base de 22.49 metros, la altura de muro dio como resultados de 2.8 metros.

Para lo antes mencionado se han realizado estudios básicos de ingeniería como estudios de topografía y mecánica de suelos y se aplicó el método racional para la determinación del caudal máximo y usando el modelamiento hidráulico en Hec Ras se ubicaron zonas críticas de inundación para proceder al diseño de los diques de enrocado y finalmente hacer un análisis comparativo del comportamiento hidráulico.

ABSTRACT

A flood occurs when a storm generates lots of runoff and it exceeds the capacity of rivers. The result of this phenomenon is the overflow of the banks in a particular course of the river and therefore flooding of surrounding lands known as "floodplains". Floodplains are generally those lands subject to recurrent flooding more frequently and located in areas adjacent to rivers and streams" (Organization of American States OEA1993).

Make a plan for flood risk is a task that takes a long time research. So we need technological tools to locate and understand the activities of flooding before they happen; in this way we can have a better view of what is happening to know: where to locate dikes and height, where enlargements, rectifications runway and how much; whether it is worthwhile or not to relocate populations and where; and locate areas where hydraulic phenomena that affect the behavior of the flood are presented.

Thus, as the use of HEC-RAS integrated with the extension GeoRAS hydraulic model, to extract the topography of the area of interest by a TIN (triangulated irregular network); simulate flooding with different flow rates and roughness conditions set by the user and create a new TIN with heights and areas covered by water. With the information generated by the model can work preventive and corrective leveraging technology level of hydraulic modeling, it decided to perform a simulation in a segment of 5.9 km from Pachachaca River, in the district of Calamarca Julcan.

Since the Rio Pachachaca not have hydro meteorological information will transfer this information Cajamarquino River Basin, which has similar physiographic features and has hydrometeorological information. Hydrological data used in this study were obtained from the Weberbahuer station, which records data information from the years 1973-1998 (25 years).

An important design data is verification on the spot, watching the locals of the area, the signals of maximum flood, which has been recorded in the month of April 1998 the maximum flood, valuable information to determine height and

compare it with the flow rate obtained by rational method. The method of channeling Altunin determined width 22.33, Simons and Henderson gave 6.26 meters, the method Pettis 27.59 meters and the method of Dodge gave a base width of 22.49 meters, the height of wall gave as results 2.83 Meters.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN.....	iv
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	x
ÍNDICE	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE CUADROS	xviii
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	2
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
1.3. MOTIVOS QUE GENERARON LA PROPUESTA DEL PROYECTO.....	6
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	7
1.4.1. Alcance	7
1.5. OBJETIVOS.....	7
1.5.1. Objetivo general	7
1.5.2. Objetivos específicos.....	7
1.6. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	8
1.6.1. Justificación académica	8
1.6.2. Justificación social	8
1.7. APORTE DEL TRABAJO.....	8
1.8. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	8
1.8.1. Estudio consultado	8
1.8.2. Estudio consultado	9
1.8.3. Estudio consultado	9
CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
2.1. UBICACIÓN POLÍTICA	11
2.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	11
2.3. LÍMITES.....	11
2.3.1. Ubicación del proyecto.....	11
2.4. VÍAS DE COMUNICACIÓN	14
2.5. VÍAS DE ACCESO.....	15
2.6. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y AMBIENTALES.....	15
2.6.1. Clima	15
2.6.2. Temperatura	15
2.6.3. Región Continental.....	15

2.6.4	Topografía.....	15
2.6.5	Pluviosidad.....	17
2.7.	GOOGLE EARTH	17
2.7.1	Características	17
2.7.2	Uso	18
2.8.	GPS VISUALIZER	18
2.9.	MAP SOURCE.....	19
2.10	SOFTWARE HEC-RAS	21
2.10.1	¿Cuándo debe usarse el flujo no permanente?	21
2.10.2	Flujo permanente vs flujo no permanente.....	21
2.10.3	Régimen Permanente.....	22
2.10.4	Hidráulica del Hec-Ras para Flujo Permanente (Steady Flow).....	24
2.10.5	Modelamiento hidráulico usando el Software HEC-RAS.....	24
2.11	AUTOCAD CIVIL 3D	26
2.11.1	Puntos	26
2.11.2	Topografía.....	26
2.11.3	Superficies TIN.....	26
2.11.4	Alineamiento.....	27
2.11.5	Perfiles	27
2.11.6	Seccionamiento transversal.....	27
2.12	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
2.12.1	Generalidades.....	27
2.12.2	El agua.....	29
2.12.3	Río	30
2.12.4	Cuencas Hidrográficas.....	31
2.12.4.1	Funcionamiento de las cuencas hidrográficas	31
2.12.4.2	Elementos de la cuenca	33
2.12.4.3	Partes de una cuenca hidrográfica.....	34
2.12.4.4	Tipos de cuencas hidrográficas.....	34
2.12.5	Inundación	35
2.12.5.1	Alcance e importancia relativa de las inundaciones.....	35
2.12.5.2	Tipos de inundación	35
2.12.5.3	Mecanismos productores de la precipitación.....	36
2.12.5.4	Efectos que producen las inundaciones.....	37
2.12.5.5.	Prevención	38
2.12.6	Protección contra inundaciones.....	38
2.12.6.1	Medidas no estructurales	38
2.12.6.2	Medidas estructurales.....	40
2.12.7	Defensas ribereñas.....	42
2.12.7.1	Diques enrocados	42
2.12.7.2	Diques en talud	43
2.12.7.3	Diques verticales.....	43
2.12.7.4	Enrocados con roca al volteo.....	43
2.12.7.5	Enrocado con roca colocada	44

2.12.7.6	Estructuras de concreto	44
2.12.7.7	Muros de mampostería	46
2.12.7.8	Muro de piedras	47
2.12.7.9	Materiales a utilizar para las defensas ribereñas	50
2.13	METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO	51
2.13.1	Estudio hidrológico	51
2.13.1.1	Cuenca hidrográfica	52
2.13.2	Estimación de caudales máximos en cuencas sin información	55
2.13.2.1	Fórmula racional	56
CAPÍTULO III ESTUDIOS BÁSICOS DE INGENIERÍA		65
3.1.	ESTUDIO TOPOGRÁFICO	66
3.1.1.	Objetivos y alcances	66
3.1.2.	Instrumentación y resultados	66
3.2.	ESTUDIO TOPOGRÁFICO ALTERNO UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)	68
3.2.1.	Introducción	68
3.2.2.	TIN	68
3.2.3.	Procedimiento	69
3.3.	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	73
3.3.1.	Objeto del Estudio	73
3.3.2.	Ubicación del área en estudio	73
3.3.3.	Características del Proyecto	74
3.3.4.	Investigaciones realizadas	74
3.3.4.1	Geomorfología	74
3.3.4.2	Geología	75
3.3.4.3	Tectonismo	75
3.3.5.	Trabajos de Campo	76
3.3.4.4	Calicatas	76
3.4.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	84
3.4.1.	Descripción del medio ambiente	84
3.4.1.1.	Medio físico	84
3.4.1.2.	Medio biológico	86
3.4.1.3.	Medio socio económico y cultural	86
3.4.1.4.	Servicios básicos	87
3.4.2.	Programa de prevención y/o mitigación ambiental	93
3.4.2.1.	Medidas de mitigación	94
3.4.3.	Especificaciones técnicas	96
3.4.3.1.	Restauración de campamento y patio de máquinas	96
3.4.3.2.	Restauración de depósitos de material excedente	97
3.4.3.3.	Restauración de canteras	98
3.4.3.4.	Restauración de accesos	98
3.4.4.	Conclusiones	99
CAPÍTULO IV PROCEDIMIENTO Y RESULTADOS		100
4.1.	DISEÑO DEL DIQUE	101

4.1.1. Cálculo hidráulico	101
4.1.1.1 Sección estable o amplitud del cauce (B)	101
4.1.2. Cálculo del tirante (t)	103
4.1.3. Velocidad media	104
4.1.4. Número de Froude	104
4.1.5. Cálculo de la altura del dique	104
4.1.6. Calculo de la socavación	105
4.1.7. Profundidad de uña	107
4.2. CREACIÓN DE LA SUPERFICIE TIN EN CIVIL 3D	107
4.2.1. Procedimiento	107
4.3. MODELAMIENTO DEL RÍO EN HEC RAS	111
CAPÍTULO V RESULTADOS	115
5.1. SIMULACIÓN HIDRÁULICA	116
5.1.1. Secciones generadas en el proceso de aguas arriba hacia aguas abajo	116
5.1.2. Vista 3d del modelo, progresiva km 0+ 860.00	117
5.1.3. Distribución del caudal en los bordes del río	121
5.1.4. Secciones donde ocurre desbordamiento	121
5.2. UBICACIÓN DE LAS DEFENSAS RIBEREÑAS	132
5.3. ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO ..	135
CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	138
6.1. CONCLUSIONES	139
6.2. RECOMENDACIONES	140
CAPÍTULO VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	141
CAPÍTULO VIII ANEXOS	143
8.1. PANEL FOTOGRÁFICO	144

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación a nivel nacional.....	12
Figura 2. Ubicación de la provincia de Julcán.....	13
Figura 3. Mapa físico político provincia de Julcán departamento La Libertad	13
Figura 4. Ubicación del Proyecto.....	14
Figura 5. Logo Google earth.....	18
Figura 6. Logo GPS visualizer.....	19
Figura 7. MAP Source.....	20
Figura 8. Ventana principal Hec ras.....	23
Figura 9. Ventana de datos geométricos Hec ras	23
Figura 10. Ventana de datos para flujo permanente.....	24
Figura 11. Funcionamiento de las cuencas hidrográficas.....	32
Figura 12. Elementos de la cuenca.....	33
Figura 13. Defensas vivas naturales	39
Figura 14. Defensas vivas forestadas	40
Figura 15. Diques enrocados	42
Figura 16. Enrocado con roca colocada	44
Figura 17. Muros de concreto ciclópeo	45
Figura 18. Muros de concreto armado.....	46
Figura 19. Gaviones	48
Figura 20. Espigones.....	49
Figura 21. Rayados o terraplenes	49
Figura 22. Limpieza del cauce.....	50
Figura 23. Perfiles de lluvia del CSC.....	59
Figura 24. Parámetros geomorfológicos de la cuenca.....	60
Figura 25. TIN	68
Figura 26. Modelamiento matemático de la superficie	69
Figura 27. Opciones de Google Earth	69
Figura 28. Ruta trazado	70
Figura 29. Ruta guardado extensión kml.....	70
Figura 30. Archivo de ruta. Subida a GPS visualizer.....	71
Figura 31. Visualización de la ruta en Map Source	71
Figura 32. Puntos topográficos en block de notas.....	72
Figura 33. Edición de puntos de Excel.....	72
Figura 34. Importación de puntos topográficos a civil 3D	107
Figura 35. Creación de la superficie TIN	108
Figura 36. Triangulación	108
Figura 37. Superficie final del cauce.....	109
Figura 38. Eje del río.....	109
Figura 39. Alineamiento cada 20 m	110
Figura 40. Llanuras de inundación.....	110
Figura 41. Unidades métricas en hec ras	111
Figura 42. Geometric métricas en hec ras	111
Figura 43. Perfil del río	112
Figura 44. Número de manning	113
Figura 45. Ingreso del caudal.....	113
Figura 46. Condiciones de borde	114
Figura 47. Tipo de flujo.....	114

Figura 48. Secciones generadas	116
Figura 49. Vista 3D del modelo progresivo Km0 + 860.00	117
Figura 50. Vista 3D progresiva Km0 + 860.00 - km 1+600.00	117
Figura 51. Vista 3 D Progresiva km 1+600.00 - km 2+420.00.....	118
Figura 52. Vista 3D Progresiva km 2+420.00 - km 3+160.00.....	118
Figura 53. Vista 3D Progresiva km 3+160.00 – km 3+900.00	119
Figura 54. Vista 3D Progresiva km 3+900.00 – km 4+640.00	119
Figura 55. Vista 3D Progresiva km5 +340.00 – km5 + 960.00.....	120
Figura 56. Distribución del caudal en los bordes	121
Figura 57. Sección 280.....	121
Figura 58. Sección 300.....	122
Figura 59. Sección 320.....	122
Figura 60. Sección 1020.....	122
Figura 61. Sección 1040.....	123
Figura 62. Sección 1060.....	123
Figura 63. Sección 1110.....	123
Figura 64. Sección 1120.....	124
Figura 65. Sección 1140.....	124
Figura 66. Sección 2560.....	124
Figura 67. Sección 2580.....	125
Figura 68. Sección 2600.....	125
Figura 69. Sección 2600.....	125
Figura 70. Sección 2620.....	126
Figura 71. Sección 3680.....	126
Figura 72. Sección 3700.....	126
Figura 73. Sección 3720.....	127
Figura 74. Sección 3740.....	127
Figura 75. Sección 3760.....	127
Figura 76. Sección 3780.....	128
Figura 77. Sección 3820.....	128
Figura 78. Sección 3840.....	128
Figura 79. Sección 3760.....	129
Figura 80. Sección 3880.....	129
Figura 81. Sección 5240.....	129
Figura 82. Sección 5260.....	130
Figura 83. Sección 5280.....	130
Figura 84. Sección 5300.....	130
Figura 85. Sección 5320.....	131
Figura 86. Sección 5340.....	131
Figura 87. Sección 5360.....	131
Figura 88. Sección 5380.....	132
Figura 89. Sección 5400.....	132
Figura 90. Progresiva km0+260.00 – km0+340.00.....	132
Figura 91. Progresiva km1+00.00 – km1+160.00	133
Figura 92. Progresiva km 2+560.00 – km2+640.00.....	133
Figura 93. Progresiva km3+680.00 – km3+900.00.....	134
Figura 94. Progresiva km5+220.00 – km5+400.00.....	134

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción recorrido hacia área de proyecto.....	15
Cuadro 2. Temperatura.....	15
Cuadro 3. Precipitación.....	16
Cuadro 4. Coeficiente de escorrentía según Aparicio.....	57
Cuadro 5. Coeficiente de escorrentía según Benítez.....	57
Cuadro 6. Coeficiente de escorrentía según Velasco-Molina.....	57
Cuadro 7. Coeficiente de escorrentía según Chow.....	58
Cuadro 8. Precipitación Estación Weberb.....	62
Cuadro 9. Matriz de identificación de impactos ambientales potenciales.....	88
Cuadro 10. Matriz de evaluación de impactos ambientales potenciales.....	89
Cuadro 11. Matriz de evaluación de criterios de evaluación.....	90
Cuadro 12. Manejo ambiental del aire.....	91
Cuadro 13. Manejo ambiental del agua.....	91
Cuadro 14. Manejo ambiental del suelo.....	92
Cuadro 15. Manejo ambiental del paisaje.....	92
Cuadro 16. Manejo ambiental flora, fauna, empleo.....	93



“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE UN TRAMO DEL CAUCE DEL RÍO PACHACHACA APLICANDO HEC RAS PARA EL DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL DISTRITO DE CALAMARCA - JULCÁN”,

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN



1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Antes de crearse y/o disponerse de la tecnología del Sistema de Información Geográfica (SIG), la forma en que se tomaban decisiones para determinar zonas de inundación, no siempre era la más adecuada, se confiaba en mapas tradicionales y en tablas estadísticas impresas. Los mapas y registros se mantenían generalmente en departamentos o sectores aislados dentro de una cierta organización, perdiendo tiempo, duplicando esfuerzos e inevitablemente produciendo resultados erróneos. (Ordoñez , 2005)

Se tenían mapas tablas y cartografía que eran difíciles de mantener actualizados, ni siquiera con los mejores mapas, tablas o cartas se podía imaginar cómo eran realmente las cosas, cuales son las mejores opciones de localización y que decisión se debería tomar en un momento dado. (Ordoñez, 2005)

El resultado eran decisiones basadas en información pobre, y solucionando solo parte del problema o simplemente realizando una mala planificación. Todas las alternativas no podían ser tenidas en cuenta ya que no podían ser visualizadas en conjunto. Adicionalmente, las alternativas que se consideraban eran generalmente basadas en datos incompletos. Era como si la gente mirara al mundo a través de una lente rajada, distorsionando de esa forma la realidad. (Harzards , 2005)

Desde que se planteó el Sistema de Información Geográfica (SIG) hace dos décadas, nos permite ver el mundo y todo lo que hay en él, con nuevos ojos. Actualmente muchas empresas, industrias y gobiernos, utilizan la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para ayudar a resolver complicados problemas y mejorar nuestra calidad de vida. Los SIG están siendo utilizados para combatir el crimen, planificar mejores usos de la tierra, reducir el congestionamiento urbano u obtener recursos para mejorar grupos y áreas. (Harzards, 2005)



La iniciativa de Harzards (2005) de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias de los Estados Unidos (FEMA), se vale de la Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la prevención y mitigación de desastres por terremotos, vientos e inundaciones.

Las definiciones tradicionales describen a los SIG como un conjunto de hardware, software, datos geográficos, personas y procedimientos organizados para capturar, almacenar, actualizar, manejar, analizar y desplegar eficientemente rasgos de información referenciados geográficamente. (ESRI, 1996)

Una definición más actual, corta y puntual sería: Un Sistema de Información Geográfica es un sistema que por medio de computadoras y datos geográficos ayuda a un mejor entendimiento del medio en que vivimos y nos permite resolver los problemas que diariamente afrontamos. Es una herramienta muy poderosa, cada vez más utilizada, para hacer de nuestro habitat un mejor lugar donde vivir. (Ordoñez, 2005)

La tecnología del SIG ha sido usada de ayuda en el modelamiento de agua superficial y presentando mapas de inundación. Las aplicaciones del SIG están relacionadas a modelos hidrológicos y proveen de funciones para el almacenamiento de datos, el cálculo de los parámetros de ingreso requeridos, manipulación de datos y procesamiento de resultados. (Harzards, 2005)

El SIG es usado para crear una interfase con programas de Modelamiento Hidráulico, con los cuales diagnostica sitios de posible desborde. Además permite planificar acciones para mitigar la ocurrencia de inundaciones, integrando Modelos Hidráulicos e Hidrológicos y así como fotografías aéreas e imágenes por satélite. (Harzards, 2005)

Una de las primeras aplicaciones del SIG para la evaluación de inundaciones involucra la administración de datos espaciales Hec Sam y el Sistema de Análisis Comprensivo. Este sistema junta varios elementos de mapeo, programa base de datos, y modelos hidrológicos e hidráulicos. Hec-



Sam uso el Modelo de Coexistencia de Ponderación espacial para evaluar el impacto de las inundaciones como un resultado de varias alternativas de desarrollo de uso de tierra. (Harzards, 2005)

Uno de los software que integrada el SIG para el análisis hidráulico es el Sistema de Análisis de Ríos del Centro de Ingeniería Hidrológica (Hydrologic Engineering Center's River Análisis) o HEC-RAS, es un software que fue desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos. (Esteban, 1999)

La modelación o modelamiento de ríos es una técnica que permite estudiar el comportamiento de los cauces frente a la ocurrencia de un fenómeno o su reacción ante una estructura que se coloca en él. Dentro de los diferentes modelos existentes, HECRAS aparece probablemente como el más utilizado en nuestro país

A través del tiempo el agro peruano y los sectores urbano, industrial, vial y otros, han tenido pérdidas económicas significativas por no contar con una adecuada planificación de carácter prioritario en los que respecta a la prevención contra las acciones erosivas y destructivas de las corrientes de agua, las mismas que se han visto incluso agravadas con pérdidas de infraestructuras de riego y áreas de cultivo. (ATDRCH, 2000)

En el Perú se tiene conocimiento de anteriores trabajos realizados por instituciones públicas que utilizaron el Software HEC- RAS para estudios de franja marginal y defensas ribereñas, como es el caso del Río Lurín, donde se realizaron un análisis hidráulico, mas no cuantificaron posibles daños. (IMEFEN, 2004)

Egas (1999), utilizo el Hec-2 procesador del HEC-RAS, simulo e identifico áreas inundables en un tramo del Río Rímac, obteniendo tramos críticos y muy críticos, concluyendo que es un modelo alternativo que se debe seguir usando en medidas de protección de áreas urbanas y cuencas.



Esteban (1999), predijo áreas inundables aplicando el programa Hec-Ras en un tramo del Río Lurín-Perú, como una medida técnica alternativa para la prevención de inundaciones, basándose solo en análisis hidráulicos.

Villasis (1992), identificó zonas de inundación entre los poblados de Rosario y Pampas de Jaquey en el Valle Chicama, provincia de Ascope, Departamento de la Libertad- Perú, mediante el Método Estático, aplicado en fotografías aéreas pancromáticas. Utilizando, indicadores susceptibles de avenida, agrupados en cinco parámetros: geológico, geomorfológico, pendiente relieve, suelo, uso actual de la tierra y fisiográfica. Permitiendo delinear y diferenciar según su grado de afección cada una de las zonas inundadas.

Esto se debe que a pesar de las ventajas derivadas de usar un SIG para asistir a Análisis Hidráulicos, son a menudo inasequibles a los ingenieros no especializados en la operación de SIG. (IMEFEN, 2004)

Para prevenir desastres e inundaciones dentro del contexto nacional se ha venido haciendo uso de este modelo comercial, por ejemplo tenemos: el año 1999, se realizó el estudio “Simulación hidráulica del río tumbes desde la Estación Puerto el Cura hasta 900 m. aproximadamente aguas abajo del puente Tumbes”, obteniendo con el programa los perfiles hidráulicos para diversos caudales de avenidas.

En el año 2006, se realizó la tesis Estudio Hidrológico e Hidráulico del Puente Ñagazu, sobre el río Ñagazu en donde se modelo el río con el programa para determinar los niveles de agua alcanzados bajo condiciones extremas de máximas avenidas.

En la ciudad de Ica debido al fenómeno del niño en el 1998, sufrió una de las peores inundaciones de su historia, por lo cual el año 2009 se realizó un estudio acerca del modelamiento hidráulico del río Ica haciendo uso del programa para el diseño de las defensas ribereñas a lo largo del río que atraviesa la zona urbana de la ciudad de Ica.



1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El fenómeno de las inundaciones, de acuerdo con las características climáticas del lugar, puede estar presente en algunas zonas urbanas, suburbanas y rurales de un territorio, y sus efectos pueden ir progresivamente agravándose con impactos negativos de la vida y economía de la región debido entre otros aspectos, a: la construcción de infraestructuras sociales de toda índole en el valle de inundación de los cauces, la disminución de la capacidad de evacuación de los cauces producto de la construcción de puentes en diferentes zonas de ellos, que los cauces se han ido progresivamente obstruyéndose como resultado de un permanente proceso de sedimentación.

El problema de los desbordamientos e inundaciones en diferentes zonas hidrográficas de América Latina a causa de la presencia de El Fenómeno del Niño tiene múltiples consecuencias en pérdidas de materiales, aparición de enfermedades, y vidas humanas. El Perú no es ajeno a estas realidades, especialmente la costa norte. La forma como reducir estos efectos es a través de estructuras de defensas riverenas que deben construirse en el cauce de los ríos de las zonas críticas.

En este estudio se analizará un tramo de la zona afectada del río Pachachaca, localizada en el distrito de Calamarca, provincia de Julcan, Región la Libertad. Hidrográficamente corresponde a la cuenca del río Moche.

1.3. MOTIVOS QUE GENERARON LA PROPUESTA DEL PROYECTO

- Inundaciones recurrentes en épocas de máximas crecidas
- Drenaje lento de las áreas inundadas las cuales se convierten en depósito de aguas prácticamente estancadas. Esta situación genera problemas sanitarios sobre la población
- Anegamiento de las llanuras de inundación y daños en viviendas
- Eventos extremos.
- Escaso conocimiento sobre modelos de simulación hidráulica para ubicar geográficamente los desbordes .



1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

“Como realizar el análisis comparativo del comportamiento hidráulico de un tramo del cauce del río Pachachaca aplicando HecHas para el diseño de defensas ribereñas en el distrito de Calamarca - Julcán

1.4.1. Alcance

El alcance del proyecto de investigación es a nivel de la zona de estudio afectada por del río Pachachaca, localizada en el distrito de Calamarca, provincia de Julcán, Región La libertad.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo general

Realizar el análisis comparativo del comportamiento hidráulico de un tramo del cauce del río Pachachaca aplicando Hec Has para el diseño de defensas ribereñas en el distrito de Calamarca-Julcán

1.5.2. Objetivos específicos

1. Identificar el tramo de estudio en el río Pachachaca que comprende la zona de inundación.
2. Realizar estudios a nivel de ingeniería básica para obtener los parámetros topográficos, hidráulicos e hidrológicos que se requieren para llevar a cabo la simulación hidráulica.
3. Estudiar el comportamiento hidráulico de máximas avenidas en los diferentes tiempos de retorno del río Pachachaca .
4. Realizar la simulación hidráulica en el tramo en estudio dentro de la zona de inundación bajo condiciones extremas de caudales.
5. Realizar el análisis comparativo del comportamiento del cauce natural y cauce modificado por estructuras de encauzamiento para reducir las inundaciones
6. Plantear y diseñar estructuras de defensas ribereñas para protección ante el desbordamiento del río.



1.6. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. Justificación académica

Se justifica académicamente porque permitirá aplicar procedimientos y metodologías para realizar simulaciones hidráulicas con criterios adecuados para ubicar, diseñar defensas ribereñas y estructura de captación considerando el cauce natural y modificado por las estructuras de encauzamiento.

1.6.2. Justificación social

El proyecto se justifica socialmente porque evaluará una alternativa de estudio para elaborar un proyecto para protección ribereña reduciendo el peligro de inundación salvaguardando así las viviendas aledañas al río.

1.7. APORTE DEL TRABAJO

Este trabajo de investigación pretende dar una alternativa en el estudio de las inundaciones y defensas ribereñas, mediante la aplicación de una metodología de simulación hidráulica pseudo tridimensional con el uso de tecnologías actuales en ingeniería utilizadas para el modelamiento de inundaciones y diseño de defensas ribereñas, aplicación de métodos estadísticos para el análisis hidrológico, recolección y procesamiento de datos dando un aporte tecnológico actual.

1.8. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

1.8.1. Estudio consultado

Título: MODELOS MATEMÁTICO EN HIDROLOGÍA

Autor: Ing. Eduardo A. Chávarry Velarde

Maestría en recursos hídricos.

Lugar de publicación: Universidad Nacional Agraria La Molina

Fecha de publicación: 26 de abril del 2014

Aportes: Este estudio realizado en la Agraria de Lima pretende la estimación de los aportes de las diferentes quebradas del río Tumbes



así como el procesamiento de la información hidrometeorológica de la estación el tigre desde 1979 hasta 1998 dando como caudal máximo para un tiempo de retorno de 100 años 5542.96 metros cúbicos por segundo y de esta manera poder hacer la simulación hidráulica en Hec ras, definiendo las zonas de inundación y ubicando los diques de contención.

1.8.2. Estudio consultado

TITULO: “MODELACIÓN GEO-ESPACIAL PARA EL DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS EN LA FAJA MARGINAL DEL RÍO CHANCAY HUARAL, UTILIZANDO SIG Y HEC RAS”

Autor: MARCELO DAVID GOYCOCHEA RICCI

Lugar de publicación: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Fecha de publicación: 2014

Aportes: Este estudio plantea mediante el uso de sistemas de información geográfica (sig) ubicar los tramos críticos de la zona marginal del río Chancay _Huaral mediante una extensión del ARCGis llamada Hec Geo Ras pudiendo así ubicar correctamente el lugar donde se dispondrán de diques de enrocado.

1.8.3. Estudio consultado

TITULO: MODELACIÓN HIDRÁULICA PARA EL ANÁLISIS Y PROPUESTA DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE INUNDACIONES EN FINCA VALLE LA ESTRELLA

Autores: LAURA PATRICIA SEGURA SERRANO

RICARDO ANTONIO CASASOLA RAMÍREZ

Lugar de publicación: Campus Cartago, Costa Rica

Fecha de publicación: 2011

Aporte: este estudio sirvió para encontrar las diversas soluciones al desbordamiento del río estrella, utilizando sistemas de información geográfica y HEC RAS para la ubicación de los desbordes y así poder reubicar a la población o construir defensas ribereñas.



CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS



2.1. UBICACIÓN POLÍTICA

Se encuentra políticamente en el distrito de Calamarca - Julcán

Región: La Libertad.

Provincia: Julcán.

Distrito: Calamarca

Río: Pachachaca.

2.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La cuenca del Río Pachachaca se halla comprendida aproximadamente entre las coordenadas geográficas 9 104 000 – 9 108 000 de latitud sur, y 793000 – 796 000 de longitud Oeste.

La cuenca del Río tiene un área de drenaje de 20.67 Km², recorriendo una distancia de 5.687 Km, teniendo una pendiente promedio del cauce principal 9 %.

El dren principal lo constituye el río Pachachaca, cuyo escurrimiento superficial se origina de las precipitaciones que ocurren en su cuenca, las cuales se presentan concentradas principalmente durante los meses de Setiembre a Mayo. El río Pachachaca recibe el aporte de varias quebradas entre las que podemos mencionar: Q. Ventanas y Q. Agua Colorada, entre otras.

2.3. LÍMITES

2.3.1. Ubicación del proyecto

Por el Norte, Noreste y Este: Con el distrito de Julcán y la provincia de Santiago de Chuco; a partir de un lugar en la desembocadura del río Tantada en la margen izquierda del río Pachachaca, el límite describe una dirección general Noreste, siguiendo el Thalweg del río Pachachaca y la Quebrada Quinual aguas arriba hasta llegar a la cumbre del cerro Contra Yerba; lugar a partir del cual se sigue por límite provincial en dirección Sur

Este-SurOeste hasta llegar a la cumbre del cerro Melgón (cerro los Corredores).

Por el SurEste y Sur: Con el distrito de Huaso; a partir de la cumbre del cerro Melgón, el límite describe una dirección general SurOeste que pasa por la naciente y el Thalweg de la quebrada Carabamba aguas abajo hasta su desembocadura en la margen izquierda del río Cautahua de donde sigue por el Thalweg de este río aguas abajo hasta su desembocadura del río La Vega, continúa por el Thalweg de éste último río aguas abajo hasta la confluencia con el río Pachachaca.

Por el SurOeste y Oeste: Con el distrito de Julcán; a partir del último lugar nombrado el límite describe una dirección general Nor Oeste siguiendo el Thalweg del río Pachachaca aguas arriba hasta llegar a la desembocadura del río Cantada en la margen izquierda del río Pachachaca.

Figura 1. Ubicación a nivel nacional



Figura 2. Ubicación de la provincia de Julcán



Figura 3. Mapa físico político provincia de Julcán departamento La Libertad



Figura 4. Ubicación del Proyecto



2.4. VÍAS DE COMUNICACIÓN

La principal vía de comunicación que integra a la Provincia de Julcán con los demás distritos y provincias de La Libertad es la carretera Trujillo-Otuzco-Huamachuco. Hasta el km 62 que es el desvío de Otuzco la carretera es asfaltada, del desvío hasta Agallpampa 23 km, la carretera es afirmada y de Agallpampa hasta Julcán 20 km, es tramo carrosable.

Actualmente el transporte en fluido, hay 3 empresas de transporte que brindan servicios diarios, las unidades móviles recorren Trujillo - Julcán en el tiempo de 03 horas.

La comunicación interdistrital y entre caseríos se realiza a través de trochas carrosables que se encuentran deterioradas.



2.5. VÍAS DE ACCESO

Cuadro 1. Descripción recorrido hacia área de proyecto

El acceso a la zona del proyecto es el siguiente:

Desde	Hacia	Distancia	Tiempo	Tipo/Via
Trujillo	Cruce Otuzco	60 Km	1Hr	Asfaltada
Cruce otuzco	Calamarca	200Km	5Hr	Trocha
Calamarca	Rio Pachachaca	6Km	20Min	Trocha

El perímetro y los linderos antes descritos en este sector, encierran una superficie total de 751 Has.

2.6. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y AMBIENTALES

2.6.1. Clima

La mayor parte del año, el clima es Sub tropical, siendo los elementos que definen este clima los siguientes.

Cuadro 2. Temperatura

ESTACION METEOROLÓGICA JULCÁN															
Departamento :	La Libertad			LATITUD :		8°2'35" S		LONGITUD :		79°29'15" O		ALTITUD :		3106 msnm	
Provincia :	Julcán														
Distrito :	Julcán														
Localidad :	Julcán														
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM.		
TEMPERATURA MÁXIMA °C															
2007	[Bar chart showing monthly maximum temperatures for 2007]												15.06	15.06	
2008	15.74	14.55	15.13	16.10	17.55	18.00	18.13	17.90	18.33	16.35	16.37	16.71	16.74		
2009	15.61	15.21	15.58	17.03	17.94	19.73	19.71	20.39	20.07	17.97	17.53	18.16	17.91		
PROM	15.68	14.88	15.35	16.57	17.74	18.87	18.92	19.15	19.20	17.16	16.95	16.65	16.57		
TEMPERATURA MÍNIMA °C															
2007	[Bar chart showing monthly minimum temperatures for 2007]												5.10	5.10	
2008	5.85	5.72	5.65	5.90	5.77	5.80	5.16	5.97	6.13	6.48	6.43	5.58	5.87		
2009	6.16	6.46	6.39	6.60	6.23	6.00	5.68	6.39	6.50	6.65	5.90	6.48	6.29		
PROM	6.01	6.09	6.02	6.25	6.00	5.90	5.42	6.18	6.32	6.56	6.17	5.72	5.75		
FUENTE: AA JULCÁN															

2.6.2 Temperatura

Se tienen temperaturas que fluctúan entre los 3C y 18C.

2.6.3 Región Continental

El lugar se encuentra ubicado en la sierra oriental.

2.6.4 Topografía

La zona que comprende el estudio es de topografía accidentada.



Presenta una gran variedad de climas, concordante con los pisos altitudinales que posee, así tenemos que en la región Quechua Yunga presenta un clima templado que cubre las vertientes occidentales y orientales andinas, mientras que en la región Quechua - Jalca, el clima es frío, donde en las zonas de mayor altura se registran heladas. Presenta temperaturas históricas promedio máximas entre 14.88°-19.20°C, mientras que las temperaturas históricas promedio mínimas entre 5.42° y 6.56°C, aunque ocasionalmente en algunas horas se presentan temperaturas de 0.5° C y 21° C. aproximadamente.

Es un territorio de montañas y serranías altas atravesando el centro del departamento de la Libertad. Es una zona sísmica en la que se ha producido terremotos. En los 2006 y 2007, la zona fue afectada por efectos climatológicos de heladas y friaje.

Cuadro 3. Precipitación

ESTACIÓN METEOROLÓGICA JULCÁN														
Departamento :	La Libertad			LATITUD :		8°23'S								
Provincia :	Julcán			LONGITUD :		79°29'15" O								
Distrito :	Julcán			ALTITUD :		3106 msnm								
Localidad :	Julcán													
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	
TOTAL DE PRECIPITACIONES (mm)														
2006	NO DISPONIBLE										3.50	54.50	4.00	62.00
2007	59.50	31.50	125.00	69.50	22.00	3.50	2.00	4.00	0.00	38.60	41.20	49.40	446.20	
2008	88.75	91.83	79.05	53.30	6.40	7.80	1.20	0.90	15.85	51.35	28.25	3.25	427.93	
2009	80.63	60.37	117.67	0.00	0.00	14.55	10.35	0.00	5.80	0.00	41.03	47.71	377.90	
PROM	76.29	61.23	107.24	40.93	9.47	8.62	4.52	1.63	7.15	29.98	36.83	33.45	417.34	
FUENTE: AAJULCÁN										MNAG- GRLL-GRALL-OEAI LA LIBERTAD				

La estación de lluvias con mayor frecuencia se da a partir del mes de noviembre diciembre, y es con mayor intensidad entre los meses de enero, febrero y marzo prolongándose hasta el mes de abril,

Las precipitaciones superan las 446.20 milímetros al año, en los meses de enero se tiene un promedio histórico de 76.29 mm, llegando a marzo a 107.24 mm, decayendo en el resto del año hasta octubre en que se inician las precipitaciones.



2.6.5 Pluviosidad

Está relacionada principalmente con la altitud y su distribución es regular a altitudes mayores a los 3, 000 m.s.n.m., siendo los meses más lluviosos de octubre a abril.

2.7. GOOGLE EARTH

Es un programa informático que muestra un globo virtual que permite visualizar múltiple cartografía, con base en la fotografía satelital.

El mapa de Google Earth está compuesto por una superposición de imágenes obtenidas por imágenes satelitales, fotografías aéreas, información geográfica proveniente de modelos de datos SIG de todo el mundo y modelos creados por computadora.

2.7.1 Características

Google Earth permite introducir coordenadas y obtener la ubicación exacta, un plano o vista del lugar. También se pueden visualizar imágenes vía satélite del planeta. También ofrece características 3D como dar volumen a valles y montañas, y en algunas ciudades incluso se han modelado los edificios. La forma de moverse en la pantalla es fácil e intuitiva, con cuadros de mando sencillos y manejables.

Además, es posible compartir con otros usuarios enlaces, medir distancias geográficas, ver la altura de las montañas, ver fallas o volcanes y cambiar la vista tanto en horizontal como en vertical.

Google Earth también dispone de conexión con GPS (Sistema de Posicionamiento Global), alimentación de datos desde fichero y base de datos en sus versiones de pago.

También tiene un simulador de vuelo de Google Earth bastante real con el que se puede sobrevolar cualquier lugar del planeta.

La versión 4 ha incorporado notables mejoras:



- Interfaz en inglés, español, francés y alemán.
- Tener relación con SketchUp, un programa de modelaje 3D desde el cual se pueden subir modelos 3D de edificios a Google Earth.
- Panel de mandos que interfiere más discreto y gana en espacio para la visualización de imágenes.
- Mejoras que permiten ver imágenes en 3D "texturizadas" (superficies más realistas, ventanas, ladrillos...)
- Versión en los tres sistemas operativos más importantes para computadores personales (Windows, Linux, y MAC)

2.7.2 Uso

Google Earth suele utilizar para encontrar las coordenadas GPS de un determinado lugar.

Figura 5. Logo Google Earth



2.8. GPS VISUALIZER

GPS Visualizer es aplicación gratuita , fácil de usar en línea que crea mapas y perfiles de los datos de GPS (tracks y waypoints, incluidos los archivos GPX), rutas en coche, direcciones o coordenadas simples. Puedes usarlo para ver dónde has estado, planear a dónde vas, o visualizar los datos

geográficos (lugares, observaciones científicas, eventos, fotos georeferenciadas, "GPS de dibujo", etc.)

GPS Visualizer puede leer archivos de datos de muchas fuentes diferentes, incluyendo pero no limitado a: GPX (un formato estándar que se utiliza con muchos dispositivos y programas, incluidos los Garmin eTrex, Oregon, Dakota, Colorado, y Nüvi serie GPSMAP), Google Earth (.kml / .kmz), mapas de rutas de Google (URL), Geocaching.com (.loc), FAI / IGC parapente registros , Microsoft Excel , Google Spreadsheets, fuentes XML , Garmin Forerunner (.xml / .hst / .tcx), Timex Entrenador, OziExplorer , Cetus GPS, PathAway , cotoGPS , CompeGPS ,TomTom (. PGL), IGN Rando (.RDN), Trino Emtac, Suunto X9/X9i (.sdf), Fugawi, NetStumbler, y por supuesto delimitado por tabuladores o comas de texto separado.

Figura 6. Logo GPS Visualizer

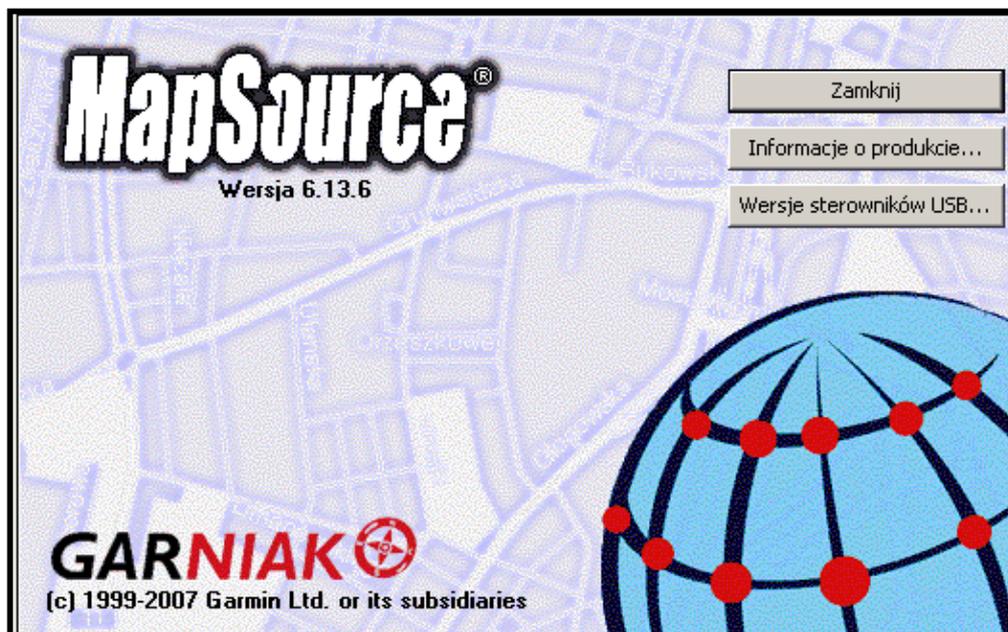
2.9. MAP SOURCE

Características y funciones. El software Mapsource es el creado por el fabricante de GPS Garmin para poder pasar del GPS al PC o viceversa Waypoints, Tracks (que ellos llaman caminos) o rutas y además sirve para una función más que no soportan el resto de programas como el Oziexplorer

o el Compegps: Pasar los mapas vectoriales IMG de Garmin a los receptores Garmin. Otra cosa que también usa este programa son ficheros GPX de manera que es obligatorio pasar por el para convertirlos al formato propietario de Garmin que es el GDB. Por eso además del Oziexplorer o el CompeGPS es conveniente tener este programa instalado en el ordenador.. Una característica muy especial de este programa es que todos los elementos con los que vas trabajando tales como Waypoints, Caminos o rutas, son guardados como un único fichero GDB, así que hay que acordarse de esta peculiaridad. La pantalla principal de la interfaz de MapSource incluye los siguientes elementos:

Una opción muy interesante que incorporan las últimas versiones de Mapsource es la posibilidad de que cuando tengamos waypoints o Tracks en pantalla, podemos verlos en Google Earth simplemente teniendo instalado este programa de Google en nuestro ordenador y pulsando la opción Ver en Google Earth

Figura 7. MAP Source





2.10 SOFTWARE HEC-RAS

El modelo HEC-RAS del Cuerpo de ingenieros del Ejército de los Estados Unidos tiene tres componentes o partes: (1) flujo permanente, (2) flujo no permanente, and (3) flujo de lecho móvil. La componente de flujo permanente utiliza el método estándar para la solución del flujo permanente gradualmente variado. La componente de flujo no permanente utiliza una solución numérica de las ecuaciones que gobiernan el flujo no permanente gradualmente variado en canales. La componente de lecho móvil utiliza la ecuación de continuidad del sedimento y una (de varias posibles) ecuación de transporte de sedimentos, con el fin de calcular agradación (sedimentación) y degradación (erosión) de lechos fluviales.

2.10.1 ¿Cuándo debe usarse el flujo no permanente?

Esta pregunta es de una gran importancia práctica, pues el flujo no permanente es más complicado que el flujo permanente, y requiere de una mayor cantidad de datos. Sin embargo, la respuesta no es muy simple, requiriendo de una explicación adicional.

2.10.2 Flujo permanente vs flujo no permanente

Bajo flujo permanente, el usuario introduce como condiciones de borde un caudal aguas arriba y un tirante (o elevación) aguas abajo. El modelo calcula los tirantes (o elevaciones) en todos los puntos interiores, manteniendo el caudal constante. Bajo flujo no permanente, el usuario introduce un hidrograma de caudales en el borde aguas arriba y una relación caudal-tirante en el borde aguas abajo. El modelo calcula los caudales y tirantes (o elevaciones) en todos los puntos interiores.

Bajo flujo permanente, la relación caudal-tirante es única, es decir, cinemática. De otro lado, bajo flujo no permanente, el modelo calcula las relaciones caudal-tirante (con histéresis) de acuerdo a la variabilidad del flujo. Los flujos más dinámicos (más repentinos) tienen más histéresis. Por lo tanto, la especificación de una curva



caudal-tirante única (cinemática) en el borde aguas abajo contradice la solución en ese borde.

2.10.3 Régimen Permanente

Para el estudio de los niveles y velocidades de agua en ríos, la aproximación que más se ha utilizado y utiliza hasta hoy es la del flujo unidimensional y régimen permanente gradualmente variado, las hipótesis fundamentales para esta forma de aproximación son el movimiento unidimensional, régimen permanente y fondo fijo. La ecuación fundamental es la conservación de la energía entre dos secciones de río, aunque también se utiliza la ecuación de conservación de la cantidad de movimiento en zonas especiales (Ej: puentes). Una ventaja de este tipo de análisis se debe a que estos esquemas de cálculo de curvas de remanso están del lado de la seguridad cuando el objetivo sea conocer los niveles máximos de una avenida. Se considera que el caudal utilizado en el cálculo en régimen permanente es el caudal punta de un hidrograma.

(HIDROLOGIC ENGINEERING CENTER - RIVER ANALYSIS SYSTEM). Este software, del Centro de Ingeniería Hidrología (Hydrologic Engineering Center) del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE.UU. (US Army Corps of Center), surge como evolución del conocido y ampliamente utilizado HEC-2, con varias mejoras con respecto a este, entre las que destaca la interfaz gráfica de usuario (GUI) que facilita las labores de pre proceso y pos proceso.

Los modelos numéricos van añadiéndose en cada versión, se tuvo la versión 2.2 que permitía realizar análisis del flujo subcrítico, supercrítico y mixto. La versión 4.1 empleado para esta investigación, presenta tres componentes de análisis unidimensional de flujo permanente para superficie libre, flujo no permanente y transporte de sedimentos. El análisis en régimen permanente fue utilizado para esta investigación.

Surge como evolución del conocido y ampliamente utilizado HEC-2, con varias mejoras con respecto a éste, entre las que destaca la interfase gráfica de usuario que facilita las labores de pre-proceso y post-proceso, así como la posibilidad de intercambio de datos con el sistema de información geográfica ARC GIS mediante HEC-GEORAS. El modelo numérico incluido en este programa permite realizar el análisis de flujo permanente unidimensional gradualmente variado en lámina libre. (Marín, 2006). a. Características técnicas - Cálculo hidráulico de estructuras (puentes, aliviaderos, alcantarillas, muros de contención, etc.). - Visualización gráfica de secciones. - Ejecutable en entorno Microsoft Windows.

Las aplicaciones son para la modelación hidráulica en régimen permanente de cauces abiertos, ríos canales y canales artificiales.

Sirve para estudiar un tramo de un determinado río y conocer hasta donde llegaría el agua si el caudal alcanzara cierto valor.

Figura 8. Ventana principal Hec ras

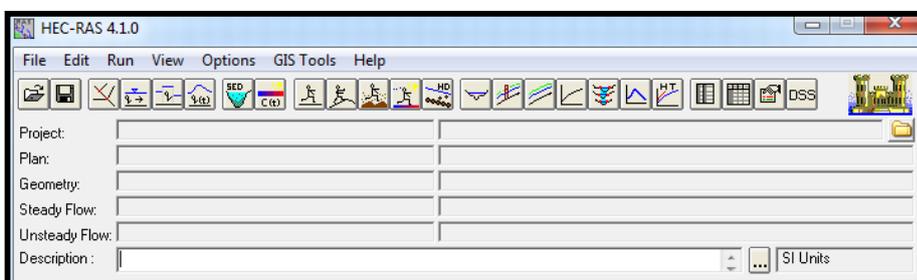


Figura 9. Ventana de datos geométricos Hec ras

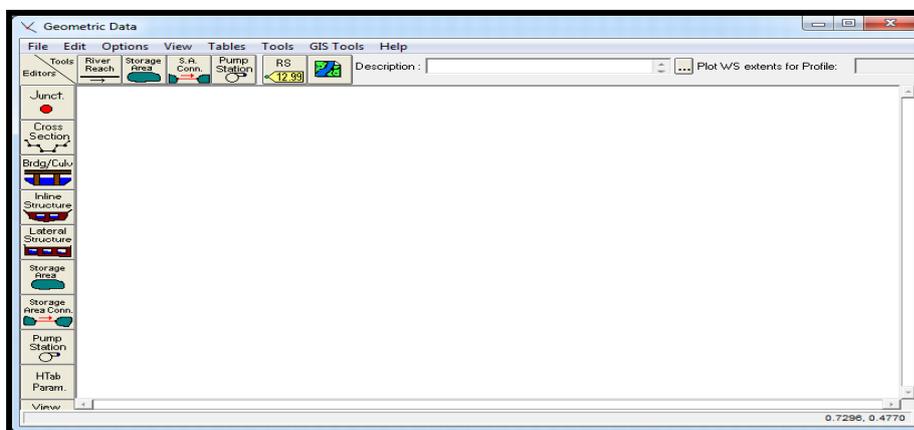
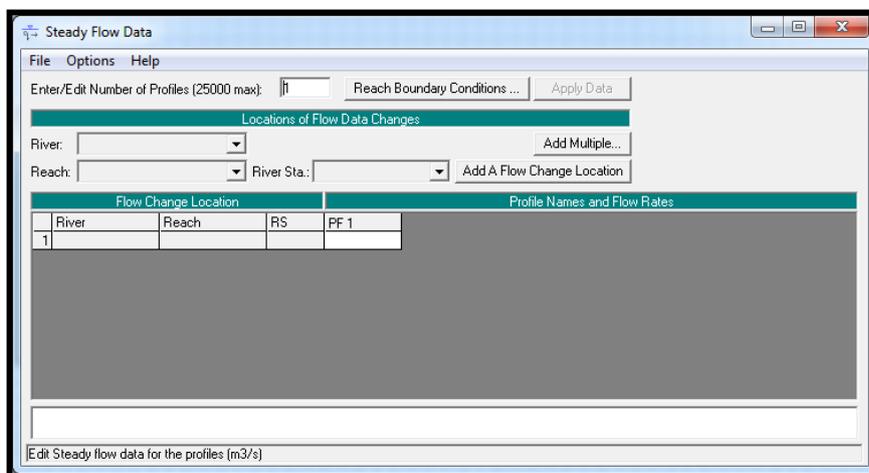


Figura 10. Ventana de datos para flujo permanente



En régimen variable es necesario adecuar el esquema numérico a las características del flujo para asegurar la validez de los resultados que se obtienen, por ello se tiene que analizar las distintas posibilidades del Hec-Ras y su ajuste para evitar inestabilidades y representar aproximadamente el flujo en ríos.

2.10.4 Hidráulica del Hec-Ras para Flujo Permanente (Steady Flow)

El flujo gradualmente variado se caracteriza por los cambios mínimos en la superficie de agua y velocidades de una sección transversal a otra. El primer proceso iterativo es calcular el perfil de superficie de agua según la teoría de Curvas de Remanso o el método del Paso Directo. Los cálculos básicos en un proceso iterativo se apoyan en la ecuación de la energía:

2.10.5 Modelamiento hidráulico usando el Software HEC-RAS

Hec-Ras es un sistema integrado de software, diseñado para su uso interactivo en un entorno de multitareas: el Sistema separa los componentes del análisis hidráulico, almacenamiento de información, capacidad de gestión y facilidades de gráficos.

El Hec-Ras contiene tres componentes de análisis hidráulico unidimensional para:

- Cálculos del perfil de la superficie de agua de flujos fijos.



- Simulación de flujo mixto (flujo laminar y turbulento) y
- Cálculos de capacidad de transporte de sedimentos de lechos móviles.

Un elemento clave es que los tres componentes usaran una representación de datos geométricos comunes y rutinas de cálculos hidráulicos. Además de los tres componentes de análisis hidráulicos, el sistema contiene varias características de diseño hidráulico que pueden ser invocados una vez que los perfiles de la superficie de agua son calculados.

La versión actual de HEC-RAS acepta los cálculos del perfil de la superficie de agua de flujo fijo e irregular (Máximo Villón, 2008).

2.10.6 Componentes del Análisis Hidráulico

Perfiles de la Superficie de Agua de Fluido Fijo

Este componente del sistema de Modelamiento esta propuesto para cálculo del perfil de la superficie de agua para flujo fijo gradualmente variado. El sistema puede manipular una red completa de canales, un sistema dendrítico o un simple río. El componente del flujo fijo es capaz de modelar flujos suscritico, supercrítico y perfiles de superficie de agua de flujo mixto.

El procedimiento de cálculo básico está basado en la solución de la ecuación de energía unidimensional. Las pérdidas de energía son evaluadas por fricción (Ecuación de Manning) y contracción (coeficiente multiplicado por el cambio en la velocidad de carga). La ecuación del momento es utilizado en situaciones donde el perfil de la superficie de agua es rápidamente variado. Estas situaciones incluyen cálculos de regímenes de flujo mixto. Los efectos de las variadas obstrucciones como son los puentes, vertederos y estructuras en zonas de inundación pueden ser consideradas en los cálculos.

El sistema de flujo estable está diseñado para su aplicación en zonas de inundación y estudios para prevenir inundaciones o evaluar el cauce ante una avenida máxima. Además las capacidades están disponibles para fijar características especiales del componente de fluido estable incluye: análisis de múltiples perfiles, puentes y/o análisis de alcantarillas y optimización del flujo.



2.11 AUTOCAD CIVIL 3D

El AutoCAD Civil3D es una herramienta de diseño y cálculo muy útil en el desarrollo de diseño de sitio, diseño urbanístico, carreteras, movimiento de tierras, cálculo topográfico, replanteo de información, etc.

La principal característica del programa es que está diseñado por para que todos los componentes del diseño estén relacionados, los objetos al ser modificados automáticamente regeneran el diseño y recalculan la información en tablas y perfiles, todo esto nos ayudará a la hora de hacer cambios en nuestra propuesta sin tener que rehacer todo el proyecto de nuevo.

2.11.1 Puntos

- Características de la Creación de Puntos.
- Crear puntos a partir de archivos de texto.
- Creando Puntos con Comandos Transparentes.
- Creando Puntos a Partir Objetos.
- Editando y Creando los Estilos de los Puntos y Etiquetas.
- Visualizando y Editando Datos de Puntos.
- Creación y Edición de Description Keys.
- Creando Grupos de Puntos.
- Exportación de Puntos.

2.11.2 Topografía

- Creación de una Base de Datos Topográfica.
- Cálculo de un Levantamiento Topográfico.
- Importando Datos Calculados al Civil.
- Ajuste de Redes Topográficas.
- Acerca de Figuras.
- Importación desde equipos de Topografía.

2.11.3 Superficies TIN

- Construyendo una Superficie a Partir de Puntos.
- Editando Triángulos y Puntos de la Superficie.
- Aplicando Bordos y Mascaras.



- Creación y Edición de Líneas de Quiebre.
- Editando Y Creando Estilos de Visualización de una Superficie.
- Análisis de Superficies.
- Etiquetando Curvas de Nivel.
- Creación de Perfiles Instantáneos.
- Volúmenes con Superficies.

2.11.4 Alineamiento

- Creación de Alineamientos usando Layout y Objetos CAD.
- Herramientas para Editar Alineamientos.
- Edición y Creación de Estilos de Alineamientos.
- Etiquetas de Alineamientos.

2.11.5 Perfiles

- Creando Perfiles.
- Edición y Creación de Estilos de Vistas de Perfiles.
- Herramientas para Editar Perfiles.
- Edición y Creación de Estilos de Perfiles.
- Etiquetas de Perfiles.
- Crear un set de Hojas Planta Perfil.

2.11.6 Seccionamiento transversal

- Generando Simple Lines.
- Dibujo de Secciones Transversales.
- Edición y Creación de Estilos de Vistas de Secciones Transversales.
- Herramientas para Editar Secciones Transversales.
- Edición y Creación de Estilos de Secciones Transversales.
- Etiquetas de Secciones Transversales.

2.12 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.12.1 Generalidades

En todo el mundo los ríos están relacionados al desarrollo de las diversas comunidades, así como, a los desastres catastróficos



ocasionados por desbordes e inundaciones que ocurren como resultado del incremento de sus descargas originadas por precipitaciones estacionales e influenciadas por el deterioro y manipulación de sus sistemas de drenaje. Se sabe muy bien que tanto que los fenómenos climatológicos, hidrológicos y sumando al deterioro de los cauces son los principales generadores de las inundaciones fluviales, sin embargo, no pueden ser considerados como las únicas causas, existen razones múltiples que influyen en estos procesos políticos, económicos, sociales y naturales que inducido por un evento natural se convierte en una catástrofe. En general a lo largo de la Costa Peruana, los ríos han sido afectados de manera significativa por la acción del ser humano, que en su afán de usar el recurso hídrico, manipula el cauce del río para poder abastecer de agua principalmente en sus cultivos y sobre todo la ocupación de áreas en donde el cauce principal que en caso de avenidas son afectadas debido al incremento del volumen de agua del río, esto sumado a los eventos naturales provocan eventos de magnitudes catastróficas (Segura L., 2004). Por eso es importante conocer el comportamiento fluvial para ubicar las causas y posteriormente prevenir o corregir las inundaciones en el río Pachachaca, para esto se requiere la ayuda del sistema SIG 5 (Sistema de Información Geográfica) que es la integración del hardware, software y datos geográficos, que en conjunto sea capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada, es decir que permitan crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones, con ayuda de estos elementos podremos identificar las zonas de inundación expresado en mapas. Pero para poder examinar dichos riesgos en la actualidad se dispone de modelos matemáticos capaces de simular las inundaciones en caso de un evento extremo (desbordes, inundaciones, etc.) que en un tiempo real tomaría tiempo



en evaluar los daños y con ayuda de la modelación hidráulica nos permitirá ver los posibles daños en cuestión de segundos, uno de estos software que se usan hoy en día es el HEC- RAS, que creado en el año 2003 desarrollado por el HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER (HEC) del United States Army Corps of Engineers, incorpora entre sus capacidades un módulo que permite la simulación de inundación en ríos. La aparición de esta nueva herramienta es especialmente interesante por diferentes motivos:

1. El uso de HEC-RAS está muy extendido y existen numerosos ríos simulados con éste, por tanto existe la posibilidad de incluir la simulación en caso de inundación.
2. Funciona en el entorno de Windows y es mucho más sencillo de manipular por el usuario comparando con el entorno DAMBRK.
3. Es un software libre que puede obtenerse de la página web del UNITED STATES ARMY CORPS OF ENGINEERS (cuerpo de ingenieros del ejército de Estados Unidos). Otro aspecto importante a tener en cuenta es la interacción de los modelos capaces de simular las inundaciones en un evento extremo con modelos digitales del terreno.

2.12.2 El agua

Cerca de 3/4 partes de la superficie de la Tierra está cubierta de agua. El agua es uno de los recursos más importantes y usados del planeta. En su forma líquida usualmente la obtenemos de la lluvia, manantiales, arroyos, ríos y lagos. Como vapor, el agua también se encuentra en el aire donde suele condensarse y formar nubes Como recurso natural es utilizada por todos. Algunos de sus usos son: para tomar, cocinar, para el aseo, para actividades recreativas como nadar, navegar en bote, pescar; es un importante elemento de transportación y entre otras cosas para producir energía. En fin, el agua tiene que estar disponible para nuestra supervivencia. Uno puede pensar que el agua siempre está disponible pues estamos rodeados de agua,



tenemos ríos, lagos y arroyos y a veces un 4% de la atmósfera es vapor de agua. Pero a pesar de esto, hay lugares en la Tierra en donde no hay agua. La manera en la cual el agua circula entre la Tierra y la atmósfera determina la localización de este precioso e importante recurso natural. Por eso es importante comprender de donde obtenemos el agua y su ciclo.

2.12.3 Río

Es una corriente de agua que fluye con continuidad. Posee un caudal determinado y desembocado en el mar, en un lago o en otro río, en cuyo caso se denomina afluente. La parte final de un río es su desembocadura. Las variaciones de caudal lo define el régimen hidrológico, estas variaciones temporales se dan durante o después de las tormentas. En casos extremos se puede producir la crecida cuando el aporte de agua es mayor que la capacidad del río para evacuarla, desbordándose y cubriendo las zonas llanas próximas. El agua que circula bajo tierra (caudal basal) tarda mucho más en alimentar el caudal del río y puede llegar a él en días, semanas o meses después de la lluvia que generó la escorrentía.

Los desbordamientos en los tramos bajos de las corrientes naturales donde la pendiente del cauce es pequeña y la capacidad de transporte de sedimentos es reducida, puede provocar inundaciones, las cuales pueden traer consecuencias socioeconómicas graves en la medida que afecten asentamientos humanos, centros de producción agrícola o industrial e infraestructura vial. Para controlar el nivel máximo dentro de la llanura de inundación, se deben colocar protecciones, entre las alternativas de obras de defensas fluviales se puede mencionar: Limpieza y rectificación del cauce, obras de canalización, obras de abovedamiento, entre otras.



2.12.4 Cuencas Hidrográficas

“Una cuenca hidrográfica es un área de terreno que drena agua en un punto común, como un riachuelo, arroyo, río o lago cercano. Cada cuenca pequeña drena agua en una cuenca mayor que, eventualmente, desemboca en el océano.”

Las cuencas hidrográficas albergan una gran variedad de fauna y flora, dentro de ellas se presentan actividades agropecuarias y urbanas.

Fuentes: Instituto Moderno Americano, Minambiente.gov.co

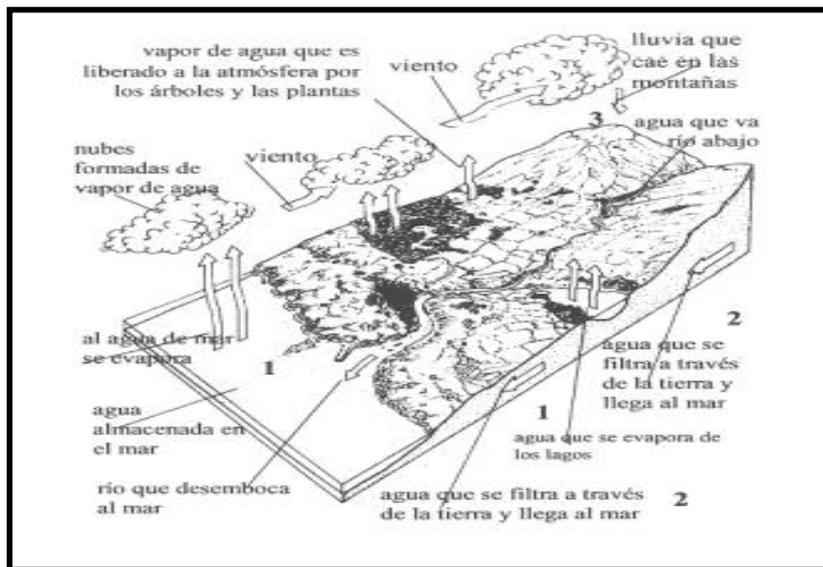
2.12.4.1 Funcionamiento de las cuencas hidrográficas

Para comprender como funcionan las cuencas hidrográficas es importante conocer el ciclo de agua. Ya sabemos que 3/4 partes de la Tierra se compone de agua. Mucha de esta agua se evapora debido al calor. Es así que, una gran cantidad de agua queda suspendida en la atmósfera en forma de vapor de agua. Parte de ese vapor de agua se convierte en nubes y cuando están saturadas, el agua regresa a la tierra en forma de lluvia.

Abajo en la tierra las cuencas se convierten en un gran recipiente donde se recoge esta agua. De aquí el agua vuelve al mar, a la atmósfera o es almacenada temporariamente en los suelos y acuíferos. Como se muestra en la ilustración, la lluvia que cae sobre la cuenca tiene tres rutas alternas de transporte en su retorno al mar o a la atmósfera:

1. puede evaporarse
2. puede infiltrar el terreno
3. puede correr por la superficie en función a la topografía y las pendientes.

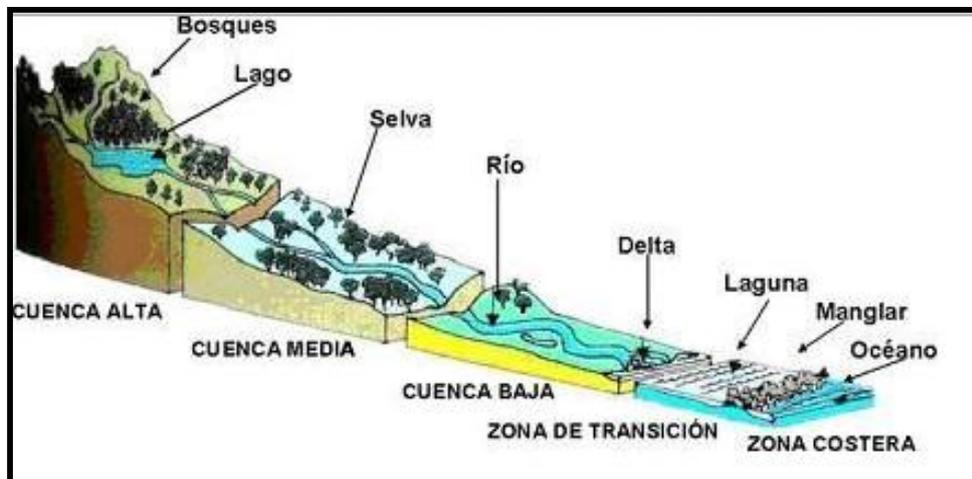
Figura 11. Funcionamiento de las cuencas hidrográficas



El agua que se evapora regresa a la atmósfera; la que se infiltra puede almacenarse en el suelo o en los acuíferos o puede moverse por gravedad subterránea hasta llegar al océano o algún cuerpo de agua. El agua que corre sobre la superficie se mueve por gravedad hasta el río o quebrada, puede infiltrarse a medida que corre o puede evaporarse y retornar a la atmósfera. Los suelos en las cuenca hidrográficas se pueden comparar con una esponja. Estos absorben una gran cantidad de agua de lluvia en un corto periodo de tiempo y luego la van liberando poco a poco. De esta manera los suelos mantienen a los ríos y quebradas siempre con agua aún en tiempos secos.

2.12.4.2 Elementos de la cuenca

Figura 12. Elementos de la cuenca



El río principal

El río principal actúa como el único colector de las aguas. A menudo la elección del río es arbitraria pues se pueden seguir distintos criterios para la elección (el curso fluvial más largo, el de mayor caudal medio, el de mayor caudal máximo, el de mayor superficie de cuenca, etc.).

Los afluentes

Son los ríos secundarios que desaguan en el río principal. Cada afluente tiene su respectiva cuenca, denominada sub-cuenca.

El relieve de la cuenca

El relieve de la cuenca es variado. Está formado por las montañas y sus flancos; por las quebradas, valles y mesetas.



2.12.4.3 Partes de una cuenca hidrográfica

Cuenca alta

Es la parte de la cuenca hidrográfica en la cual predomina el fenómeno de la socavación. Es decir que hay aportación de material terreo hacia las partes bajas de la cuenca, visiblemente se ven trazas de erosión.

Cuenca media

Es la parte de la cuenca hidrográfica en la cual mediante hay un equilibrio entre el material sólido que llega traído por la corriente y el material que sale. Visiblemente no hay erosión.

Cuenca baja

Es la parte de la cuenca hidrográfica en la cual el material extraído de la parte alta se deposita.

2.12.4.4 Tipos de cuencas hidrográficas

Existen tres tipos de cuencas hidrográficas:

- **Exorreicas**
Avenan sus aguas al mar o al océano.
- **Endorreicas**
Desembocan en lagos o lagunas, siempre dentro del continente.
- **Arreicas**
Las aguas se evaporan o se filtran en el terreno. Los arroyos, aguadas y cañadones de la meseta central patagónica pertenecen a este tipo, ya que no desaguan en ningún río u otro cuerpo hidrográfico de importancia.



2.12.5 Inundación

Fenómeno natural que se presenta cuando el agua sube mucho su nivel en los ríos, lagunas, lagos y mar; entonces, cubre o llena zonas de tierra que normalmente son secas.

En cierta medida, las inundaciones pueden ser eventos controlables por el hombre, dependiendo del uso de la tierra cercana a las causas de los ríos.

2.12.5.1 Alcance e importancia relativa de las inundaciones

Como la mayoría de los riesgos naturales, las inundaciones pueden llevar a pérdida de vidas y daños a la propiedad, con gran impacto sobre la salud pública que puede tardar en recuperarse. Desde 1980 hasta 1985, hubo aproximadamente 160 eventos relacionados con inundaciones en el mundo, en los cuales 120.000 personas, por lo menos, murieron o se lesionaron y 20.000.000 perdieron sus viviendas. En términos de pérdidas físicas, las inundaciones son responsables del 40% de los daños a la propiedad ocasionados por todos los desastres naturales.

2.12.5.2 Tipos de inundación

De acuerdo a su origen, las inundaciones se clasifican en: pluviales, fluviales y costeras.

a) Inundaciones pluviales y fluviales

Se dan como consecuencia de las precipitaciones que se producen cuando la humedad contenida en los mares, océanos y otros grandes cuerpos de agua, es transportada hacia la tierra por el viento; al ascender el vapor de agua y disminuir su temperatura, está se presenta en cualquiera de las siguientes formas; lluvia, nieve o granizo. El proceso puede originarse debido a



la existencia de: huracanes, vientos normales, masas polares y procesos convectivos.

b) Inundaciones costeras

Además de las inundaciones pluviales (causadas directamente por la lluvia) y fluviales (desbordamiento de ríos), las zonas costeras pueden ser afectadas por las mareas de tormenta, particularmente en el Golfo de México, donde la sobre elevación del nivel medio del mar hace que éste penetre tierra adentro afectando en algunas ocasiones zonas muy amplias.

A este fenómeno se suma el del oleaje y, juntos, causan daños muy importantes, como la socavación de los cimientos en los edificios costeros, el naufragio de las embarcaciones, la demolición y destrucción de instalaciones portuarias, la rotura de las obras de defensa costera y la erosión de las playas y riscos. El efecto del agua no sólo es destructivo al avanzar tierra adentro, sino también en su retirada hacia el mar.

2.12.5.3 Mecanismos productores de la precipitación

Aunque generalmente los mecanismos productores de la precipitación se combinan es útil explicar sus características de manera independiente.

a) Huracanes

Los huracanes al transportar grandes cantidades de humedad y ocupar también enormes extensiones, provocan tormentas de larga duración (del orden de varios días).

Estos fenómenos provocan inundaciones generalizadas en las principales cuencas.

b) Vientos normales

Cuando las corrientes de aire transportan flujos importantes de humedad del mar hacia la tierra, al



encontrarse con los sistemas montañosos, ascienden y provocan grandes precipitaciones concentradas del lado de donde procede el viento.

c) Masas polares

Consisten en el desplazamiento de frentes fríos procedentes de zonas polares y causan precipitaciones importantes.

d) Convección

Es el mecanismo de ascenso de humedad debido a la diferencia de temperatura del aire en las capas de la atmósfera. Es causante de precipitaciones de gran intensidad, aunque de poca duración y concentradas en pequeñas áreas.

A las lluvias de origen convectivo están asociadas las inundaciones de las zonas urbanas situadas en la altiplanicie.

2.12.5.4 Efectos que producen las inundaciones

Efectos principales:

- Arrastre de sólidos.
- Extensas áreas cubiertas por agua.
- Intensa erosión.
- Proliferación de microorganismos.
- Viviendas dañadas.
- Interrupción de vías de comunicación.
- Pérdida de vidas.
- Pérdidas de cosechas.
- Depósito de sedimentos.

Efectos secundarios:

- Enfermedades transmisibles.
- Escasez de alimentos.



- Problemas de eliminación de desechos (sólidos y líquidos).
- Contaminación del agua potable.

2.12.5.5. Prevención

- Las lluvias intensas representan una alerta natural de posibles inundaciones.
- Evite construir cerca de ríos y quebradas.
- Mantenga una provisión de emergencia: agua potable y alimentos no perecederos, una muda de ropa y calzado, una cobija, un maletín de primeros auxilios, radio portátil, linterna con pilas, fósforos, copias de los documentos de la vivienda e identificación personal.
- Participe junto a su comunidad en la preparación de un plan de mitigación: Este debe contemplar un plano de riesgo con las rutas de evacuación, los sitios de refugio y un inventario de los recursos humanos y materiales del vecindario.
- Evite la deforestación y colabore con la conservación del ambiente en general.
- Divulgue estas medidas. Imprímalas y colóquelas en lugares visibles de su comunidad.

2.12.6 Protección contra inundaciones

La protección contra las inundaciones incluye, tanto las medidas estructurales, como las no estructurales, que dan protección o reducen los riesgos de inundación.

2.12.6.1 Medidas no estructurales

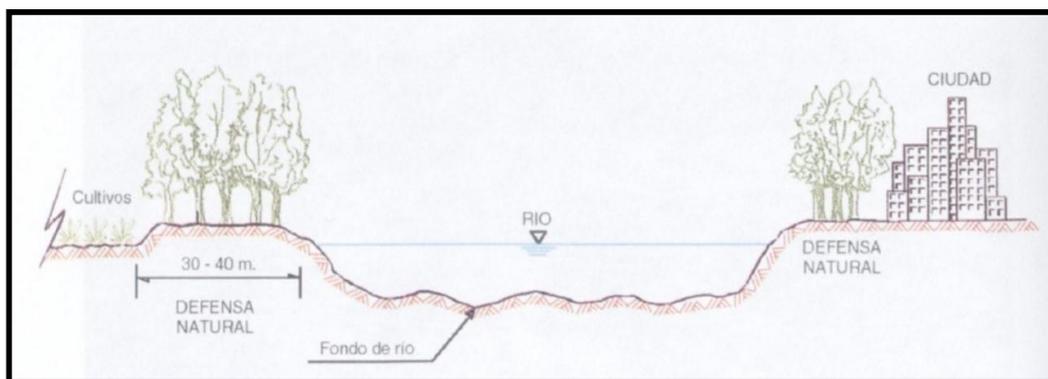
A. Medidas agronómicas

Entre las medidas agronómicas se tienen a las defensas vivas:

1) Defensas vivas naturales

Son las mejores defensas contra la inundación y la erosión del río. Constituidos por variedades de árboles y arbustos dispuestos en ambas márgenes del lecho del río, manteniendo un ancho entre 30-40m

Figura 13. Defensas vivas naturales



2) Defensas vivas forestadas

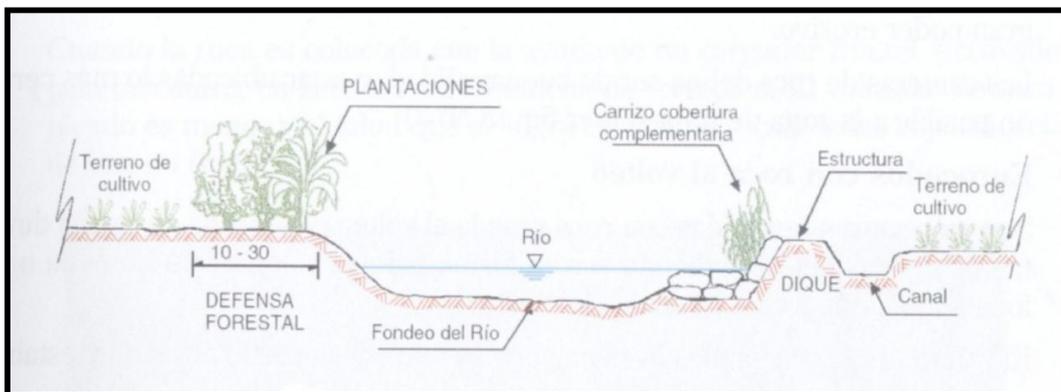
Están basadas en la plantación de arbustos y árboles de raíces profundas que se realiza una vez determinada la sección estable del río. Su densidad debe estar en función de las características de las especies. Esta plantación se efectúa en sectores críticos, o como complemento a las estructuras o defensa artificial. El ancho de la plantación en cada margen varía de acuerdo a las características del río, generalmente de 10 a 30 m. Las especies más empleadas: “sauces”, “huacán”, “huarango”, “chilca”, “callacas”, “pájaro bobo, caña “Guayaquil”, “Castilla”, “Carrizo”, “cañabrava”, etc.

3) Diques naturales

Son originados del depósito de material arrastrado por el río en el borde del mismo, durante las

inundaciones. Esto va causando, progresivamente, la elevación de la ribera.

Figura 14. Defensas vivas forestadas



2.12.6.2 Medidas estructurales

Consisten en estructuras diseñadas sobre la base de los principios de la ingeniería. En el aspecto de diseño se toma en cuenta la hidrología e hidráulica fluvial. En la hidrología, es necesario considerar los registros hidrológicos (descargas de los ríos) y la frecuencia con las que éstas se producen. Por lo general se recomienda 50 años de registro, anteriores al año de ejecución, para determinar el período de retorno y la descarga máxima de diseño. En hidráulicas, se debe recabar datos en lo concerniente a pendiente, sección estable, tirante, sedimentación, socavación, etc.; elementos básicos para realizar el diseño de la estructura

A. Antecedentes hidrológicos

Se debe contar con un estudio hidrológico del río, con el fin de determinar los caudales de diseño, que definirán el dimensionamiento apropiado de las obras. El estudio hidrológico tiene por objeto obtener el mejor ajuste, con los datos existentes a esa fecha a través de las funciones de distribución más aceptadas



que permitan conocer el margen de error disponible de cada uno con el objeto último de brindar una herramienta a los tomadores de decisión. Los estudios hidrológicos analizan alturas del pelo de agua y del caudal de paso con elementos básicos para la determinación de las dimensiones y sitio de traza más óptimos para diseñar defensas costeras en áreas de riesgo hídrico.

B. Antecedentes topográficos y geomorfológicos

Para esto se requiere de estudios realizados de levantamiento Aero fotogramétrico y planos topográficos. El estudio geomorfológico caracteriza el suelo y determina su composición, granulometría y grado de compactación. Este estudio junto con el hidrológico, permitirá determinar los principales parámetros de escurrimiento, velocidad y niveles, para los diferentes caudales.

C. Áreas de inundación

Las verificaciones hidráulicas teóricas, permiten realizar el pronóstico de los ejes hidráulicos bajo diferentes condiciones de caudales. Se deberá delimitar las posibles áreas de inundaciones en el sector de interés, asociando los períodos de recurrencia de los eventos señalados en el análisis hidrológico con las probabilidades de ocurrencia de estos.

D. Diagnóstico

Basado en los antecedentes recopilados en la etapa anterior, se deberá realizar un acabado diagnóstico de las condiciones actuales del cauce, describiendo el origen del problema que se desea solucionar.

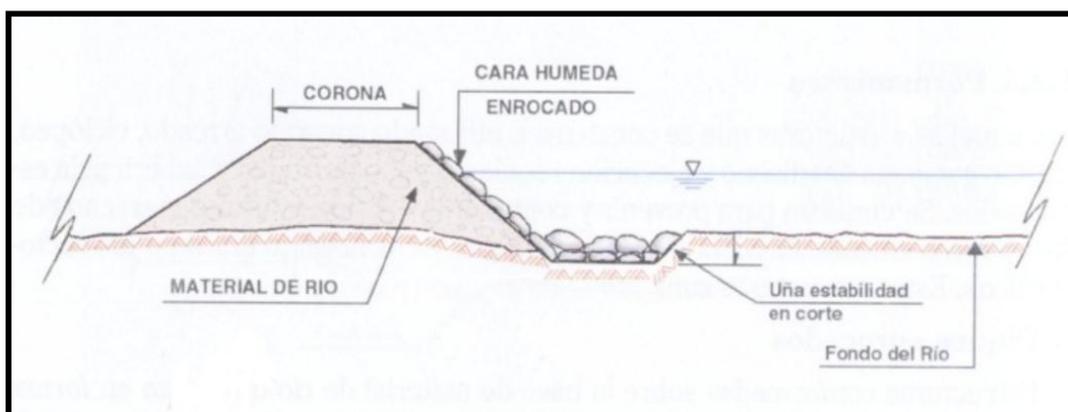
2.12.7 Defensas ribereñas

Son estructuras construidas para proteger las áreas aledañas a los ríos, contra los procesos de erosión de sus márgenes producto de la excesiva velocidad del agua, que tiende a arrastrar el material ribereño y la socavación que ejerce el río, debido al régimen de precipitaciones abundantes sobre todo en época de invierno, ya que son causantes de la desestabilización del talud inferior y de la plataforma de la carretera. Estas obras se colocan en puntos localizados, especialmente para proteger algunas poblaciones y, singularmente, las vías de comunicación, estas pueden ser efectivas para el área particular que se va a defender, pero cambian el régimen natural del flujo y tienen efectos sobre áreas aledañas, los cuales deben ser analizados antes de construir las obras. Para llevar a cabo un proyecto de defensas fluviales es fundamental contar con una serie de información preliminar o antecedentes que permitan diagnosticar el problema que se quiere solucionar, como: hidrológicos, topográficos y geomorfológicos. Así también se requerirá antecedentes sobre inundaciones anteriores, daños provocados, zonas afectadas, etc.

2.12.7.1 Diques enrocados

Estructuras conformadas sobre la base de material de río dispuesto en forma trapezoidal y revestido con roca pesada en su cara húmeda. Pueden ser continuos o tramos priorizados donde se presenten flujos de agua que actúan con gran poder erosivo. Las canteras de roca deben ser de buena calidad, y estar ubicadas lo más no posible a la zona de trabajo.

Figura 15. Diques enrocados





2.12.7.2 Diques en talud

Tradicionalmente se han construido mediante un núcleo de todo uno, encima del cual se superponen capas de elementos de tamaño creciente separados por capas de filtro. Actualmente, los elementos mayores (que conforman los mantos exteriores) son piezas de hormigón en masa de diferentes formas (cubos, dolos, tetrápodos, etc.), que sustituyen a la escollera. Los diques en talud resisten el oleaje provocando la rotura del mismo

2.12.7.3 Diques verticales

Están formados por cajones de hormigón armado que se trasladan flotando al lugar de fondeo y se hunden, para después rellenarlos con áridos, de forma que constituyan una estructura rígida. Las ventajas de este tipo de diques son que para una misma profundidad, requieren mucho menos material que los diques rompeolas, y que se pueden prefabricar. Sin embargo, presentan algunas desventajas como son que concentran su peso en una superficie menor, y por lo tanto requieren mucho menos material que los diques rompeolas, y que se pueden prefabricar. Sin embargo, presentan algunas desventajas como son que concentran su peso en una superficie menor, y por lo tanto requieren un suelo más resistente para su colocación; y que reflejan gran parte del oleaje que incide sobre ellos, aumentando los esfuerzos sobre la estructura y dificultando la navegación en las inmediaciones del dique vertical.

2.12.7.4 Enrocados con roca al volteo

Son estructuras revestidas con roca pesada al volteo o colocada en forma directa por los volquetes, pudiendo ser

en forma parcial, sólo la cara húmeda o en forma total, uña y cara húmeda. El volumen de roca empleado es mayor y su talud de acabado no es muy estable.

2.12.7.5 Enrocado con roca colocada

Cuando la roca es colocada con la ayuda de un cargador frontal, excavadora o pala mecánica, en la uña y cara húmeda del terraplén. El volumen de roca empleado es menor y el talud que se logra es estable

Figura 16. Enrocado con roca colocada



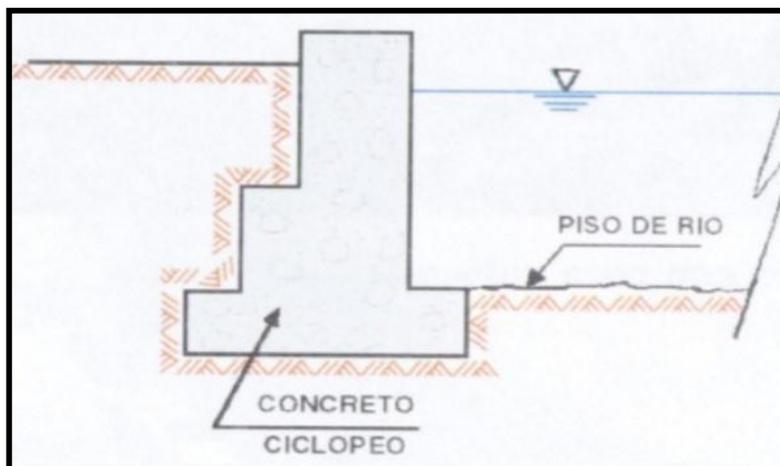
2.12.7.6 Estructuras de concreto

Estas obras son construidas sobre la base de concreto y sirven para la protección de la acción erosiva del río. Sobresalen, dentro de estas obras, los muros de encauzamiento; destacándose los siguientes:

A. Muros de concreto ciclópeo

Son de forma longitudinal, de dimensiones variables en funcional caudal máximo de diseño y el nivel de socavación. Son construidos con material de río.

Figura 17. Muros de concreto ciclópeo



B. Muros de concreto armado

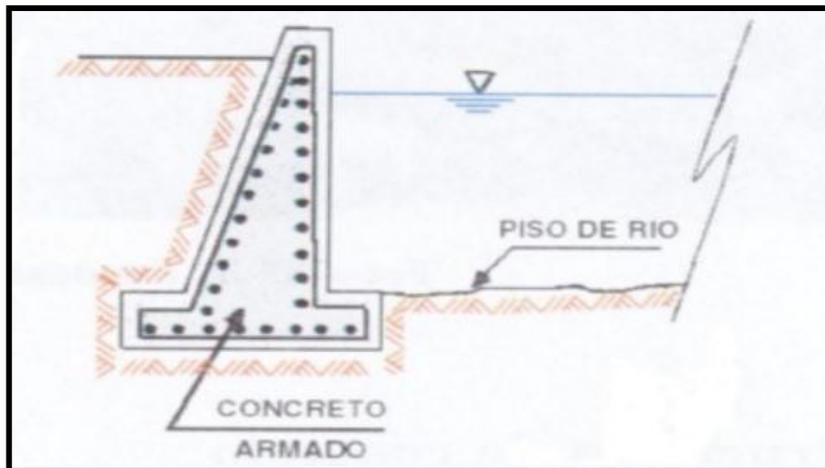
Construidos con armadura de fierro y son de dimensiones menores que los muros de concreto ciclópeo.

Actúan como estructuras de peso o gravedad y aunque su campo de aplicación, lógicamente, de los costos relativos de excavación, hormigón, acero, encofrados y relleno, pueden en primera aproximación pensarse que constituyen la solución más económica hasta alturas de 10 ó 12 metros

Tiene aplicaciones en:

- Como estructura de contención, retención de tierras y soportes a excavaciones en laderas.
- En la corrección de deslizamientos rotacionales de poca altura en suelos como arcilla y coluviales.
- Como estructura hídrica en aliviaderos y en la delimitación de canales.

Figura 18. Muros de concreto armado



2.12.7.7 Muros de mampostería

Muro compuesto de combinaciones de mampuestos (piedras o tabiques), colocados unos sobre otros. Se construyen mediante la colocación manual de sus elementos separados con juntas, para permitir la libre dilatación de cada una de las piezas y evitar los agrietamientos, o reforzarlas debidamente con varillas de acero. En algunos casos es conveniente construir el muro sin utilizar mortero, a los muros así resultantes se les denomina muros secos

A. Tipos de muros de mampostería

- **Muros de adobe sin cocer o bloque de concreto**

Se ejecutarán con bloque de concreto, ya sea hueco o macizo según se indique, fabricado a máquina y de primera calidad, de las dimensiones mostradas en los planos. Para su pega se utiliza mortero 1:5 para muros interiores y 1:4 para exteriores o muros de canto. El mortero se preparará inmediatamente antes de su uso, dosificando el agua para que la



mezcla sea homogénea y manejable. El mortero deberá cubrir tanto las uniones horizontales como verticales y será de espesor uniforme de 1.5 cm. aproximadamente. El mortero sobrante deberá retirarse con el palustre en el momento de terminar la colocación de cada ladrillo, a fin de mantener una superficie limpia y resanada en todo momento.

- **Muros de ladrillo o bloque de concreto a la vista**
Se utilizará ladrillo de primera calidad con dimensiones uniformes, aristas bien terminadas y superficies tersas. Se observará especial cuidado con los muros de fachada que lleven ladrillos de “tizón” y “soga” para prever la colocación de los adobes entrantes y salientes de conformidad con las dimensiones y localización indicados en los planos, conservando la uniformidad en colore y estrías del conjunto general del muro.

2.12.7.8 Muro de piedras

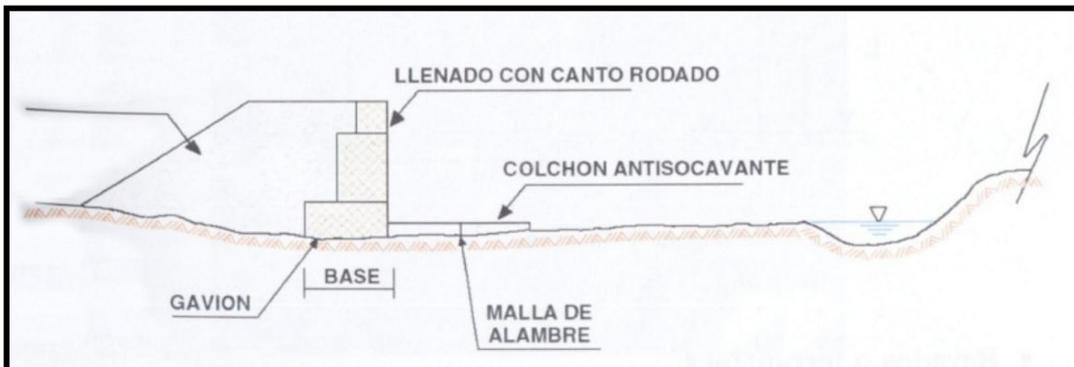
Son estructuras formadas por piedras ladradas y no ladradas, unidas con mortero. Estos muros son empleados para proteger alcantarillas, estribos de puentes, estructuras de almacenamiento de agua, que son estructuras indispensables para satisfacer múltiples necesidades en nuestro medio ambiente.

A. Gaviones

Son estructuras flexibles construidas por una red de malla hexagonal tejida a doble torsión. El alambre galvanizado tiene un recubrimiento plastificado que debe garantizar una vida útil adecuada del alambre. El llenado de las cajas del gavión se hace normalmente sobre la base de cantos rodados, que se encuentran en

los cauces de los ríos. Estas estructuras apropiadas en zonas donde el río presenta pendiente suave y media

Figura 19. Gaviones



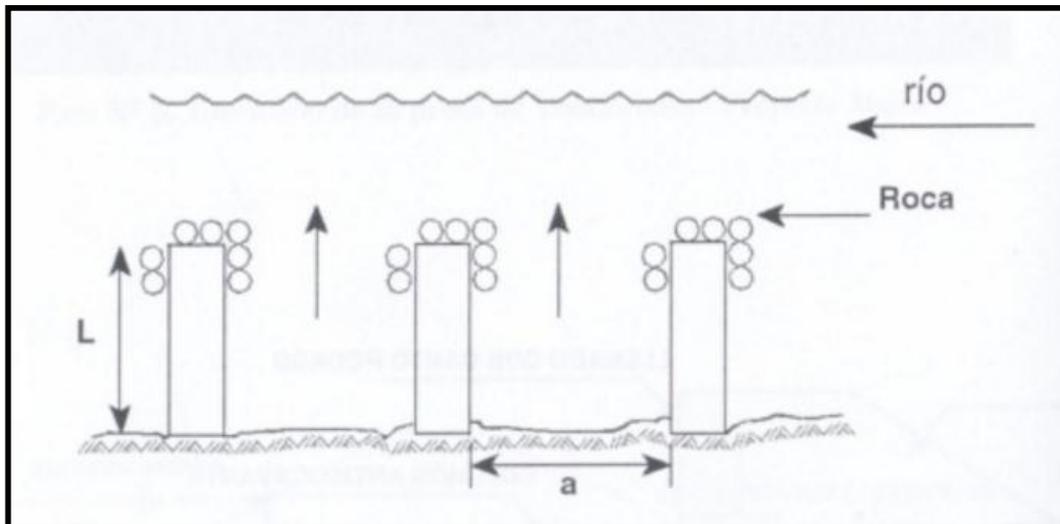
B. Temporales

Son estructuras construidas eventualmente y generalmente duran un período de avenida, de costos relativamente bajos, y su construcción no requieren de mayor especialización. Su finalidad es desviar el flujo del agua de los terrenos de cultivo. Dentro de estas estructuras temporales se tiene:

- **Espigones**

Dentro de las obras de carácter temporal, son las que demuestran mayor eficacia en el trabajo de control. En esencia vienen a ser acumulaciones de material de río dispuestas en forma trapezoidal, revestidas con roca pesada y construidas con empleo de maquinaria. Los espigones van dispuestos en forma perpendicular o paralelos al flujo del río, con longitudes variables de 50 a 100 m y espaciamientos entre sí de 50 a 200 m; en este caso se flectores disipadores.

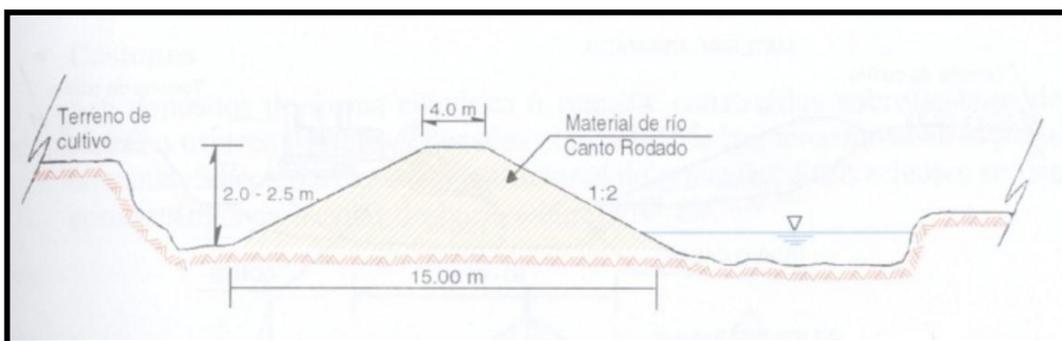
Figura 20. Espigones.



- **Rayados o Terraplenes**

Consiste en la acumulación de material de río mediante maquinaria pesada, por lo general tractores de oruga. Esta acumulación se efectúa con el objeto de desviar el flujo y proteger terrenos de cultivo. El material arrimado generalmente toma la forma trapezoidal con dimensiones de 15 m de base mayor por 4 m de corona y alturas variables de 2,0 a 2,5 m en función al caudal y sección estable. El material acumulado no es compactado. En otros casos solo se acumula frente a los terrenos de cultivo, tratando de profundizar el cauce.

Figura 21. Rayados o terraplenes



- **Limpieza del cauce**

Consiste en realizar la limpieza y darle uniformidad al cauce del río para lo cual utilizamos maquinaria pesada, con la finalidad de recuperar la pendiente y obtener una sección estable en el tramocrítico. La profundidad de corte de la parte central es en promedio 1,5 m con respecto al nivel de las formaciones de la terraza última o nivel de terreno a proteger; estableciendo un ancho mínimo estable de 60 m, lo cual permite en las primeras avenidas definir un cauce no erosivo.

Figura 22. Limpieza del cauce



2.12.7.9 Materiales a utilizar para las defensas ribereñas

Cuando se va construir una defensa se debe considerar muchos factores, uno de los más importantes es el material a utilizar, el cual se debe seleccionar el tipo que mejor vaya con los resultados deseados y cumplan con las propiedades de resistividad, impermeabilidad y durabilidad a la intemperie. Además estos materiales se deben integrar al resto de los componentes para proporcionar estética a la construcción.



Los materiales de uso frecuente en este tipo de obras son los siguientes:

- Concreto: ciclópeo, simple o reforzado.
- Gaviones, colchonetas.
- Piedra suelta, piedra pegada.
- Tablestacas metálicas o de madera.
- Pilotes metálicos, de concreto o de madera.
- Bolsacretos, sacos de suelo
- Cemento, sacos de arena.
- Fajinas de guadua.
- Elementos prefabricados de concreto: Bloques, Exápodos, etc.

2.13 METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO

2.13.1 Estudio hidrológico

Introducción

En el presente estudio hacemos uso de la Hidrología con la finalidad de determinar los caudales máximos y mínimos que circulan por el Río Pachachaca.

Uno de los principales estudios para el diseño de obras de Ingeniería, es el estudio hidrológico, el cual se basa en la recolección de una serie de datos como avenidas, coeficiente de escorrentía, frecuencia, intensidad de lluvias, períodos de diseño, tiempos de concentración, etc.

Para la obtención de máximos caudales de escorrentía existen distintos métodos tales como:

- **Métodos Directos.**- Que consiste en aforar el caudal del Río en una sección determinada del mismo.



- **Métodos Empíricos.-** Consiste en calcular el caudal por medio de comparación entre cuencas, haciendo uso de análisis dimensional y semejanza dinámica.
- **Métodos Simplificados-** Que obtiene caudales máximos a través de precipitaciones máximas usando una fórmula donde interviene el área de la cuenca.

2.13.1.1 Cuenca hidrográfica

A. Definición

Es el área de terreno donde las aguas de escorrentía se distribuyen en una red natural de drenaje, confluyendo luego hacia un colector común o curso principal. El límite o frontera de la cuenca hidrográfica se conoce como “Divortium Aquarum” o divisoria de aguas y el punto más bajo o de total confluencia es el punto emisor.

B. Características fisiográficas

Para definir las características fisiográficas de una cuenca se requiere información cartográfica de la zona de estudio y conocimientos de topografía. En hidrología Superficial existe una relación muy estrecha entre variables y parámetros, relaciones que muchas veces solucionan problemas referentes a la carencia de datos hidrológicos en la zona de estudio.

C. Parámetros geomorfológicos

Los parámetros geomorfológicos más importantes que definen la fisiografía de la cuenca son:

- **Área de la cuenca (A)**

Este factor que dependiendo de la ubicación de la cuenca, tiene importancia efectiva en la hidrografía del sistema. Para cuantificar el área es necesario primero, delimitar la cuenca, para lo cual, haciendo



uso de la Carta Nacional o plano a curvas de nivel, se traza la línea de ‘Divortium Aquarum’ o divisoria de aguas teniendo en cuenta que las líneas de flujo son perpendiculares a las curvas de nivel del terreno y que la divisoria de aguas es una línea de flujo. La divisoria de agua es una línea curva cerrado, continua, que une los puntos de mayor elevación comunes a dos sistemas hidrológicos vecinos. La delimitación de la cuenca se hace respecto a un punto de interés del cauce principal, en este caso la ubicación del puente llamado Punto emisor.

- **Perímetro de la cuenca (P)**

Es la longitud de la curva cerrada correspondiente al Divortium Aquarum, se expresa generalmente en Km.

- **Longitud del curso principal (L)**

La longitud del cauce principal es un parámetro asociado con la geometría y tiempo de concentración; en consecuencia expresa de alguna manera el grado de intensidad de la escorrentía directa de la cuenca. Siendo la distancia que hay entre el punto emisor y el extremo final del tramo de igual orden que el de la cuenca.

- **Pendiente del curso principal (S)**

La pendiente del curso principal, al igual que la geometría, juega un papel muy importante en el tiempo de equilibrio o de concentración y por tanto es de especial interés en la estimación de máximas crecientes en un determinado punto del cauce.



En general, la pendiente del cauce principal varía a lo largo de toda su longitud, siendo necesario usar un método adecuado para estimar una pendiente representativa. Para salvar este inconveniente se han desarrollado métodos basados en el uso del perfil longitudinal del río o relieve y considerando una pendiente equivalente mediante la siguiente expresión:

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{L_i^2}{S_i} \right)^{1/2}} \right]^2$$

Donde:

L_i = longitud de cada tramo de pendiente

n = número de tramos en que se ha dividido el perfil del cauce.

- **Tiempo de concentración (T_c)**

Llamado también tiempo de equilibrio o tiempo de viaje, es el tiempo que toma la partícula hidráulicamente más lejana en viajar hasta el punto emisor. Se supone que ocurre una lluvia uniforme sobre toda la cuenca durante un tiempo de, por lo menos, igual al tiempo de concentración.

Uno de los criterios usados para estimarlo es el siguiente:

$$T_c = 0.0256 * (L^3/H)^{0.385}$$

Donde:

T_c : tiempo de concentración

L : longitud del cauce principal en Km.

H : Desnivel total del cauce principal



2.13.2 Estimación de caudales máximos en cuencas sin información

La estimación de caudales máximos asociados a diferentes periodos de retorno de diseño es fundamental en muchas aplicaciones de la ingeniería hidráulica.

En la determinación de valores extremos normalmente se tendrán algunos de estos casos

Caso de un río con registros de caudal máximo.

Casos de un río sin información de caudal máximo.

Primer caso: normalmente se aborda haciendo uso de las distribuciones probabilísticas más usuales:

- Normal
- Log normal de 2 parámetros
- Log normal de 3 parámetros
- Gamma de 3 parámetros o Pearson tipo III
- Log gamma de 3 parámetros o log Pearson tipo III
- Gumbel

Viendo de emplear la distribución de mejor ajuste de acuerdo a los resultados obtenidos a partir de pruebas como chi cuadrado o kolmogorov smirnov.

Segundo Caso: Al no contarse con estaciones de aforo que proporcionen registros de descargas máximas se tendrá que acudir a métodos alternativos, basados la mayoría de ellos en datos de precipitación máxima en 24 horas y en las características físicas de la cuenca, para así inferir los caudales máximos asociados a un cierto periodo de retorno que podrían presentarse en la zona de interés de un proyecto en estudio.

A continuación se pretende efectuar un breve repaso de los métodos más usuales disponibles para la estimación de caudales máximos tales como:



- Fórmula racional
- Método de la envolvente de descargas máximas de Creager
- Método del hidrograma unitario triangular
- Método “B” del estudio de la hidrología del Perú
- Método del sistema DIPEO de electrificación rural.

2.13.2.1 Fórmula racional

El caudal se expresa como

$$Q = \frac{CiA}{360}$$

Donde:

Q: caudal de diseño, correspondiente al periodo de retorno seleccionado en m³ /s.

C: coeficiente de escorrentía

I: intensidad de la lluvia de diseño, en mmh

A: área de la cuenca en Ha

1) Coeficiente de escorrentía (C) :

El coeficiente de escorrentía depende de varios factores:

- Permeabilidad de la superficie.
- Pendiente y características de encharcamiento de la superficie (almacenamiento de depresión).
- Características y condiciones del suelo (humedad antecedente, compactación, porosidad, posición del nivel freático).
- Vegetación.



Cuadro 4. Coeficiente de escorrentía según Aparicio

Tipo de superficie	Coeficiente de escorrentía	
	Mínimo	Máximo
Zona comercial	0,70	0,95
Vecindarios, zonas de edificios, edificaciones densas	0,50	0,70
Zonas residenciales unifamiliares	0,30	0,50
Zonas residenciales multifamiliares espaciadas	0,40	0,60
Zonas residenciales multifamiliares densas	0,60	0,75
Zonas residenciales semiurbanas	0,25	0,40
Zonas industriales espaciadas	0,50	0,80
Zonas industriales densas	0,60	0,90
Parques	0,10	0,25
Zonas deportivas	0,20	0,35
Estaciones e infraestructuras viarias del ferrocarril	0,20	0,40
Zonas suburbanas	0,10	0,30
Calles asfaltadas	0,70	0,95
Calles hormigonadas	0,70	0,95
Calles adoquinadas	0,70	0,85
Aparcamientos	0,75	0,85
Techados	0,75	0,95
Praderas (suelos arenosos con pendientes inferiores al 2%)	0,05	0,10
Praderas (suelos arenosos con pendientes intermedias)	0,10	0,15
Praderas (suelos arenosos con pendientes superiores al 7%)	0,15	0,20
Praderas (suelos arcillosos con pendientes inferiores al 2%)	0,13	0,17
Praderas (suelos arcillosos con pendientes intermedias)	0,18	0,22
Praderas (suelos arcillosos con pendientes superiores al 7%)	0,25	0,35

Tabla para determinar caudales punta por el método racional en zonas urbanas y periurbanas

Cuadro 5. Coeficiente de escorrentía según Benítez

COBERTURA DEL SUELO	TIPO DE SUELO	PENDIENTE (%)				
		> 50	20-50	5-20	1-5	0-1
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosque, vegetación densa	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Cuadro 6. Coeficiente de escorrentía según Velasco-Molina

VEGETACIÓN	PENDIENTE (%)	TEXTURA DEL SUELO		
		Arenosa	Arcillosa y limosa	Arcilla
Bosques	0-5	0,10	0,30	0,40
	5-10	0,25	0,35	0,50
	10-30	0,30	0,50	0,60
Pastizales	0-5	0,10	0,30	0,40
	5-10	0,16	0,36	0,55
	10-30	0,22	0,42	0,60
Terrenos de cultivo	0-5	0,30	0,50	0,60
	5-10	0,40	0,60	0,70
	10-30	0,52	0,72	0,82



Cuadro 7. Coeficiente de escorrentía según Chow

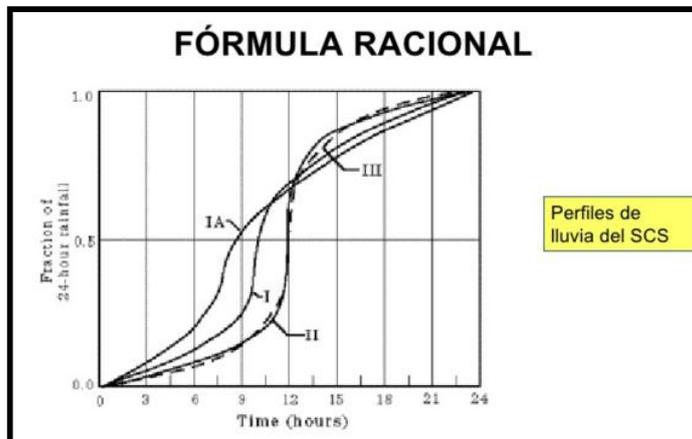
Tipo de superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Zonas urbanas							
Asfalto	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95	1,00
Cemento, tejados	0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97	1,00
Zonas verdes (céspedes, parques, etc.)							
<i>Condición pobre (cobertura vegetal inferior al 50% de la superficie)</i>							
Pendiente baja (0-2%)	0,32	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,58
Pendiente media (2-7%)	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53	0,61
Pendiente alta (> 7%)	0,40	0,43	0,45	0,49	0,52	0,55	0,62
<i>Condición media (cobertura vegetal entre el 50% y el 75% del área)</i>							
Pendiente baja (0-2%)	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Pendiente media (2-7%)	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente alta (> 7%)	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
<i>Condición buena (cobertura vegetal superior al 75%)</i>							
Pendiente baja (0-2%)	0,21	0,23	0,25	0,29	0,32	0,36	0,49
Pendiente media (2-7%)	0,29	0,32	0,35	0,39	0,42	0,46	0,56
Pendiente alta (> 7%)	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,51	0,58
Zonas rurales							
Campos de cultivo							
Pendiente baja (0-2%)	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,57
Pendiente media (2-7%)	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,60
Pendiente alta (> 7%)	0,39	0,42	0,44	0,48	0,51	0,54	0,61
Pastizales, prados, dehesas							
Pendiente baja (0-2%)	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Pendiente media (2-7%)	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente alta (> 7%)	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Bosques, montes arbolados							
Pendiente baja (0-2%)	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,48
Pendiente media (2-7%)	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,56
Pendiente alta (> 7%)	0,35	0,39	0,41	0,45	0,48	0,52	0,58
Nota: Los valores de esta tabla son los utilizados en la ciudad de Austin (Texas, USA) para determinar caudales punta por el método racional en su término municipal.							

2) La intensidad de lluvia (i)

El valor de la intensidad de lluvia de diseño se obtiene de las curvas intensidad – duración – frecuencia para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca y para una frecuencia correspondiente al periodo de retorno seleccionado.

La intensidad de lluvia también puede ser determinada a partir del método sugerido por el U.S. Soil Conservation Service, considerando alguno de los perfiles de lluvia estándar.

Figura 23. Perfiles de lluvia del CSC

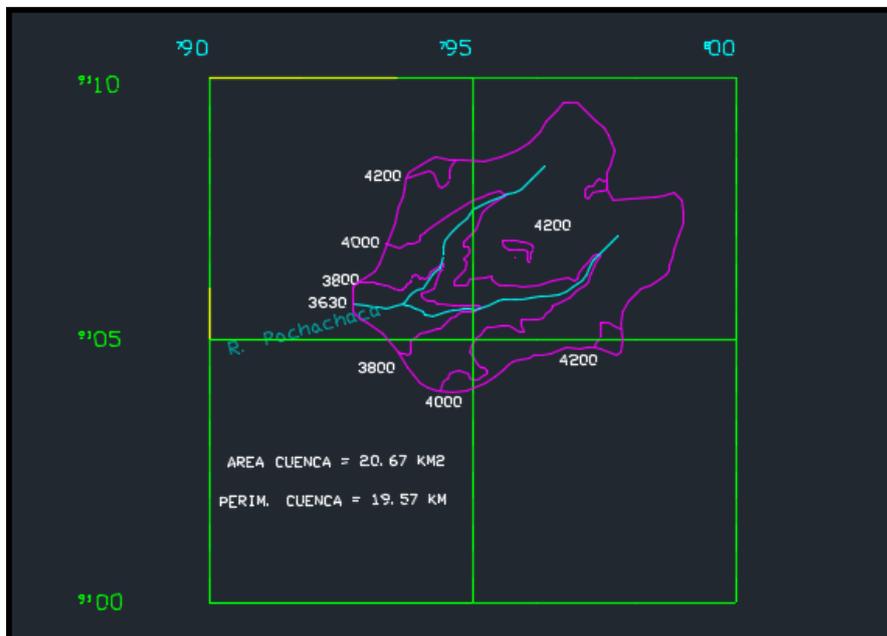


Normalmente la formula racional tiene aplicación para cuencas pequeñas, de hasta 10 o 20 km² según señalan algunos autores. Ello hace de este método un procedimiento ideal para la determinación del caudal Q_{max} en el diseño de sistemas de drenaje pluvial o en el proyecto de las obras de drenaje de carreteras. Cuando se aplica el método racional a cuencas de mayor tamaño usualmente se obtienen caudales muy altos.

Estudio hidrológico de la cuenca

En el presente estudio hacemos uso de la Hidrología con la finalidad de determinar los caudales máximos y mínimos que circulan por el Río Pachachaca.

Figura 24. Parámetros geomorfológicos de la cuenca



Área (A)

El área de la cuenca fue determinada luego de la delimitación de los Divortium Aquarum, mediante su digitalización haciendo uso del programa de computación AUTOCAD; obteniéndose un valor de:

$$A = 20.67 \text{ km}^2$$

Perímetro (P)

Luego de la digitalización, de igual manera se pudo obtener el perímetro de la cuenca, teniendo un valor de:

$$P = 19.57 \text{ Km.}$$

Longitud del curso principal (L)

Al igual que los parámetros anteriores, éste fue determinado con el programa AUTOCAD; teniendo en cuenta el curso de máximo recorrido, el mismo que está conformado por la confluencia de varios ríos; partiendo del punto Emisor.

$$L = 5.687 \text{ Km.}$$



Pendiente del curso principal (S)

Para la obtención de este valor se utilizará la siguiente fórmula:

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{L_i^2}{S_i} \right)^{1/2}} \right]^2$$

Reemplazando en la ecuación anterior tenemos:

$$S = 9 \%$$

Pendiente de la cuenca

Influye en la determinación del coeficiente de escorrentía. Se utilizará el criterio de Alvord.

Donde:

A : Área de la cuenca = 20.67 Km²

e : Equidistancia entre curvas = 0.200 Km

□Li : Long. Parcial de cada curva de nivel = 14.2 Km

Sc : Pendiente de la cuenca.

Reemplazando tenemos:

$$Sc = 24.25 \%$$

Tiempo de concentración

Para el cálculo del tiempo de concentración se empleará la siguiente fórmula:

$$T_c = 0.0256 * (L^3/H)^{0.385}$$

Donde:

Tc : tiempo de concentración en minutos

L : longitud del cauce principal en Km. = 5687 m

H : Desnivel total del cauce principal = 569 m

Reemplazando

$$T_c = 48 \text{ min}$$



Cálculo de la intensidad máxima

Para su determinación se utilizará los valores de Intensidad obtenidos del Registro Histórico de la Estación Weberbauer entre los años 1973 a 1998.

Los datos y la aplicación del modelo se muestran en las tablas siguientes:

Los valores así obtenidos para diferentes tiempos de retorno y vida útil, modelados para la estación Weberbauer se presentarán a continuación, los cuales para ser traspasados al punto emisor, se emplea la siguiente similitud matemática:

$$I_{pe} = \left(\frac{H_{pe}}{H_s} \right) \times \left(\frac{T_{pe}}{T_s} \right)^{-1} \times I_s$$

Donde:

Hs: Cota estación Weberbauer = 2536 msnm

Hpe: Altitud media de cuenca = 4,032 msnm

Tpe, Ts: Tiempos de duración = 5,10,30,60,120 min

Ipe: intensidad en el punto emisor

Is: Intensidad en la estación Weberbauer

Reemplazando tenemos

$$I_{pe} = 1.59 I_s \text{ mm/h}$$

Cuadro 8. Precipitación Estación Weberbauer

PUNTO	VU años	TR años	DURACIÓN (min)				
			5	10	30	60	120
EST. WEBERB.	5	10	100.43	73.48	39.17	23.77	14.60
	10	15	106.46	77.34	41.28	25.20	15.58
	25	25	116.60	83.82	44.83	27.61	17.25



Se diseñará para un tiempo de vida útil de 25 años y con un periodo de retorno también de 25 años; para lo cual la intensidad de diseño se lo extraerá de la Curva de Intensidad-frecuencia- para dichos valores y con un tiempo de duración igual al tiempo de concentración de la cuenca.

Determinación de los caudales máximos y mínimos

Considerando que en la cuenca en estudio la vegetación es regular comparado con la gran cantidad de terrenos en proceso de erosión, se ha adoptado un $C = 0.40$ correspondiente a cuencas con tierra desnuda ligeramente permeable.

Para la determinación del caudal máximo utilizamos la ecuación del método racional

$$Q = \frac{CiA}{360}$$

$$C = 0.40$$

$$I = 50.38 \text{ mm/h}$$

$$A = 20.67 \text{ km}^2$$

$$n = 3$$

$$Q = 38.60 \text{ m}^3/\text{s}$$

Durante la época de estiaje hemos medido un tirante mínimo “y”:

$y = 0.10 \text{ m.}$, en la misma sección del río, con lo cual obtenemos el caudal mínimo:

$$Q_{\min} = 0.60 \text{ m}^3/\text{seg.}$$



Recursos materiales y humanos

Materiales y equipo:

Para el desarrollo del presente estudio se ha usado el siguiente material y equipo de campo:

- Carta Nacional.
- Brújula
- Altimetro.
- Estación total.
- Trípode.
- Mira.
- Jalones.
- Wincha.
- Nivel.
- Estacas.
- Computadora.
- Impresora
- Libreta de campo.
- Programas computacionales.
- Útiles de dibujo y de escritorio.

Recursos humanos

Ejecutores del estudio

- Especialista en Hidrología.
- Ingeniero Civil Juan Alejandro Agreda Barbarán.
- Especialista en ingeniería de recursos hídricos
- Personal de apoyo en topografía y aforos



“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE UN TRAMO DEL CAUCE DEL RÍO PACHACHACA APLICANDO HEC RAS PARA EL DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL DISTRITO DE CALAMARCA - JULCÁN”,

CAPÍTULO III ESTUDIOS BÁSICOS DE INGENIERÍA



3.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Recopilación de información concerniente al área de estudio Antes de iniciar el proceso de modelación es necesario hacer una recopilación de información que es clave para la toma de decisiones a la hora de ingresar los datos al modelo, así como para proceder en el análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones.

3.1.1. Objetivos y alcances

Hasta la Zona de los estudios, se trasladó el personal y equipo correspondiente, se escogió en un primer avance el inicio del tramo del río, para luego proceder a realizar el Levantamiento Topográfico, para luego trabajar en gabinete en la Ciudad de Trujillo, instalándose una Oficina.

La zona del proyecto en general presenta una topografía accidentada, con pendientes que oscilan entre 10% a 30%. y moderada de 1% a 10%.

Los niveles topográficos de la zona del proyecto se encuentran entre la cota: 3633 msnm (inicio) y 3329 msnm (fin)

El levantamiento topográfico ha consistido en lo siguiente:

Levantamiento planimétrico y altimétrico de la zona en estudio, en una longitud total de 5.96 Km

Seccionamiento transversal del río.

3.1.2. Instrumentación y resultados

Hasta la zona de los estudios, se trasladó el personal y equipo correspondiente, como centro de procesamiento de información a la Ciudad de Trujillo, instalándose una oficina.

Para el trazo del eje del río se ha tomado como referencia el Estudio de Pre Inversión a Nivel de Perfil, ubicación de las áreas de cultivo.



El trazo se ha efectuado con equipos topográficos convencionales y respetando las Normas Peruanas

Se ha colocado en campo los P.I.s, además de haber estacado, tanto el P.C. como el P.T., también se efectuaron los Levantamientos topográficos.

El estacado tal como se efectuó líneas atrás se efectuó cada 20m. y en curvas cada 5m.

Para la Nivelación en campo del eje trazado, en el punto de inicio y a lo largo de los tramos e han colocado los B.M.s

Las Secciones Transversales, se han realizado con la toma de detalles necesarios, habiéndose realizado este trabajo con el equipo topográfico como Teodolito, nivel, etc

Las cotas del Perfil Longitudinal existente corresponden a las cotas del terreno en el Proyecto..

Las cotas del Perfil Longitudinal existente corresponden a las cotas del terreno en el Proyecto.

Relación de BM'S

BM 01: COTA 3633 msnm

BM 02: COTA 3602 msnm

BM 03: COTA 3561 msnm

BM 04: COTA 3532 msnm

BM 05: COTA 3497 msnm

BM 06: COTA 3411 msnm

BM 07: COTA 3402 msnm

BM 08: COTA 3394 msnm

BM 09: COTA 3386 msnm

BM 10: COTA 3375 msnm

BM 11: COTA 3350 msnm

BM 12: COTA 3329 msnm

3.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO ALTERNO UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

3.2.1. Introducción

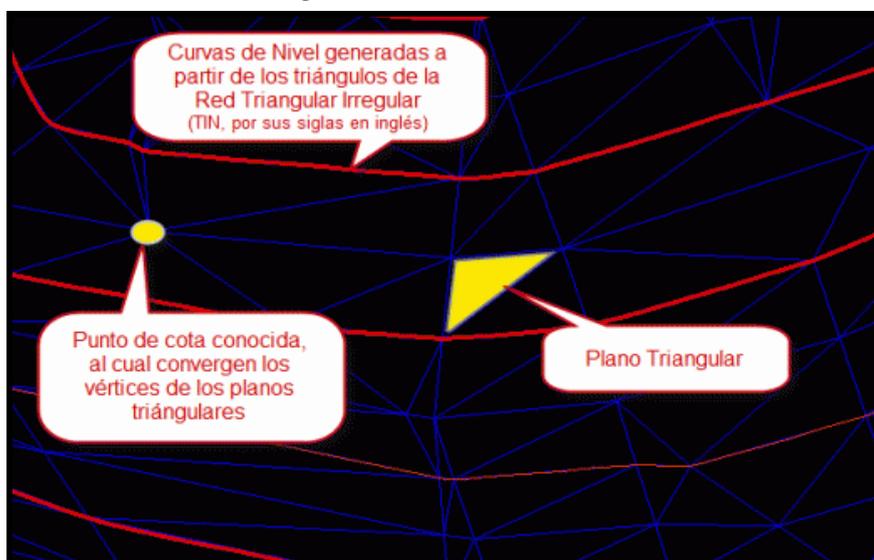
En este estudio obtendremos coordenadas UTM desde Google Earth mediante una serie de pasos detallados a continuación, para finalmente exportar los puntos a civil 3d y obtener nuestra TIN.

3.2.2. TIN

En CIVIL 3D una superficie es generada a partir de principios matemáticos y geométricos.

En términos básicos, según vemos en la siguiente figura, la superficie está compuesta por una **serie de planos de forma triangular** en donde sus vértices representan cotas (elevaciones) de valor conocido (obtenidos de un levantamiento topográfico, por ejemplo).

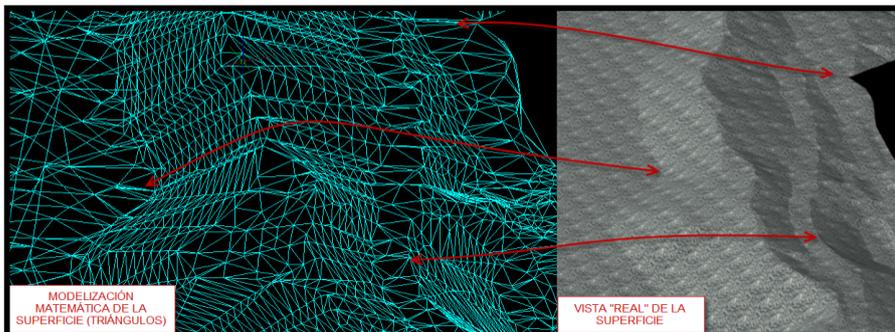
Figura 25. TIN



Cada uno de los planos triangulares representan a una parte de la superficie y compartirán uno de sus segmentos con otros planos para formar una superficie continua. Esta metodología es conocida como la **Red Triangular Irregular** (TIN, por sus siglas en inglés).

En la siguiente figura se presentan dos vistas de la misma superficie

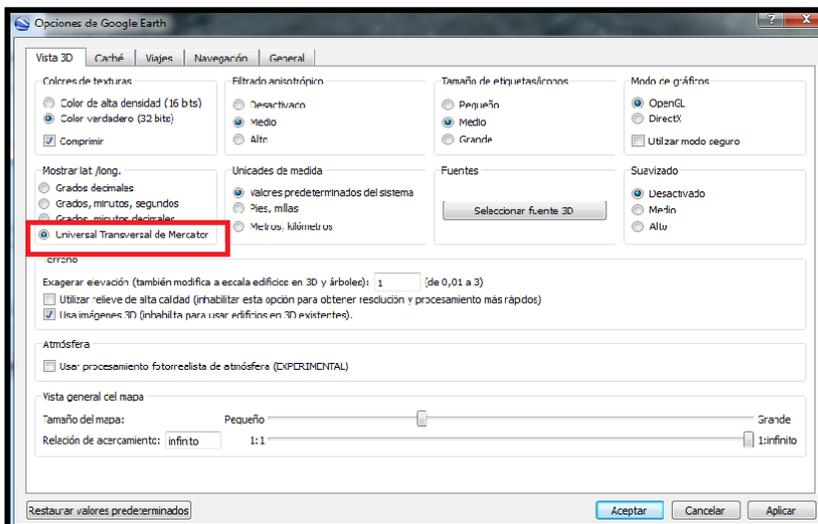
Figura 26. Modelamiento matemático de la superficie



3.2.3. Procedimiento

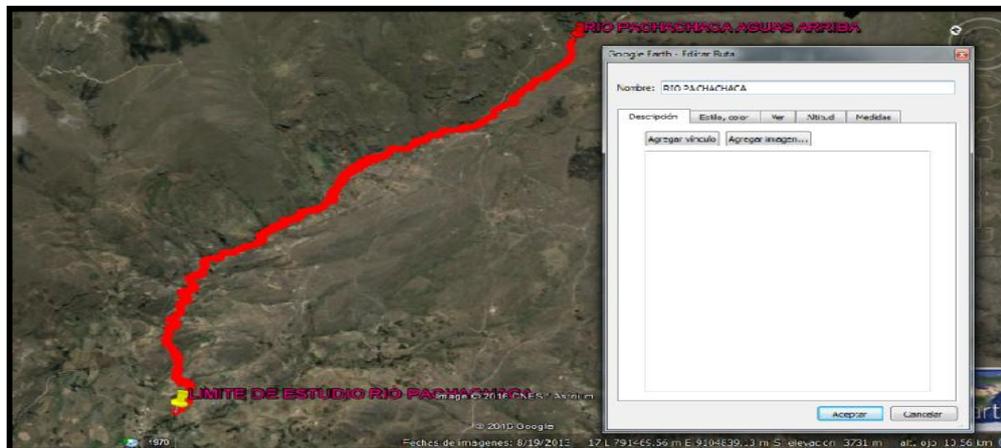
Primero abrimos el Google Earth y seleccionamos en opciones de configuración coordenadas universal transversal de mercator (UTM).

Figura 27. Opciones de Google Earth



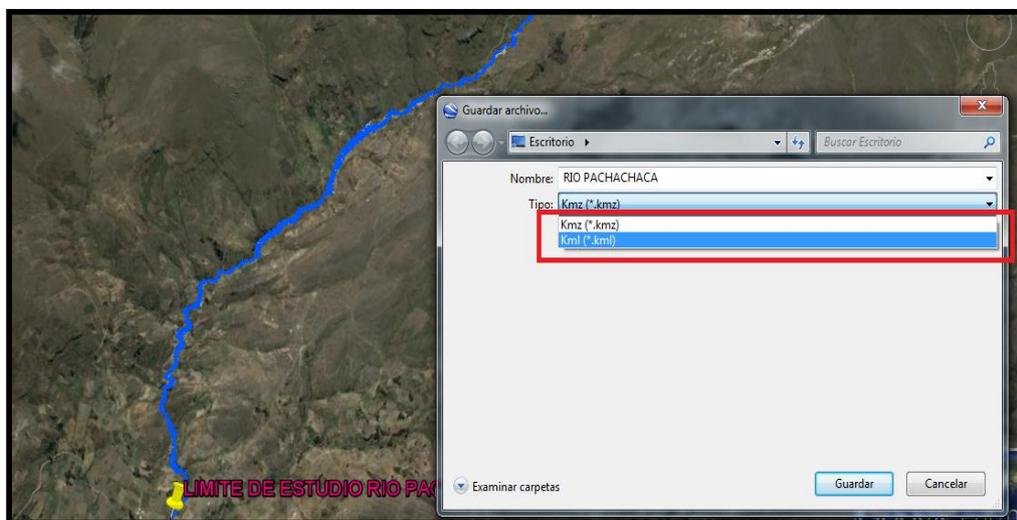
Luego ingresamos las coordenadas del proyecto y trazamos una ruta.

Figura 28. Ruta trazado



Guardamos la ruta creada, en este caso “río Pachachaca” con la extensión kml.

Figura 29. Ruta guardado extensión kml

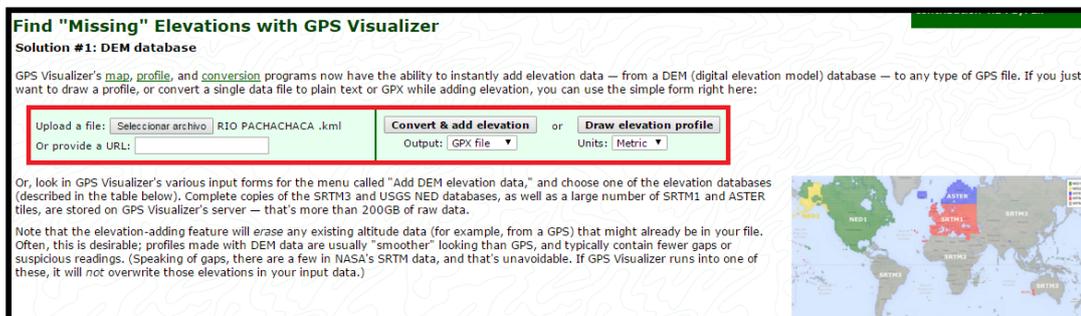


Abrimos la página GPS Visualizer

(<http://www.gpsvisualizer.com/elevation>), esta página nos da el eje Z ya que al obtener coordenadas en el Google Earth solo obtenemos el eje X e Y.

Subimos el archivo guardado en KML y seleccionamos “Convert and add elevation”

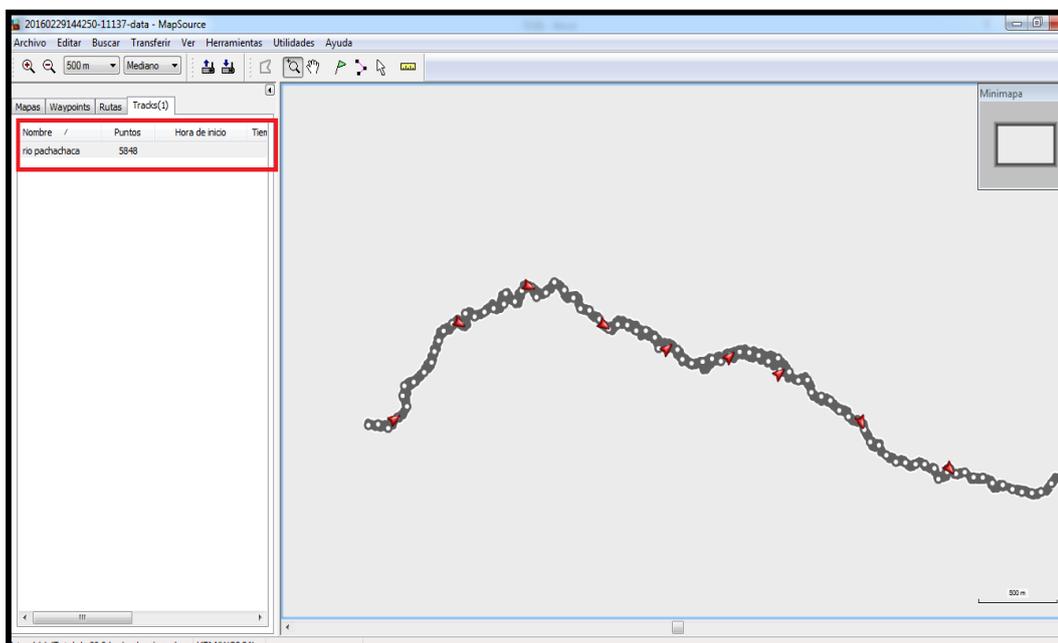
Figura 30. Archivo de ruta. Subida a GPS visualizer



La página nos da un archivo GPX con las coordenadas convertidas, se recomienda abrir una carpeta del proyecto donde guardaremos todos estos archivos.

Abrimos el Map Source para poder leer la extensión que nos dio el Gps Visualizer y seleccionamos nuestro archivo del río.

Figura 31. Visualización de la ruta en Map Source



Guardamos el lugar en la extensión txt. Para poder visualizar las coordenadas en Excel o bloc de notas.



Figura 32. Puntos topográficos en block de notas

Header	Name	Start Time	Elapsed Time	Length	Average Speed	Link			
Track	rio pachachaca		0:00:00	20.0 km	0 kph				
Header	Position	Time	Altitude	Depth	Temperature	Leg Length	Leg Time	Leg Speed	Leg
Course									
Trackpoint	17 L 788403	9106020		3330 m					
Trackpoint	17 L 788403	9106025		3330 m		5 m		355° true	
Trackpoint	17 L 788403	9106026		3331 m		1 m		355° true	
Trackpoint	17 L 788403	9106029		3332 m		3 m		355° true	
Trackpoint	17 L 788401	9106033		3333 m		4 m		338° true	
Trackpoint	17 L 788401	9106036		3335 m		3 m		2° true	
Trackpoint	17 L 788404	9106037		3335 m		3 m		64° true	
Trackpoint	17 L 788406	9106037		3335 m		2 m		92° true	
Trackpoint	17 L 788408	9106037		3335 m		2 m		92° true	
Trackpoint	17 L 788410	9106036		3335 m		2 m		101° true	
Trackpoint	17 L 788411	9106033		3333 m		4 m		167° true	
Trackpoint	17 L 788412	9106030		3332 m		3 m		165° true	
Trackpoint	17 L 788412	9106027		3331 m		3 m		176° true	
Trackpoint	17 L 788413	9106021		3330 m		6 m		171° true	
Trackpoint	17 L 788414	9106019		3329 m		4 m		145° true	
Trackpoint	17 L 788415	9106015		3329 m		4 m		160° true	
Trackpoint	17 L 788419	9106014		3329 m		4 m		109° true	
Trackpoint	17 L 788422	9106014		3329 m		3 m		94° true	
Trackpoint	17 L 788425	9106016		3329 m		4 m		46° true	
Trackpoint	17 L 788426	9106021		3329 m		5 m		18° true	
Trackpoint	17 L 788427	9106024		3329 m		3 m		6° true	
Trackpoint	17 L 788427	9106028		3331 m		4 m		4° true	
Trackpoint	17 L 788427	9106032		3333 m		3 m		356° true	
Trackpoint	17 L 788428	9106035		3334 m		3 m		19° true	
Trackpoint	17 L 788429	9106036		3335 m		2 m		48° true	

Finalmente para poder editar estos datos lo abrimos en Excel y nos quedamos solo con los datos necesarios para poder exportar al civil 3d.

Figura 33. Edición de puntos de Excel

#	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	1	9105666	793715	3668	rio											
2	2	9105673	793714	3668	rio											
3	3	9105683	793714	3668	rio											
4	4	9105690	793710	3668	rio											
5	5	9105695	793705	3668	rio											
6	6	9105703	793704	3668	rio											
7	7	9105710	793697	3669	rio											
8	8	9105720	793687	3673	rio											
9	9	9105712	793673	3672	rio											
10	10	9105698	793681	3670	rio											
11	11	9105692	793689	3669	rio											
12	12	9105681	793691	3668	rio											
13	13	9105672	793691	3667	rio											
14	14	9105664	793683	3667	rio											
15	15	9105668	793676	3667	rio											
16	16	9105677	793671	3668	rio											
17	17	9105684	793666	3669	rio											
18	18	9105691	793665	3670	rio											
19	19	9105700	793657	3672	rio											
20	20	9105702	793648	3673	rio											
21	21	9105706	793641	3674	rio											
22	22	9105691	793619	3673	rio											
23	23	9105682	793626	3670	rio											



3.3. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

3.3.1. Objeto del Estudio

El objetivo del presente Informe Técnico, es realizar un Estudio de Suelos con fines de determinar las características físicas del río Pachachaca. Investigación que se ha efectuado por medio de trabajos de exploración en campo y ensayos de Laboratorio, necesarios para definir el Perfil Estratigráfico en el tramo en estudio, así como determinar las características más importantes de los materiales y procedimientos de construcción más adecuados .

Los trabajos realizados se basan en la aplicación de la Mecánica de Suelos, la cual es una ciencia que indica los ensayos fundamentales y necesarios para predecir el comportamiento de un suelo bajo la acción de un sistema de cargas y que, con la ayuda del análisis matemático, ensayos de laboratorio, ensayos de campo y de datos experimentales recogidos en obras anteriores, permite proyectar y ejecutar trabajos de fundaciones de toda índole.

La secuencia seguida para la realización del estudio fue la siguiente:

- Recopilación de datos generales de la zona.
- Exploración y pruebas de campo.
- Extracción de muestras.
- Ensayos de laboratorio.

3.3.2. Ubicación del área en estudio

El lugar del estudio se ubica en el Río Pachachaca comprendido aproximadamente entre las coordenadas geográficas 9 104 000 – 9 108 000 de latitud sur, y 793000 – 796 000 de longitud Oeste.de Shorey, margen izquierda del río Pachachaca; desde la Bocatoma (Km 0+000) en el lugar denominado Alumbre



3.3.3. Características del Proyecto

Se han proyectado investigaciones de campo a través de calicatas con toma de muestras cada Kilómetro y la determinación de sus parámetros representativos en laboratorio.

3.3.4. Investigaciones realizadas

3.3.4.1 Geomorfología

El trazo se emplaza sobre estructuras plutónica y volcánica cortada por sistemas de drenaje reticular que converge en el Río Pachachaca, la cuenca alta presenta flancos asimétrico, condicionado por presencia de aparatos volcánicos, intrusiones básicas y coberturas piroclásticas que en niveles superiores e intermedias intercala ente derrames de lava ácida con drenajes condiciona por la morfometría del paisaje coronado por farallones riódacítico, la secuencia piroclástica genera retención de agua durante las temporadas su descarga es por capilaridad que alimenta numerosos manantiales, consecuentemente la escasa cubierta de suelos son limos húmicos entre decenas de centímetros hasta poco más de 1,4 m superficie que cubre irregularidades en laderas, este suelo se encuentra alterado por acción antrópica agrícola con incipiente ganadería.

Por debajo del altiplano la cuenca es de superficies de ladera con pendientes moderada a suave, la geomorfa predominante son bóvedas de gabro y derrames volcánicos con derrames en estratos de unos decímetros, superficialmente meteorizada que ha generado coberturas de escombros limoso a gravo limoso con intensa actividad agrícola y viviendas que ocupan la cabecera de sus parcelas.

Morfológicamente se ubica el lado occidental del Altiplano Andino, afectado por intensa meteorización con drenaje a la



vertiente del Pacífico, consecuentemente el área en estudio es un valle con fuerte pendiente desarrollado a través intrusiones básicas, derrames volcánico andesítico con cubierta gruesa de piroclastos.

El clima es montano húmedo con neblina con diferencia climática, en invierno la temperatura varía entre 04° y 11° en el altiplano y de 09° a 13° en el valle, en verano la humedad es alta con presencia de neblina y persistente lluvia vespertina, la temperatura media es de 20°.

El nivel freático es poco profundo, coincidente con el basamento rocoso, los acuíferos observados son de origen hidrotermal de característica turbia con ligera coloración verdosa gris.

3.3.4.2 Geología

Regionalmente en el basamento rocoso es volcánico y se encuentra zonificado, en zonas altiplánicas se encuentran aparatos volcánicos de calderas y derrames piroclásticos adyacente a intrusiones de gabro y melanodiorita negra, encontrándose remanentes de lutita arenisca y sus derivados metamorfos, alterados por la intrusión e intensa actividad volcánica, hacia los valles predomina derrames de lava básica a intermedia con evidencia de deformación tectónica tipo abovedamientos que infiere presencia de núcleos intrusivos. En general todas las coberturas son del tipo residual limo arenoso a limo arcilloso, susceptibles a presentar corrimientos por saturación de suelos o defectos de drenaje.

3.3.4.3 Tectonismo

Según el Instituto Geofísico del Perú, la región de San Benito es considerada como área de baja concentración



sísmica caracterizada por movimientos con hipocentro entre 40 y 70 Km de profundidad en la Falla Cormot al sur de la localidad de Compín, 60 Km al noroeste del lugar en estudio.

En relación a la intensidad sísmica regional, estima que con una frecuencia de 75 años el área en estudio puede alcanzar una intensidad de 6,5 mb y una aceleración de 0,083g para condiciones medias de cimentación en material suelto.

3.3.5. Trabajos de Campo

Después de realizar el reconocimiento de la superficie del terreno en cuestión, se ha ejecutado trabajos de reconocimiento, a fin de contar con los elementos de juicio necesarios, para conocer los principales parámetros representativos de los suelos que subyacen en el terreno, a lo largo del río Pachachaca.

3.3.4.4 Calicatas

Calicata C – 1

-0,00 a -0,50 m Limos húmicos con abundante raíces de gramínea, diseminación de gránulos residuales de traquita, meteorización intensa, color negruzco, textura fibrosa, estructura esponjada, material húmedo.

-0,50 a -0,70 m Mezcla de canto rodado en suelo húmico, material gravoso alterado a friable, meteorización intensa, textura aglomerada en matriz fibrosa, estructura blanda a esponjada, saturado

-0,70 m y continua Conglomerado fluvioaluvial en matriz areno limosa, gránulos parcialmente descompuesto, meteorización intensa, color limonita lechoso, textura conglomerada, estructura medianamente densa, suelo saturado.



Calicata C – 2

-0,00 a -0,45 m Limos húmicos con abundante raíces de gramínea, diseminación de gránulos residuales de traquita, meteorización intensa, color negruzco, textura fibrosa, estructura esponjada, material húmedo.

-0,45 a -0,60 m Transición limo húmico a limo arenoso, diseminación esquelética de grava, meteorización intensa, color marrón con grumos beig, textura irregular, estructura blanda, material cercano a la saturación.

-0,70 a -0,80 m Aglomerado esquelético de traquita fluvioaluvial, matriz limosa, meteorización intensa, color beig limonítico, textura arenosa, estructura blanda, saturado.

Calicata C – 3 Flanco izquierdo de quebrada

-0,00 a -0,50 m Limos húmicos con abundante raíces de gramínea, diseminación de gránulos residuales de traquita, meteorización intensa, color negruzco, textura fibrosa, estructura esponjada, material húmedo.

-0,50 a -1,00 m Suelo residual, intercalación de horizontes arenoso sobre material limo arcilloso residual, contaminación por grumos húmicos, plástico al tacto, meteorizado, color blanquecino, textura arenoso con cuerpo muy fino, estructura pastosa muy blanda, saturado

-1,00 m y continua Roca natural esquelética de traquita disgregable, meteorizado, textura arenosa, estructura blanda a medianamente densa.

Calicata C – 4 Ladera superior, junto a canal antiguo

-0,00 a -0,10 m Suelo húmico limo arenoso con abundante raíces, diseminación de fragmentos de escombros,



meteorizado, color negruzco, textura fibrosa, estructura esponjada, suelo húmedo.

-0,10 a -0,60 m limoso a limo arcilloso con diseminación de guijarros, abundante raíces, intensamente meteorizado, color marrón, textura aglomerada, estructura blanda, material húmedo.

-0,60 a -1,00 m Limo arcilloso con diseminación de gránulos residuales (friable), meteorizado, color marrón claro, textura áspera, estructura blanda de baja densidad, material mojado.

Calicata C – 5 Ladera superior

-0,00 a -0,10 m Cobertura limosa contaminada con material húmico, abundante raíces, meteorizado, color marrón oscuro, textura fina pastosa, estructura blanda, material húmedo por reciente lluvia.

-0,10 a -0,25 m Limo arenoso fino iridizado por material húmico, pocas raíces, meteorizado, color marrón oscuro cambiando a marrón oxidado, textura arenosa, estructura blanda, suelo húmedo.

-0,25 a -0,60 m Suelo residual, gránulos oxidado esquelético en matriz limosa, meteorización intensa, color marrón claro con gránulos de óxido, textura granular con segregados, estructura medianamente densa, material húmedo.

-0,60 a -0,75 m Guijarros de dacita y gravilla residual parcialmente esquelética, se disgrega a presión digital, matriz arenosa, meteorización intensa, color marrón claro, textura aglomerada, estructura medianamente densa, mojado.



-0,75 m Dacita superficialmente descompuesta, duro a pocos centímetros, difícil excavación.

Calicata C – 6 Ladera superior

-0,00 a -0,20 m Profundiza a -0,50 m siguiendo la pendiente, traquita residual limo arenosa con raíces, meteorizado oxidado, color marrón oxidado, textura arenosa, estructura uniforme medianamente densa, húmedo.

Piso derrame volcánico oxidado, se fractura en astillas con xenotitos de traquita.

Calicata C – 7 Ladera superior

-0,00 a -0,40 m Limo contaminado con material húmico, diseminación de guijarro gravoso de andesita, meteorización intensa, color marrón oxidado con superficie oscurecida, textura fina ligeramente fibrosa, estructura blanda, húmedo por reciente lluvia

-0,40 a -0,70 m Limo residual de apariencia grumosa con horizontes de húmicos, meteorización intensa, color marrón oscuro con manchas negruzcas, textura áspera, estructura de baja densidad con tendencia a disgregar, material húmedo.

-0,70 a -1,00 m Limo grumoso con diseminación de guijarro gravoso, meteorizado, color marrón claro, textura fina, estructura compacta a dura, material húmedo.

Calicata C – 8 Camino lado exterior

-0,00 a -0,50 m Cobertura limo arenosa con abundante raíces de gramíneas, diseminación de guijarros gravoso, meteorizado oxidado, color marrón limonítico, textura arenosa fina, estructura blanda superficialmente esponjada, húmedo por reciente lluvia.

-0,50 a -0,70 m Limo gravoso con diseminación de gránulos residuales, meteorización intensa, color marrón



claro oxidado, textura granulosa, estructura medianamente densa, húmedo.

-0,70 a -1,00 m Intrusivo básico intensamente diaclasado, planos con relleno de limo oxidado, superficialmente friable, meteorizado con descomposición periférica, color marrón negruzco, textura de roca fracturada, estructura suelta, medianamente densa, húmedo.

Calicata C – 9 Camino lado exterior

-0,00 a -0,40 m Limo gravoso poligénico compactado por tráfico peatonal, adición de contenido orgánico de acémilas, meteorización intensa, color marrón, textura irregular con restos fibrosos, estructura medianamente densa, mojado por reciente lluvia.

-0,40 a -0,70 m Arena gravoso residual con limo, incorporación de restos de raíces de árbol, meteorización intensa, color marrón oxidado, textura irregular, estructura compacta, suelo húmedo.

-0,70 a -1,00 m Suelo arena gravoso residual con poco limo, gránulos disgregable en estado esquelético, meteorizado, color marrón claro a limonítico, textura granular, estructura compacta.

Calicata C – 10

-0,00 a -0,40 m Relleno con material del lugar, material limo arenoso con abundante raíces de gramínea y de eucaliptus, meteorización intensa, color marrón ligeramente púrpura, textura granular fina, estructura blanda, ligeramente denso, material húmedo

-0,40 a -0,80 m Limo arenoso con guijarros de melanodiorita friable, meteorizado con descomposición



parcial, color marrón y crema sobre la diorita, textura aglomerada, estructura medianamente densa, ligeramente denso, suelo húmedo.

Calicata C – 11

-0,00 a -0,20 m Cobertura de suelo areno limoso residual que sigue la pendiente de ladera (-0,60 m), hacia la cubierta es grumoso, profundiza en areno residual, meteorización intensa, color marrón oxidado, textura irregular arenosa, estructura blanda, húmedo.

Continua Roca melanodiorita básica parcialmente descompuesta, se comporta como roca blanda, en unos centímetros es dura.

Calicata C – 12

-0,00 a -0,30 m Relleno con material de limpieza del canal, suelo arenoso con abundante raíces, meteorización intensa, textura arenosa con poco limo, estructura esponjada, blanda, ligeramente húmedo.

-0,30 a -0,90 m Limoso con segregaciones de gránulos residuales, guijarros de melanodiorita hacia el piso, meteorización intensa, color marrón oscuro a púrpura, textura de limoso a granular hacia el piso estructura medianamente densa, material húmedo.

Calicata C – 13

-0,00 a -0,40 m Transición suelo roca descompuesta de melanodiorita, presencia de raíces, intensamente meteorizado, color marrón púrpura, textura de roca esquelética, estructura blanda, material húmedo.

-0,40 a -0,80 m Arenoso residual con estructura esquelética de roca intrusiva, intensamente meteorizado, color



negruzco, textura arenosa gruesa con núcleo duro, estructura medianamente densa, humedad superficial.

-0,80 m Roca blanda con traza de disgregación por descascarillado periférico, meteorización intensa, color negruzco, estructura densa, humedad intersticial.

Calicata C – 14

-0,00 a -0,40 m Borde exterior en relleno, suelo limo grumoso con adición de contenido orgánico vegetal, parcialmente en roca descompuesta, meteorización intensa, color marrón textura limosa, estructura blanda, suelo húmedo.

-0,40 a -1,00 m Roca blanda con disgregación por descascarillado periférico y en guijarro gravoso, meteorización intensa, color negruzco, estructura densa, humedad intersticial.

Calicata C – 15

-0,00 a -0,30 m Limo orgánico vegetal en proceso de formación húmica, mezclas con gránulos residuales, meteorización intensa, color marrón claro, textura fibrosa, estructura esponjada, suelo húmedo.

-0,30 a -0,60 m Limo arenoso de apariencia grumosa. Color marrón oxidado, textura fina. Estructura medianamente densa. Material húmedo.

-0,60 -1,10 m Arena limoso residual de andesitas descompuesta, algunos guijarros gravoso, meteorizado, color crema oxidado, textura áspera, estructura de fácil licuación a humedad natural.



Calicata C – 16

-0,00 a -0,10 m Limo orgánico vegetal en proceso de formación húmica, mezclas con gránulos residuales, meteorización intensa, color marrón claro, textura fibrosa, estructura esponjada, suelo húmedo.

-0,10 a -0,30 m Limo y arena residual contaminado con orgánico vegetal, formación de grumos por sinéresis, meteorización intensa, color marrón ligeramente púrpura, textura arenosa, estructura de baja densidad, material húmedo.

-0,30 a -0,60 m Transición suelo residual y limos de cobertura, nódulos esqueléticos de guijarros de andesita, meteorización intensa, marrón oscuro, textura arenosa gruesa, estructura medianamente densa.

-0,60 a -1,00 m Roca descompuesta de fácil excavación, disgregación por descascarillado con núcleo de guijarro duro, meteorizado, color gris a púrpura, textura de roca esquelética, estructura densa a compacta.



3.4. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.4.1. Descripción del medio ambiente

3.4.1.1. Medio físico

Clima

Es frígido, húmedo y cálido, y es mayormente nublado, con una temperatura media anual en invierno que varía entre los 05°C y 11°C en el altiplano y de 09°C a 22° en el Valle, con precipitaciones pluviales de 85.90mm, entre Septiembre a Mayo.

Consecuentemente a las condiciones climáticas la zona presenta un ambiente árido.

Existen condiciones micro climáticas que están en relación con el relieve, con la mayor o menor intensidad de evaporación del agua, sin embargo se tiene evidencias que la habitual estación de lluvias viene mostrando cambios significativos, generando malestar en las actividades agrícolas, aumentando la vulnerabilidad de la agricultura basada en las lluvias, es decir en aquellas tierras que no cuentan con canales de riego, que permitan dotar de agua complementaria a los cultivos cuando la precipitación disminuye ostentosamente.

Topografía

La zona en estudio es un valle con fuertes pendientes que oscilan entre 10% a 30%, emplazados en general en laderas de topografía accidentada.

Edafología

La combinación del factor climático con el topográfico ha devenido en la formación de suelos de diferentes orígenes y grado de fertilidad. Así se tiene que en los valles agrícolas los suelos son generalmente, de tipo aluvial y coluvial, de profundidad moderada, de textura moderadamente gruesa a



moderadamente fina, salinidad de ligera a excesiva y grado de fertilidad natural de bajo a medio.

Geología

Desde el punto de vista geológico el proyecto está ubicado en la cabecera de la cuenca del Río Viru. En general el suelo donde está ubicado el proyecto está constituido por elementos gruesos conglomerado, roca suelta y roca fija.

En general las coberturas son del tipo residual limo arenoso a limo arcilloso, susceptibles a presentar corrimientos por saturación de suelos o defectos de drenaje.

Geomorfología

Se emplaza sobre estructuras plutónica y volcánica cortada por sistemas de drenaje reticular que converge en el Río Pachachaca.

Morfológicamente la zona del proyecto se ubica el lado occidental del Altiplano Andino, afectado por intensa meteorización con drenaje a la vertiente del Pacífico, consecuentemente el área en estudio es un valle con fuerte pendiente.

Hidrografía

Las aguas provienen del río Pachachaca, Las características de la hidrografía de este río es que sus aguas en su origen provienen de la confluencia de las quebradas: Quindabamba, Cochavara, Ventanas y Agua Colorada, cuyas filtraciones naturales reciben las precipitaciones de las partes altas.

Suelo

El corte litológico de la zona del proyecto, de acuerdo al estudio de suelos se desplazará en su recorrido por lugares cubiertos por roca fija, roca suelta y material suelto (conglomerado). Estos suelos tienen regular capacidad de carga a partir de -0.70m desde el nivel del terreno.



3.4.1.2. Medio biológico

Ecología

Esta formación ecológica es potencialmente buena en recursos edáficos, el aprovechamiento del agua es factible y presenta una escasa vegetación natural.

Comprende sectores de usos, diferenciándose entre sí de acuerdo con el aprovechamiento actual de recursos: Áreas de quebradas, pampas eriazas y colinas y laderas sin vegetación.

3.4.1.3. Medio socio económico y cultural

Población

La Población estimada a Diciembre del Año 2002 sólo a nivel del Distrito de Julcán es de 20,300 habitantes y a nivel provincial es de 42850 habitantes, correspondiendo a hombres el 51% y a mujeres el 49%, Según datos recogidos y proyectados por la Oficina Regional de Estadística e Informática de la Libertad.

A nivel del Distrito de Calamarca, el crecimiento fue de 1.01%, para el periodo intercensal 1972-1981 y en el periodo 1981-1993 fue de 2,78% constituyéndose en el Distrito de mayor crecimiento poblacional.

Para el desarrollo de los aspectos socioeconómicos, se ha realizado una evaluación de las características de la población, las condiciones de los servicios básicos, las concentraciones poblacionales y las actividades económicas más importantes, de modo que esta información permite de manera a “priori” estimar los impactos sociales que se pudieran producir en la etapa de ejecución del proyecto.



Las viviendas de los pobladores están dispersas y son de material de adobe con techo de calamina, su economía es estrictamente agrícola y la situación actual de las (96) familias usuarias del canal es precaria.

El 94% de la población del distrito de Calamarca está constituida básicamente por agricultores y ganaderos y el 06% restante se dedica a otras actividades. El poblador cuenta con un ingreso promedio mensual de S/. 210.00 nuevos soles.

3.4.1.4. Servicios básicos

Educación

En general los pobladores del caserío Los Alumbres, acuden a la localidad de Calamarca, para acceder a servicios básicos de educación y asesoramiento técnico agropecuario, etc.

Salud

- En este sector encontramos:
- Baja cobertura de atención a la población.
- Desigual distribución de los recursos de salud con predominio en las zonas urbanas en desmedro de las zonas rurales.
- Alta incidencia de enfermedades infecto contagiosas, en especial enfermedades diarreicas agudas, infecciones respiratorias agudas y enfermedades inmuno prevenibles.
- Deficientes niveles de saneamiento básico ambiental.
- Elevado índice de desnutrición entre los niños menores de 6 años.
- Carencia de una agresiva campaña de Planificación familiar



Cuadro 9. Matriz de identificación de impactos ambientales potenciales

Cuadro Nº1.- Matriz de Identificación de Impactos Ambientales Potenciales										
ACTIVIDADES DEL PROYECTO	Mátriz									
	VARIABLES AMBIENTALES									
	MEDIO FISICO			MEDIO BIOLÓGICO			MEDIO SOCIOECONOMICO Y CULTURAL			
CAUSAS Y EFECTOS	Agua	Aire	Suelo	Relieve	Paisaje	Flora	Fauna	Empleo	Salud y Seguridad	Economía
ETAPA PRELIMINAR										
Construcción de Campamentos		Alteración de la calidad del aire por emisión de polvo	Alteración de suelo por compactación		Alteración de la calidad del paisaje local	Alteración de la cobertura vegetal del lugar	Perturbación de la fauna local	Generación de empleos	Riesgo de infecciones respiratorias en el personal de obra	dinamización de la economía local
Desbroce y limpieza		Alteración de la calidad del aire por emisión de polvo			Alteración de la calidad del paisaje local	Alteración de la cobertura vegetal del lugar	Perturbación de la fauna local	Generación de empleos	Riesgo de infecciones respiratorias en el personal de obra	Afectación de cultivos agrícolas
ETAPA DE CONSTRUCCION										
DEFENSA	movimientos de tierra	Riesgo de afectación de la calidad del agua del río Pachachaca	Alteración de la calidad del aire por emisión de polvo					Generación de empleos	Riesgo de infecciones respiratorias en el personal de obra	Disminución de la economía local
	entrocado	Riesgo de afectación de la calidad del agua del río Pachachaca	Alteración de la calidad del aire por emisión de polvo					Generación de empleos	Riesgo de infecciones respiratorias en el personal de obra	Dinamización de la economía local
ACCESOS	Conformación de caminos de acceso	Alteración de la calidad del aire por emisión de polvo						Generación de empleos	Riesgo de infecciones respiratorias en el personal de obra	Dinamización de la economía local



Cuadro 10. Matriz de evaluación de impactos ambientales potenciales

Cuadro N°2.- Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales Potenciales - Resumen												
Matriz de Interacción		MEDIO FISICO					MEDIO BIOLÓGICO			MEDIO SOCIOECONOMICO Y CULTURAL		
Causa - Efecto		Agua	Aire	Suelo	Relieve	Paisaje	Flora	Fauna	Empleo	Salud y Seguridad	Economía	
ETAPA PRELIMINAR												
Construcción de campamento y patio de equipo y maquinaria			-B	-M		-M	-M	-B	+B	-B	+M	
Desbroce y limpieza de terrenos			-M				-M	-B	+B	-M	-M	
ETAPA DE CONSTRUCCION												
excavacion de uña para enrocado			-M						+M	-M	+M	
Mantenimiento de los accesos			-M						+M	-M	+M	
Circulación de maquinarias de construcción		-B	-B							-B	+M	
Transporte de roca			-M							-M	+M	
Funcionamiento de campamentos		-M									+M	
Funcionamiento de equipo y maquinaria			-M	-B							+M	

Leyenda		
Significancia Ambiental	Impactos	
	Positivos	Negativos
Alta	+A	-A
Moderada	+M	-M
Baja	-B	-B



Cuadro 11. Matriz de evaluación de criterios de evaluación

IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES				CRITERIOS DE EVALUACION						
VARIABLES AMBIENTALES	IMPACTOS AMBIENTALES	ACTIVIDADES CAUSANTES	LUGAR DE OCURRENCIAS	TIPO DE IMPACTO	MAGNITUD	AREA DE INFLUENCIA	DURACION	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO	MITIGABILIDAD
ETAPAS PRELIMINARES										
AGUA	Alteracion de la calidad del agua por movimiento de tierras	Construccion del campamento y patio de equipo y maquinaria	En el area asignada para el campamento y patio de equipo y sus entornos proximos	Negativo	Baja	Puntual	Corta	Inevitable	Baja	Mitigable
		Desbroce y limpieza del terreno	En el area de obras y sus entornos proximos	Negativo	Moderada	Puntual	Corta	Inevitable	Baja	Mitigable
AIRE	Alteracion de la calidad del aire por emision de material particulado	Construccion del campamento y patio de equipo y maquinaria	En el area asignada para el campamento y patio de equipo y sus entornos proximos	Negativo	Baja	Puntual	Corta	Inevitable	Baja	Mitigable
		Desbroce y limpieza del terreno	En el area de obras y sus entornos proximos	Negativo	Baja	Puntual	Corta	Inevitable	Baja	Mitigable
SUELO	Alteracion de la estructura del suelo por compactacion	Construccion del campamento y patio de equipo y maquinaria	En el area asignada para el campamento y patio de maquinas	Negativo	Moderada	Puntual	Moderada	Inevitable	Baja	Mitigable
PAISAJES	Alteracion del Paisaje local	Construccion del campamento y patio de equipo y maquinaria	En el area asignada para el campamento y parte de las maquinas y sus entornos proximos	Negativo	Baja	Local	Moderada	Inevitable	Baja	Mitigable
		Desbroce y limpieza del suelo	En el area de obras y sus entornos proximos	Negativo	Baja	Local	Moderada	Inevitable	Baja	Mitigable
FLORA	Alteracion de la cobertura vegetal del lugar	Construccion del campamento y patio de equipo y maquinaria	En el area asignada para el campamento y parte de las maquinas y sus entornos proximos	Negativo	Baja	Puntual	Moderada	Inevitable	Baja	Mitigable
		Desbroce y limpieza del terreno	En el area de obras y sus entornos proximos	Negativo	Baja	Puntual	Moderada	Inevitable	Baja	Mitigable
FAUNA	Perturbacion de la fauna del local	Construccion del campamento y patio de equipo y maquinaria	En el area asignada para el campamento y parte de las maquinas y sus entornos proximos	Negativo	Baja	Puntual	Corta	Inevitable	Baja	Mitigable
		Desbroce y limpieza del terreno	En el area de obras y sus entornos proximos	Negativo	Baja	Puntual	Corta	Inevitable	Baja	Mitigable
EMPLEO	Generacion de Empleo	Construccion del campamento y patio de equipo y maquinaria	En el ambito de Influencia del proyecto	Positivo	Baja	Local	Corta	Inevitable	Alta	----
		Desbroce y limpieza del terreno	En el ambito de Influencia del proyecto	Positivo	Baja	Local	Corta	Inevitable	Baja	----
SALUD Y SEGURIDAD	Riesgos de infecciones respiratorias en el personal de obra	Construccion del campamento y patio de equipo y maquinaria	En el area de construccion del campamento y patio de maquinas	Negativo	Baja	Puntual	corta	Alta	Baja	Mitigable
		Desbroce y limpieza del terreno	En el area de obras y sus entornos proximos	Negativo	Moderada	Puntual	Corta	Alta	Moderada	Mitigable



Cuadro 12. Manejo ambiental del aire

IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES			MANEJO AMBIENTAL		
ELEMENTOS DEL AMBIENTE	IMPACTOS AMBIENTALES	ACTIVIDADES CAUSANTES	MEDIDA PROPUESTA	LUGAR DE APLICACIÓN	RESPONSABLE
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN					
AIRE	Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado	Cortes en material suelto	Evitar movimientos de tierra excesivos durante los cortes de material.	A lo largo de todo el tramo	El Contratista
		Explotación de las canteras de río	Evitar movimientos de tierra excesivos durante los cortes de material.	- En las canteras de río Pachachaca Km 02+500	El Contratista
		Transporte de rocas	Cubrir con una manta húmeda en material transportado por los volquetes. Humedecer la superficie de los accesos en trocha para evitar la emisión de material particulado.	En los tramos de acceso	El Contratista
		Operación de maquinaria pesada y ligera	Evitar el tránsito de las maquinarias fuera de los frentes de trabajo.	A lo largo de todo el tramo	
	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases y ruidos	Cortes en material suelto	Evitar movimientos de tierra excesivos durante los cortes de material.	A lo largo de todo el tramo	El Contratista
		Cortes en roca suelta	Evitar movimientos de roca excesivos durante los cortes de material.	En los tramos:	El Contratista

Cuadro 13. Manejo ambiental del agua

AGUA	Riesgo de afectación de la calidad del agua de los ríos	Explotación de las canteras fluviales	-Evitar realizar movimientos de tierra excesivos en el cauce del río. -Control periódico de la maquinaria que opere en estas áreas para evitar que se produzcan derrames de combustible y aceite durante los trabajos	En las canteras fluviales	El Contratista
		Construcción de obras de arte	Control de los residuos de concreto, evitando que estos sean arrojados a los cursos de agua de las quebradas y ríos.	En todo lo largo del canal	El Contratista



		Operación de la maquinaria pesada y ligera	- Controlar que la maquinaria y demás vehículos sólo circulen en los frentes de trabajo o en las áreas debidamente autorizadas por el Residente de Obras. - excesivos de la maquinaria en el área de obras.	En todos los frentes de trabajo de la obra.	El Contratista
--	--	--	--	---	----------------

Cuadro 14. Manejo ambiental del suelo

SUELO	Riesgo de afectación de la calidad del suelo	Cortes en material suelto	Control periódico de la maquinaria que realice estas actividades para evitar que se produzcan derrames de combustible y aceite durante los trabajos. De producirse, éstos deberán ser retirados inmediatamente y dispuestos en el botadero.	En los tramos del río	El Contratista
		Explotación de canteras		-En las canteras de río: Km. 02+500	El Contratista
		Operación de la maquinaria pesada y ligera		En todos los frentes de trabajo	El Contratista
		Disposición de material excedente		En los DME : Km. 2+500 –Km. 4+500	El Contratista
		Funcionamiento de los campamentos y patio de máquinas		Todos los residuos que se generen en estas instalaciones deberán ser adecuadamente almacenados temporalmente para su posterior traslado al botadero o al DME, según sea el caso, para su disposición final adecuada.	En las áreas de emplazamiento de los campamentos y patios de máquinas.

Cuadro 15. Manejo ambiental del paisaje

El Contratista	Alteración de la calidad del paisaje local	Desbroce y limpieza	Evitar cortes excesivos de vegetación durante el desarrollo de estas operaciones.	En todo el tramo del canal.	El Contratista
El Contratista		Cortes en material suelto, roca suelta	Evitar realizar movimientos de tierra excesivos durante el desarrollo de estas operaciones.	En los tramos determinados en el diseño.	El Contratista



	Alteración de la calidad del paisaje local	Explotación de las canteras de río	Evitar los movimientos de tierras excesivos durante la extracción de materiales. Al término de las obras se restaurará el área disturbada.	-En las canteras de río	
		Disposición de material excedente	Realizar la disposición y conformación adecuada de los materiales en los Depósitos de Material Excedente asignados.	En los DME : Km. 2+500 –Km. 4+500	

Cuadro 16. Manejo ambiental flora, fauna, empleo

FLORA	Afectación de la flora	Desbroce y limpieza	Evitar cortes excesivos de vegetación durante el desarrollo de estas operaciones	A lo largo de todo el río	El Contratista
		Explotación de la cantera de río	Evitar cortes excesivos de vegetación durante el desarrollo de estas operaciones. Al término de las obras las áreas disturbadas en las canteras serán restauradas y revegetadas.	Km. 00+000	El Contratista
		Disposición de material excedente	Evitar cortes excesivos de vegetación durante la habilitación de los depósitos de material excedente. Al término de las obras las áreas disturbadas en los DME serán restauradas y revegetadas.	En los DME : Km. 2+500 – Km. 4+500	El Contratista
FAUNA	Perturbación de la fauna	Todas las actividades del proyecto	Prohibir la caza furtiva por parte del personal de obra.	En el área de influencia del proyecto.	El Contratista
EMPLEO	Generación de empleo	Todas las actividades en su conjunto	---	---	---

3.4.2. Programa de prevención y/o mitigación ambiental

Este programa está orientado a la defensa y protección de los componentes ambientales del área de influencia del proyecto, potencialmente afectable por la ejecución del mismo. Contiene las precauciones o medidas a tomar para evitar daños innecesarios, derivados de la falta de cuidado o de una planificación deficiente de las operaciones a realizar durante la ejecución del proyecto. Tenemos:



3.4.2.1. Medidas de mitigación

A. Etapa de Construcción

- **Ruidos, Vibraciones y Emisión de Material Particulado**

Las tareas a realizar en esta etapa y que impliquen generación de ruidos y vibraciones deberán ser ejecutadas durante el día, fuera de los horarios de descanso, a fin de minimizar los efectos negativos de los ruidos y vibraciones producidos.

El equipamiento a utilizar en la etapa de construcción deberá ser aprobado por la Inspección de obra, en función de permitir una menor emisión de partículas al aire, así como de ruidos y vibraciones.

Los movimientos de tierra se deberán adoptar las medidas necesarias a los efectos de prever las condiciones en que se efectuarán, el tipo de material a extraer, así como la forma y el lugar al que será transportado y dispuesto el mismo, minimizando la emisión de material particulado. Se deberá cumplir que:

- El material extraído de las excavaciones, se mantendrá acopiado a fin de evitar su desparramo y permitir el tránsito peatonal.
- Fuera de los horarios de trabajo las zanjas permanecerán tapadas con madera o planchas metálicas.
- Las excavaciones deberán mantenerse cercadas de modo de evitar el ingreso de personas ajenas a la obra.



- El material sobrante producto de las excavaciones deberá trasladarse a un lugar adecuado, conforme lo disponga la Inspección.

La eventual instalación de máquinas fijas (mezcladoras, etc.), deberá hacerse en lugares lo más alejados posible de las viviendas, y tomando las precauciones necesarias, a fin de minimizar los efectos negativos producidos por ruidos y/o material particulado.

- **Generación de Residuos**

La gestión de los residuos generados (tratamiento y disposición final), deberá realizarse acorde a lo establecido en la Ordenanza Municipal y sus reglamentaciones.

- **Seguridad Laboral**

Los trabajos de excavación necesarios para ejecutar las estructuras correspondientes, deben realizarse con todos los elementos necesarios para este tipo de tareas, a fin de evitar desmoronamientos en la obra o a terceros.

Se deberán colocar defensas, barreras y barandas metálicas, en los lugares que indique la Inspección a fin de minimizar los riesgos de accidentes.

Durante la realización de los trabajos, el contratista deberá señalar debidamente la zona de trabajo.

- **Alteración del Entorno**

La reposición de suelo extraído o faltante debe ejecutarse de manera tal de restituir el terreno a sus cotas originales.



- **Caudal Pluvial Evacuado**

Deberán adoptarse todas las previsiones necesarias a fin de asegurar el correcto drenaje de las aguas superficiales de la zona, con el objeto de permitir la ejecución de las obras.

3.4.3. Especificaciones técnicas

3.4.3.1. Restauración de campamento y patio de máquinas

A. Descripción y ejecución

Este trabajo consistirá en restaurar el área ocupada por el campamento levantado. Es obligación del Contratista llevarlo a cabo, una vez concluida la obra mediante las siguientes acciones:

- **Eliminación de desechos**

Los desechos productos del desmantelamiento serán trasladados para su disposición final adecuado. De tal manera que el ambiente quede libre de materiales de construcción.

- **Eliminación de pisos**

Deben ser levantados los restos de pisos que fueron contruidos, y estos se trasladan a alguno de los depósitos de materiales excedentes habilitados. De esta forma se garantiza que el ambiente utilizado para este propósito quede libre de desmontes.

- **Recuperación de la morfología**

Se procede a realizar el renivelado del terreno. Asimismo, las zonas que hayan sido compactadas en el área deben ser humedecidas y el suelo removido, acondicionándolo de acuerdo al paisaje circundante.



- **Revegetación de la zona ocupada**

Una vez escarificado el suelo compactado, se procede a la colocación de una capa de suelo orgánico (inicialmente retirada) y luego se procede a la revegetación del terreno, con el fin de lograr integrar nuevamente el área al paisaje original.

3.4.3.2. Restauración de depósitos de material excedente

A. Descripción y ejecución

Comprenderá el tratamiento de los depósitos de material excedente, una vez concluidas las obras de ingeniería indicadas en los planos.

Esta partida considera la ejecución de las siguientes acciones:

- **Compactación del material dispuesto**

El material excedente a eliminar destinado a los depósitos de material excedente (DME), previa autorización y aprobación del Supervisor para su ubicación, será extendido y compactado convenientemente por medios mecánicos y/o manuales, para evitar su dispersión; la compactación se realizará por capas de espesores variables entre 0,50 m y 1,00 m, procurando que la compactación alcance una densidad de 60% a 70%

- **Colocado de una capa superficial de suelo orgánico**

Consiste en efectuar el recubrimiento de los DME, una vez compactado, con una capa superficial de suelo orgánico, que inicialmente fue retirado y almacenado antes de inicio de la eliminación, acorde con el paisaje circundante.



- **Revegetación de los DME**

Se hará empleando el suelo orgánico retirado al inicio del uso del área asignada como DME, con el fin de lograr integrar nuevamente el área al paisaje original.

3.4.3.3. Restauración de canteras

A. Descripción y ejecución

Este trabajo consistirá en restaurar el área disturbada durante la extracción de materiales de las canteras. Es obligación del Contratista llevarlo a cabo, una vez concluida la obra mediante las siguientes acciones:

- **Recuperación de la morfología**

Se procede a realizar el perfilado y nivelado del terreno, evitando que queden depresiones y montículos en el lecho del río, acondicionándolo de acuerdo al paisaje circundante.

3.4.3.4. Restauración de accesos

A. Descripción y Ejecución

Consiste en la ejecución de las actividades de reacondicionamiento del área intervenida. Contempla las siguientes tareas:

- **Limpieza de desechos**

Con una cuadrilla de trabajadores, se procederá a limpiar los materiales desechados en los accesos tales como: restos de aceites, grasas y combustibles, suelos contaminados.

- **Recuperación de la morfología**

Se procede al renivelado del terreno alterado, acondicionándolo de acuerdo al entorno circundante.



3.4.4. Conclusiones

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto a nivel definitivo, para la construcción de las defensas ribereñas, ha permitido arribar a las siguientes conclusiones:

Los impactos ambientales potenciales de mayor relevancia son los positivos, siendo el medio socio-económico, a través de sus componentes tránsito vial, economía y empleo, el más beneficiado.

Asimismo, con la construcción de los diques se generarán mejores condiciones para el desarrollo de las actividades productivas y comerciales de la zona, con el consecuente incremento del empleo, lo que finalmente se traducirá en el desarrollo socioeconómico de este sector del país.

Los impactos potenciales negativos, se presentarán en todas las etapas de la ejecución de la obra, y estarán asociados a los componentes ambientales aire, suelo, relieve, paisaje, flora y la salud y seguridad física del personal de obra, y serían ocasionados por las operaciones de desbroce y limpieza, cortes en material suelto, roca suelta y roca fija, funcionamiento de los campamentos y patio de máquinas, extracción de material de canteras y disposición y conformación de material excedente en los depósitos de material excedente. Estos impactos serían de magnitud moderada, pero con alta posibilidad de aplicación de medidas de mitigación y corrección que permitirán reducirlos al mínimo.



CAPÍTULO IV

PROCEDIMIENTO Y

RESULTADOS



4.1. DISEÑO DEL DIQUE

4.1.1. Cálculo hidráulico

Q DISEÑO (m ³ /seg)	Pendiente Zona del Proyecto (m/m)
38.60	0.00900

4.1.1.1 Sección estable o amplitud del cauce (B)

Método de Simons y Henderson:

MÉTODO DE SIMONS Y HENDERSON		
$B = K_1 Q^{1/2}$		
Condiciones de Fondo de río	K ₁	B (m)
Fondo arena y orillas de material cohesivo	4.2	26.09

Condiciones de Fondo de río	K ₁
Fondo arena y orillas de material cohesivo	4.2
Fondo y orillas de material cohesivo	3.6
Fondo y orillas de grava	2.9
Fondo arena y orillas material no cohesivo	2.8

Método de Pettis:

MÉTODO DE PETTIS	
$B = 4.44 Q^{0.5}$	
B (m)	
27.59	

Método de Altunin – Manning:

MÉTODO DE ALTUNIN - MANNING		
$B = (Q^{1/2}/S^{1/5}) (n K^{5/3})^{3/(3+5m)}$		
Valores rugosidad de Manning (n)		B (m)
Descripción	n	22.33
Cauces naturales con derrubio e irregularidades = 0.033	0.033	
Coeficiente Material del Cauce		
Descripción	K	
Material aluvial = 8 a 12	12	
Coeficiente de Tipo de Río		
Descripción	m	
Para cauces arenosos	0.7	



Valores rugosidad de Manning (n)	
Descripción	n
Cauce con fondo sólido sin irregularidades = 0.025	0.025
Cauces de río con acarreo irregular = 0.030 - 0.029	0.03
Cauces de Ríos con Vegetación = 0.033 - 0.029	0.029
Cauces naturales con derrubio e irregularidades = 0.033	0.033
Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo = 0.035	0.035
Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza = 0.040 - 0.036	0.04
Torrentes con derrubio grueso y acarreo móvil = 0.045 - 0.050	0.05

Coeficiente Material del Cauce (Tabla)	
Descripción	K
Material de cauce muy resistente = 3 a 4	3
Material fácilmente erosionable = 16 a 20	16
Material aluvial = 8 a 12	12
Valor practico = 10	10

Método de Blench:

MÉTODO DE BLENCH		
$B = 1.81(Q F_b/F_s)^{1/2}$		
Factores		B (m)
Factor de Fondo	F_b	22.49
Material Fino	0.8	
Factor de Orilla	F_s	
Materiales ligeramente cohesivos	0.2	

Factor de Fondo	F_b
Material Fino	0.8
Material Grueso	1.2

Factor de Orilla	F_s
Materiales sueltos	0.1
Materiales ligeramente cohesivos	0.2
Materiales cohesivos	0.3



Resumen:

MÉTODO	B (m)
MÉTODO DE SIMONS Y HENDERSON	26.09
MÉTODO DE PETTIS	27.59
MÉTODO DE ALTUNIN - MANNING	22.33
MÉTODO DE BLENCH	22.49
=====> PROMEDIO B :	24.62

=====> SE ADOPTA B :

23.00

Se elige este ancho por adaptarse a la zona de estudio.

4.1.2. Cálculo del tirante (t)

CALCULO DEL TIRANTE (t)		
MÉTODO DE MANNING - STRICKLER (B > 30 M)		
$t = ((Q / (Ks * B * S^{1/2}))^{3/5}$		t
Valores para Ks para Cauces Naturales (Inversa de n)		(m)
Descripción	Ks	0.66
Cauces de Ríos con Vegetación = 30 - 35	35	
Caudal de Diseño (m ³ /seg)		
Q =	38.60	
Ancho Estable - Plantilla (m)		
B =	23.00	
Pendiente del Tramo de estudio		
S =	0.00900	

Valores para Ks para Cauces Naturales	
Descripción	Ks
Cauce con fondo sólido sin irregularidades	40
Cauces de río con acarreo irregular	33
Cauces de Ríos con Vegetación	35
Cauces naturales con derrubio e irregularidades	30
Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo	28
Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza	25
Torrentes con derrubio grueso y acarreo móvil	20



4.1.3. Velocidad media

Formula de Manning : Velocidad Media (m/s) >>>>> $V = R^{2/3} * S^{1/2} / n$							
Radio Hidráulico >>> $R = A / P$ >>>>>>> R :				Pendiente de Fondo >>> S			
Tirante medio (y)		Taluz de Borde (Z)		0.61	S =	0.00900	
y =	0.66	Z =	2		Coefficiente de Rugosidad de Manning		
Ancho de Equilibrio (B)					Descripción		n
B =	23.00				Cauces de Ríos con Vegetación = 0.033 - 0.029	0.029	
Área (m2)	Perímetro (m)						
A =	14.31	P =	23.31				

>>>>>>> **V = 2.35 m/seg**

Valores rugosidad de Manning (n)	
Descripción	n
Cauce con fondo sólido sin irregularidades	0.025
Cauces de río con acarreo irregular	0.03
Cauces de Ríos con Vegetación	0.029
Cauces naturales con derrubio e irregularidades	0.033
Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo	0.035
Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza	0.04
Torrentes con derrubio grueso y acarreo móvil	0.05

4.1.4. Número de Froude

Velocidad media de la corriente (m/s)		Aceleración de la Gravedad		Profundidad Hidráulica Media = Área Mojada / Ancho Superficial:			Froude (F)
V =	2.35	g =	9.81	y = A / B	y =	0.62	0.95

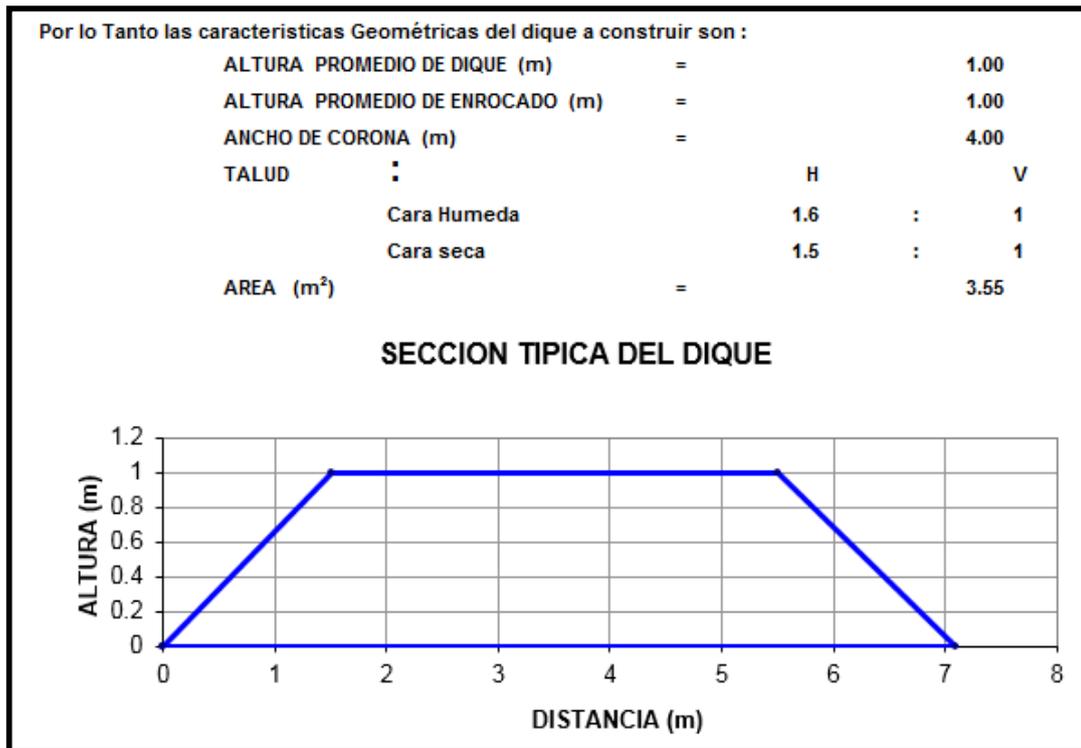
Tipo de Flujo : **FLUJO SUBCRÍTICO**

4.1.5. Cálculo de la altura del dique

Bordo Libre (BL) = ϕe					ALTURA DE MURO (H _b)	
Caudal máximo m ³ /s	ϕ	ϕ	$e = V^2/2g$	BL	$H_M = y + BL$	
3000.00	4000.00	2	0.28	0.31	y : Tirante de diseño (m)	
2000.00	3000.00	1.7			y = 0.66	
1000.00	2000.00	1.4			>>>>>> $H_M = 0.97$	
500.00	1000.00	1.2			Por Procesos Constructivos	
100.00	500.00	1.1			>>>>>> $H_M = 1.00$	



Caudal de diseño: 38.6 (m³/seg)



4.1.6. Cálculo de la socavación

Tabla Nº 01							
Coeficiente de Contracción, μ							
Velocidad (m/s)	Longitud libre entre los estribos						
	10 m.	13 m.	16 m.	18 m.	21 m.	25 m.	30 m.
<1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
1.5	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99
2	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98
2.5	0.90	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97
3	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96
3.5	0.87	0.90	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96
>4.00	0.85	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	

Velocidad (m/s)	Longitud libre entre los estribos					
	42 m.	52 m.	63 m.	106 m.	124 m.	200 m.
<1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.5	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00
2	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00
2.5	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00
3	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
3.5	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
>4.00	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99



“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE UN TRAMO DEL CAUCE DEL RIO PACHACHACA APLICANDO HEC RAS PARA EL DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL DISTRITO DE CALAMARCA - JULCÁN”,

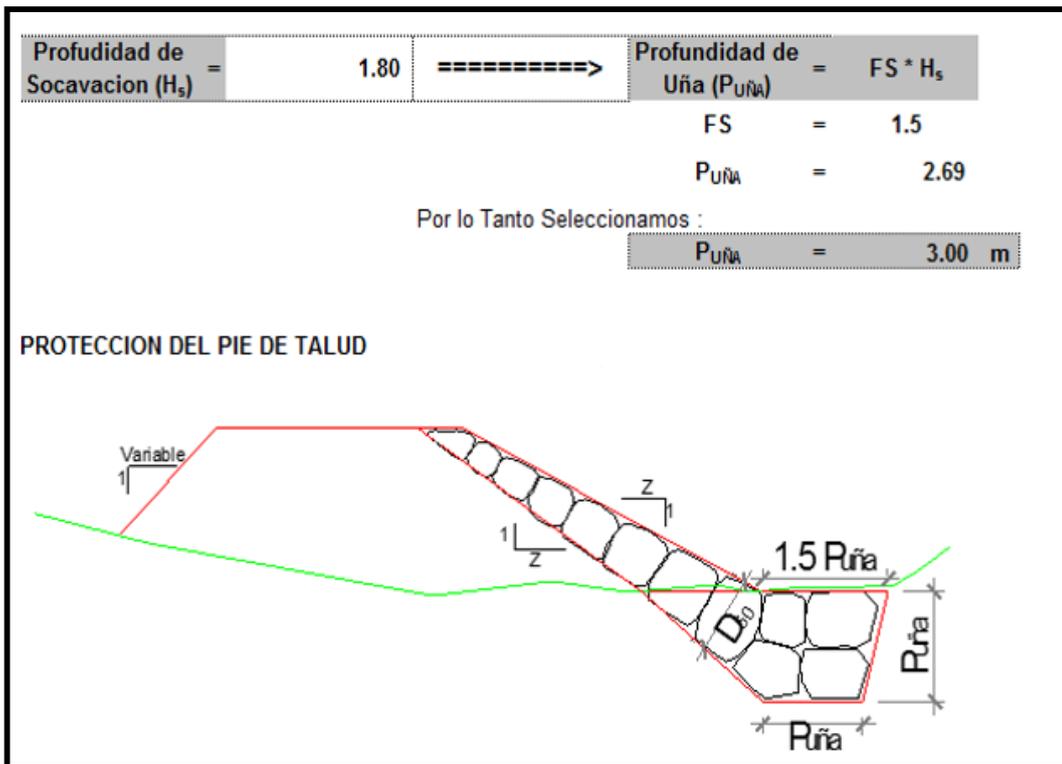
Seleccionan :	$V_m =$	2.353	Velocidad media (m/s)
	$B =$	23.000	Ancho efectivo (m)
	$\mu =$	0.960	

Periodo de Retorno (Años)	Probabilidad de Retorno (%)	Coeficiente β
	0.00	0.77
2.00	50.00	0.82
5.00	20.00	0.86
10.00	10.00	0.90
20.00	5.00	0.94
50.00	2.00	0.97
100.00	1.00	1.00
300.00	0.33	1.03
500.00	0.20	1.05
1,000.00	0.10	1.07
Periodo de Retorno (Años) =====>	50.00	
$\beta =$		0.97

CALCULO DE LA PROFUNDIDAD DE SOCAVACION (H_s)										
METODO DE LL. LIST VAN LEVEDIEV										
Suelos Granulares - No Cohesivos										
$t_s = ((\alpha t^{5/3}) / (0.68 D_m^{0.28} \beta))^{1/(x+1)}$(1)										
Suelos Cohesivos										
$t_s = ((\alpha t^{5/3}) / (0.60 \gamma_s^{1.18} \beta))^{1/(x+1)}$(2)										
Donde:										
t_s = Tirante despues de producirse la socavacion (m)										
t = Tirante sin socavacion (m)										
$t = 0.66$ m										
D_m = Diametro Medio de las particulas (mm)										
$D_m = 0.5$ mm										
γ_s = Peso Especifico suelo (Kg/m3)										
μ = Coeficiente de Contraccion										
α = Coeficiente >>>>>										
$\alpha = Q / (t_m^{5/3} B \mu)$										
Tirante medio (t_m) = A/B	Q (Caudal de Diseño)	Coeficiente de Contraccion (μ) Tabla N° 01	Ancho Estable	α						
$t_m = 0.62$	38.60	$\mu = 0.96$	$B = 23.00$	3.86						
PROFUNDIDAD DE SOCAVACION PARA SUELOS NO COHESIVO(1) :										
X : Exponente que depende de : D_m para suelos Granulares No Cohesivos y γ_s para suelos cohesivos. >>>>> TABLA N° 03		Coeficiente por Tiempo de Retorno : β (Tabla N°04)	TIRANTE DE SOCAVACION SUELOS GRANULARES - NO COHESIVOS							
X (Tabla N° 03)	1/x+1		$t_s = ((\alpha t^{5/3}) / (0.68 D_m^{0.28} \beta))^{1/(x+1)}$							
x = 0.41	0.71	$\beta = 0.97$	$t_s = 2.46$ m							
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">PROFUNDIDAD DE SOCAVACION (H_s)</th> </tr> <tr> <td>$H_s =$</td> <td>$t_s - t$</td> </tr> <tr> <td>$H_s =$</td> <td>1.80 m</td> </tr> </table>					PROFUNDIDAD DE SOCAVACION (H_s)		$H_s =$	$t_s - t$	$H_s =$	1.80 m
PROFUNDIDAD DE SOCAVACION (H_s)										
$H_s =$	$t_s - t$									
$H_s =$	1.80 m									

1. Perfil antes de la erosión
2. Perfil de equilibrio tras la erosión

4.1.7. Profundidad de uña



4.2. CREACIÓN DE LA SUPERFICIE TIN EN CIVIL 3D

4.2.1. Procedimiento

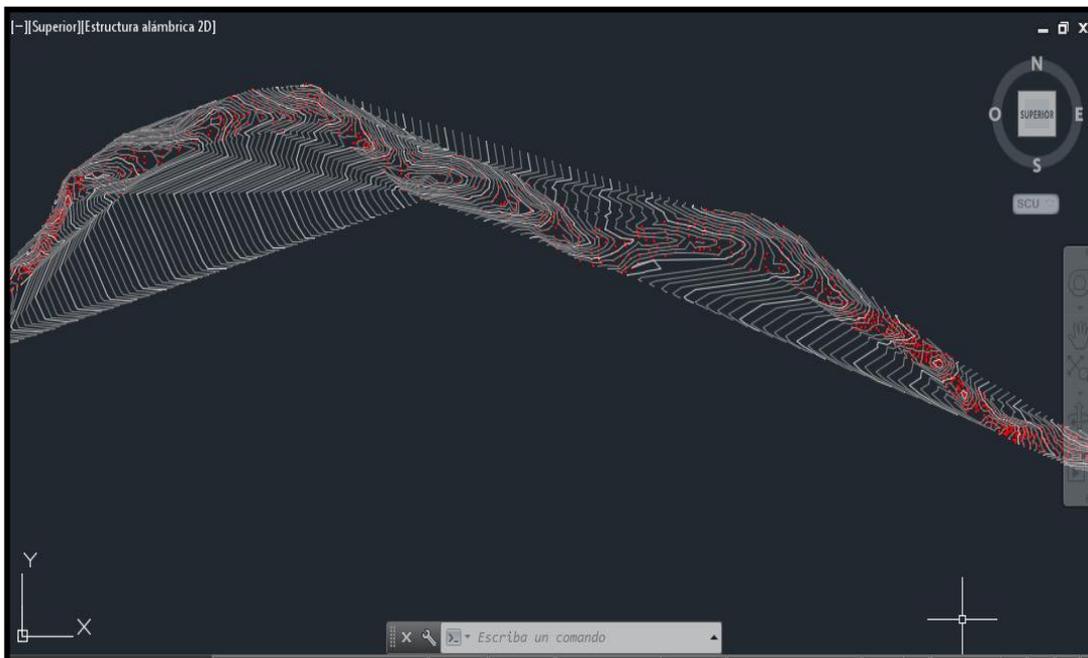
- Importamos los puntos topográficos del levantamiento del rio al civil 3D

Figura 34. Importación de puntos topográficos a civil 3D



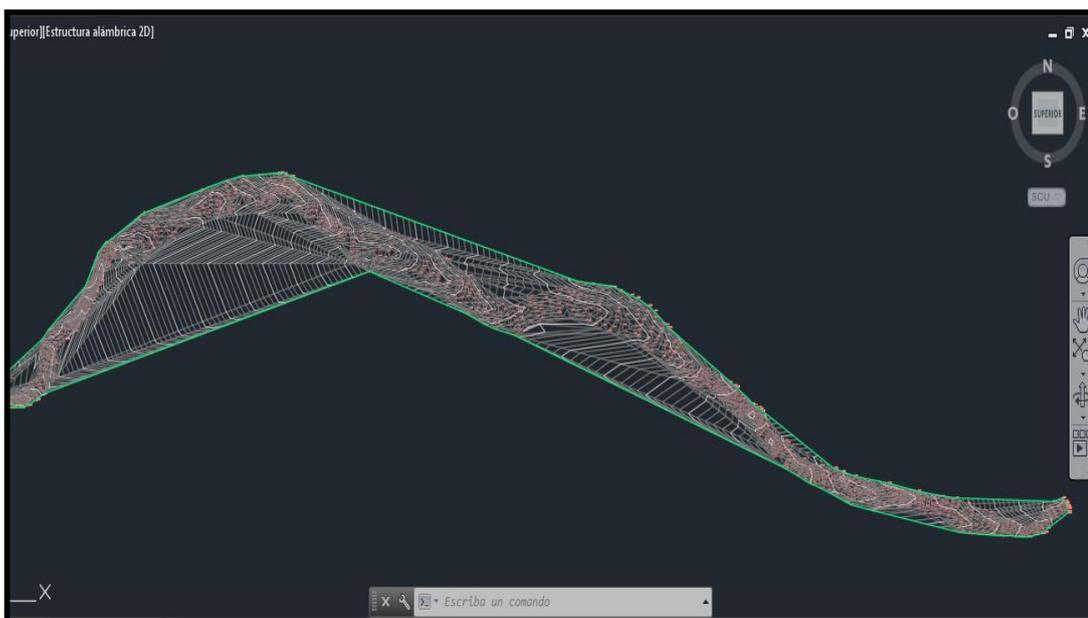
- Generamos la superficie TIN (triángulos de interpolación)

Figura 35. Creación de la superficie TIN



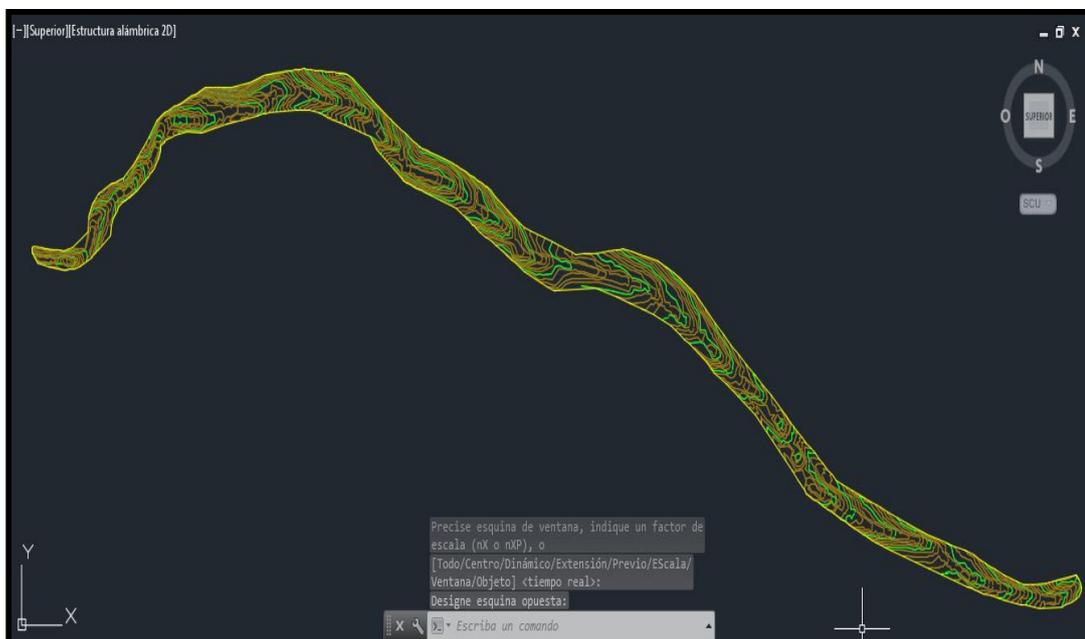
- Cambiamos el estilo de superficie a “triangulación y bordes” para poder delimitar correctamente la superficie.

Figura 36. Triangulación



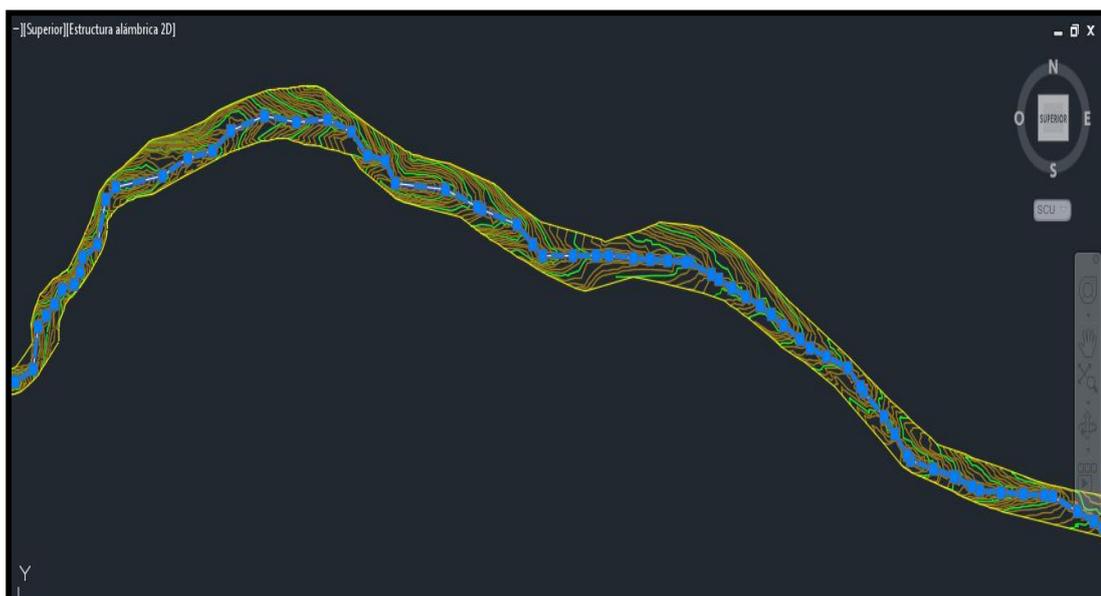
- Obtenemos la superficie final del cauce.

Figura 37. Superficie final del cauce



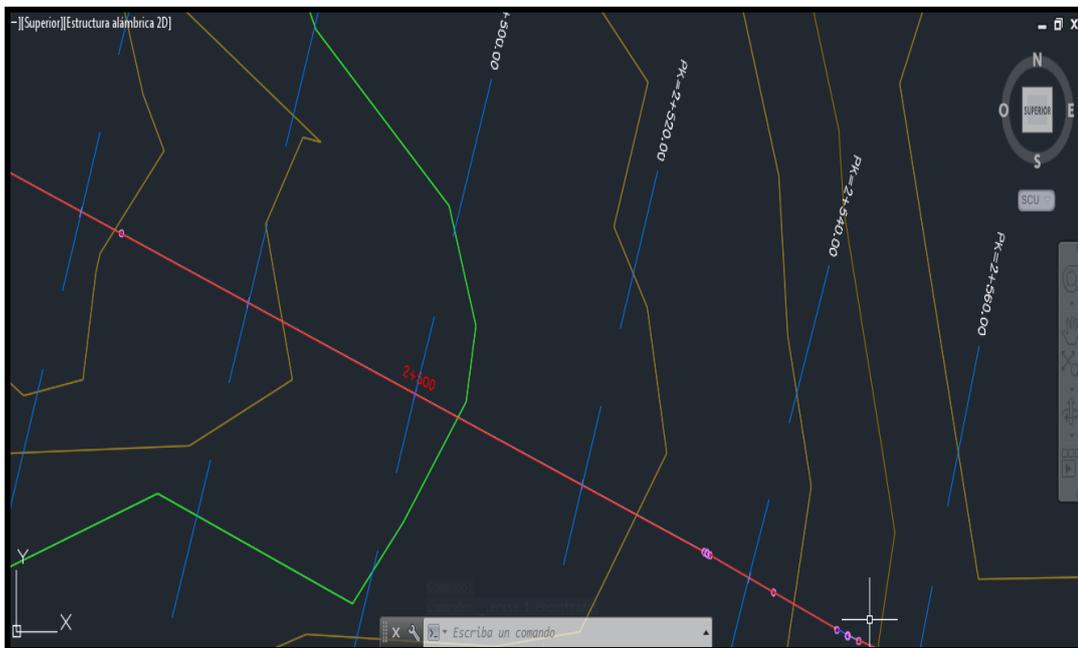
- Dibujamos el eje del río como una polilínea en sentido contrario al flujo del agua, ya que el sentido que utiliza el civil 3d es opuesto al Hec ras.

Figura 38. Eje del río



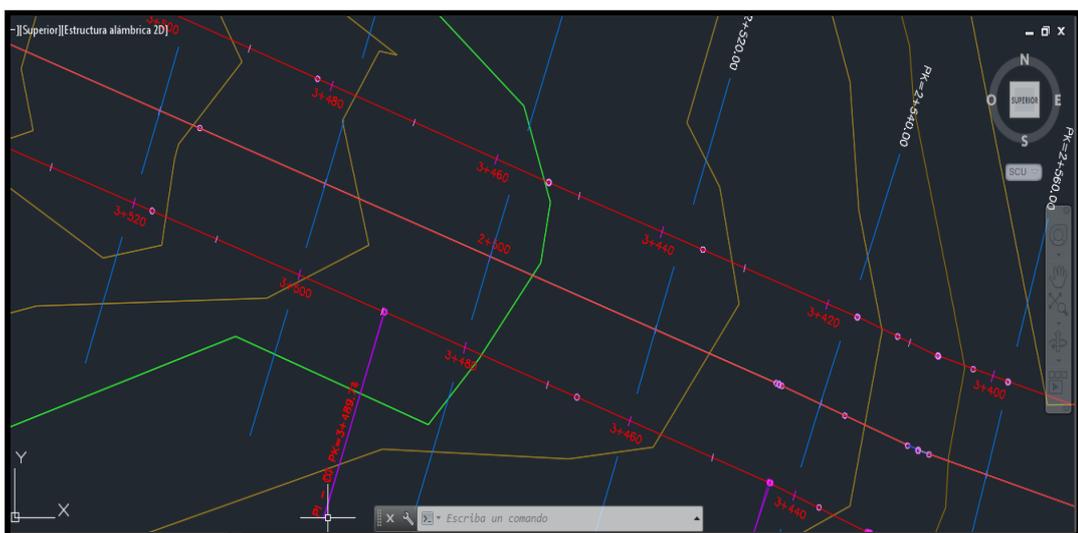
- Creamos el alineamiento del eje del río y las secciones transversales cada 20 metros.

Figura 39. Alineamiento cada 20 m



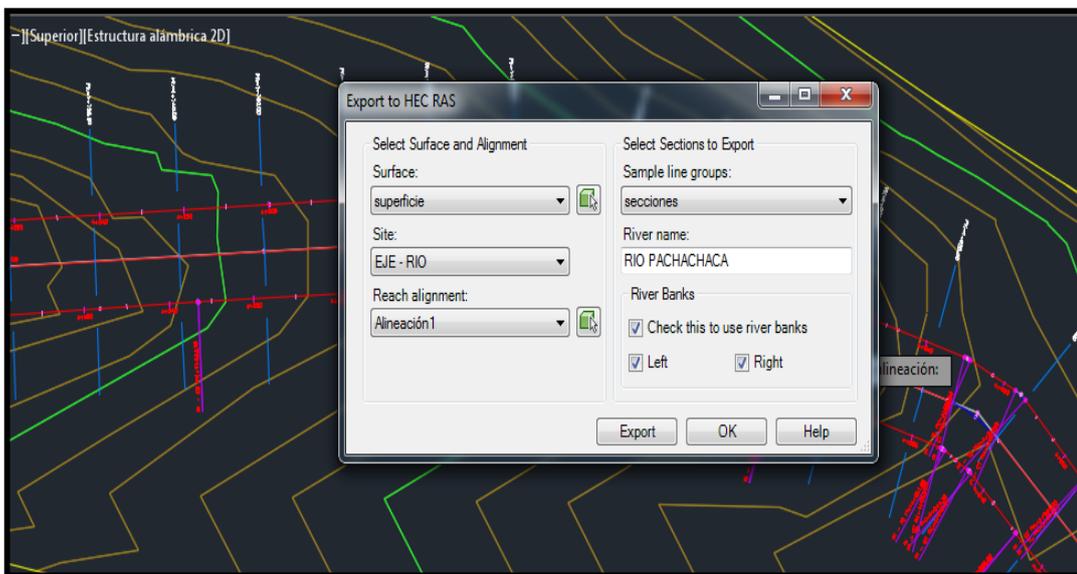
- Creamos con polilíneas las llanuras de inundación, en el mismo sentido que el eje del río, esto le indica al civil 3d el ancho del río.

Figura 40. Llanuras de inundación



- Finalmente exportamos al hec ras seleccionando el nombre de la superficie, alineamiento, secciones y eje del río, así como definiendo los bordes derecho e izquierdo del cauce.

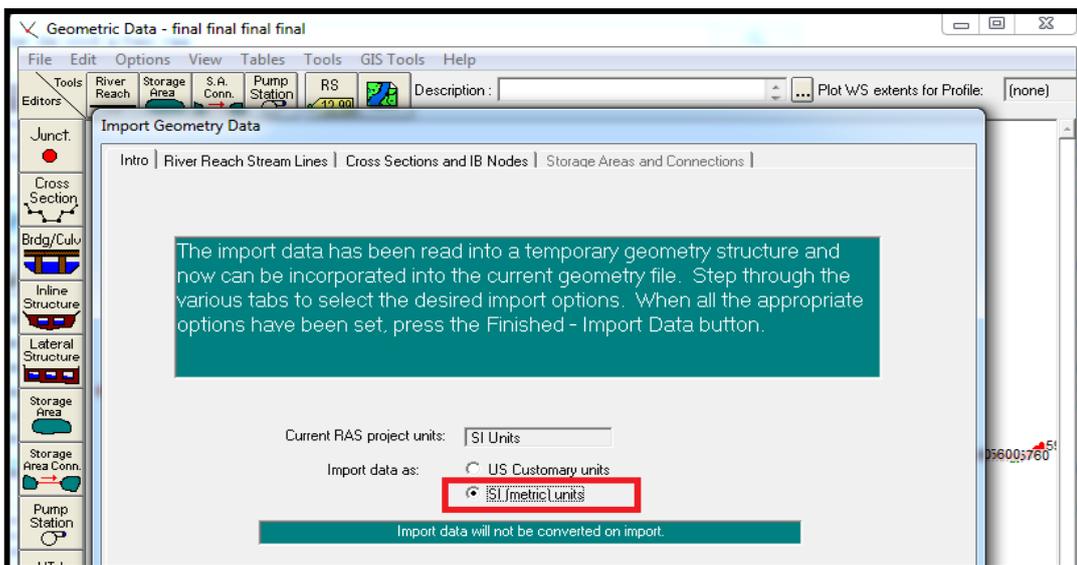
Figura 41. Unidades métricas en Hec ras



4.3. MODELAMIENTO DEL RÍO EN HEC RAS .

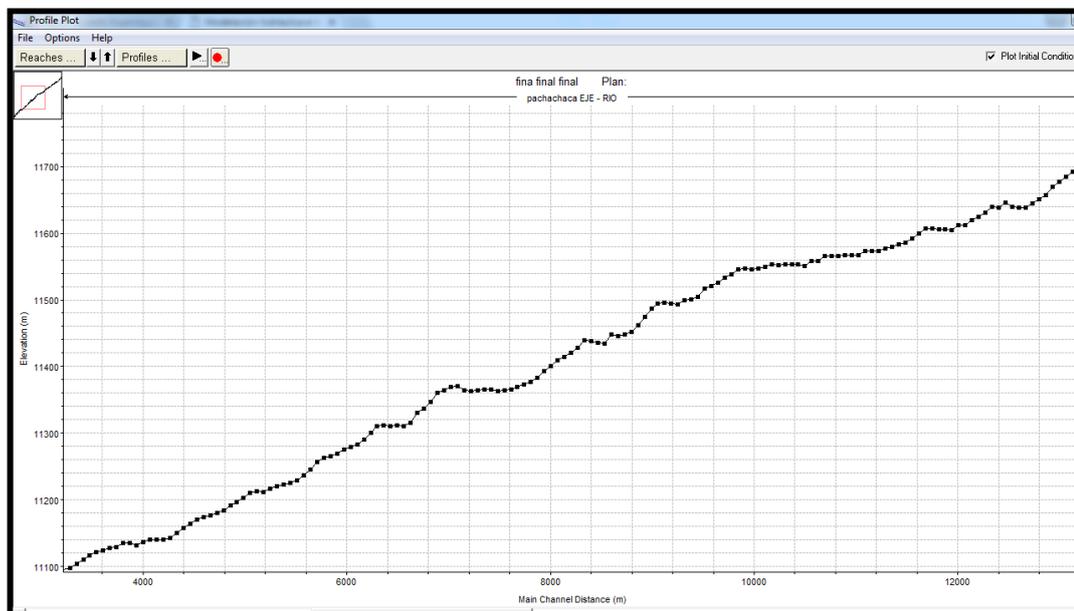
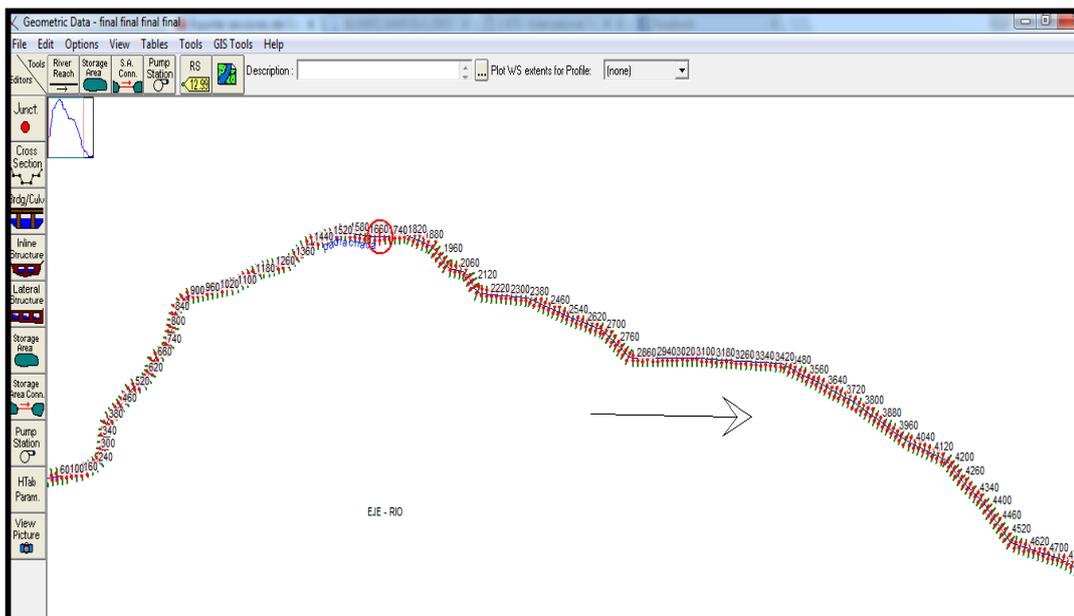
Importamos las secciones del civil 3d al Hec ras, “import geometry data” y seleccionamos el archivo que hemos exportado del civil y seleccionamos el sistema de unidades métricas (SI).

Figura 42. Geometric métricas en Hec ras



Se muestran tramos con pendiente adversa, estos se presentan debido a que para esas secciones el fondo del cauce no coincide con el centro de la sección ni con la profundidad de puntos cercanos.

Figura 43. Perfil del río





Ingresamos el número de Manning 0.03 tanto para el lado izquierdo como el derecho y para el cauce principal hemos puesto 0.029 que corresponde a cauces con vegetación.

Figura 44. Número de Manning

River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3
1 5960	n	0.03	0.029	0.03
2 5940	n	0.03	0.029	0.03
3 5920	n	0.03	0.029	0.03
4 5900	n	0.03	0.029	0.03
5 5880	n	0.03	0.029	0.03
6 5860	n	0.03	0.029	0.03
7 5840	n	0.03	0.029	0.03
8 5820	n	0.03	0.029	0.03
9 5800	n	0.03	0.029	0.03
10 5780	n	0.03	0.029	0.03
11 5760	n	0.03	0.029	0.03
12 5740	n	0.03	0.029	0.03
13 5720	n	0.03	0.029	0.03
14 5700	n	0.03	0.029	0.03
15 5680	n	0.03	0.029	0.03
16 5660	n	0.03	0.029	0.03
17 5640	n	0.03	0.029	0.03
18 5620	n	0.03	0.029	0.03

Ingresamos el caudal para un periodo de retorno de 25 años de 38.6.

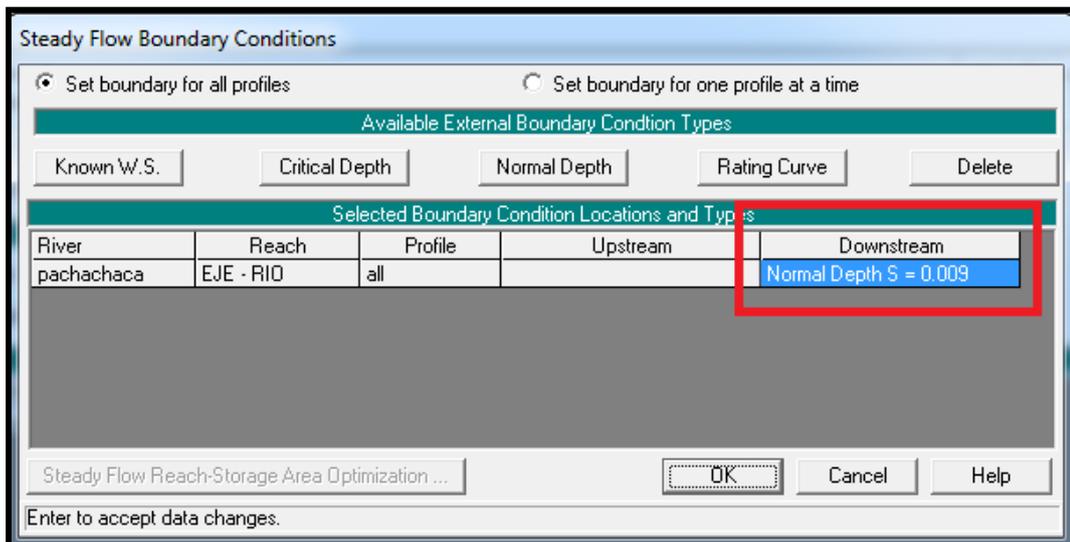
Figura 45. Ingreso del caudal

River	Reach	RS	25 años
1 pachachaca	EJE - RIO	5960	38.6



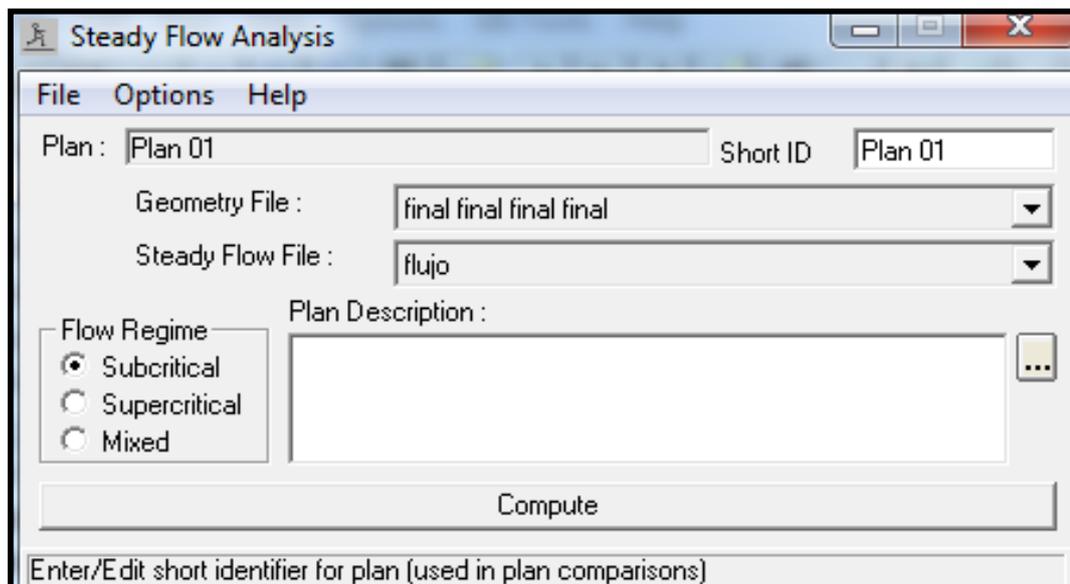
Definimos las condiciones del borde “reach boundary conditions” y en profundidad normal “normal depth” ingresamos la pendiente del río (0.009) aguas abajo.

Figura 46. Condiciones de borde



Finalmente elegimos el tipo de flujo sub crítico de acuerdo al número de Froude (0.95) y procesamos “compute”.

Figura 47. Tipo de flujo





CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. SIMULACIÓN HIDRÁULICA

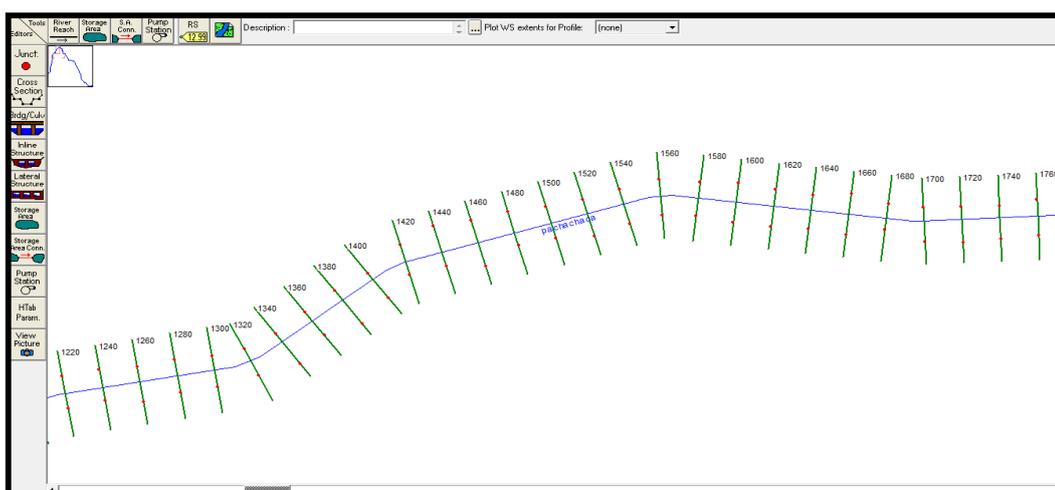
Una vez obtenido el caudal teórico se procede a realizar simulaciones hidráulicas para un periodo de retorno de 25 años.

El programa HEC-RAS presenta los resultados del modelado hidráulico en forma de gráficos y cuadros, en las figuras mostradas a continuación se puede observar la sección transversal representada como una línea continua en color negro, la línea azul corresponde al nivel máximo alcanzado por el agua, la línea verde discontinua representa el nivel de la energía, la línea roja discontinua representa el nivel crítico.

Las secciones transversales fueron referenciadas según su estación, de manera que la sección 0+ 020 corresponde con el último tramo aguas abajo, y la sección ubicada en la estación 5+969 se encuentra casi al inicio de nuestro tramo de estudio del río.

5.1.1. Secciones generadas en el proceso de aguas arriba hacia aguas abajo

Figura 48. Secciones generadas





5.1.2. Vista 3d del modelo, progresiva km 0+ 860.00

Figura 49. Vista 3D del modelo progresivo Km0 + 860.00

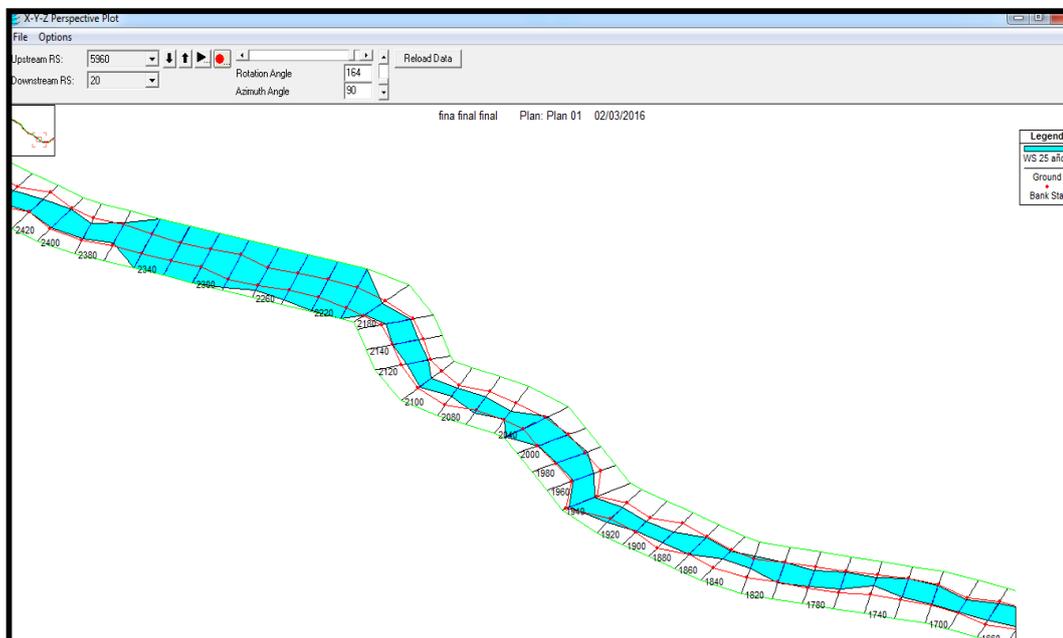


Figura 50. Vista 3D progresiva Km0 + 860.00 - km 1+600.00

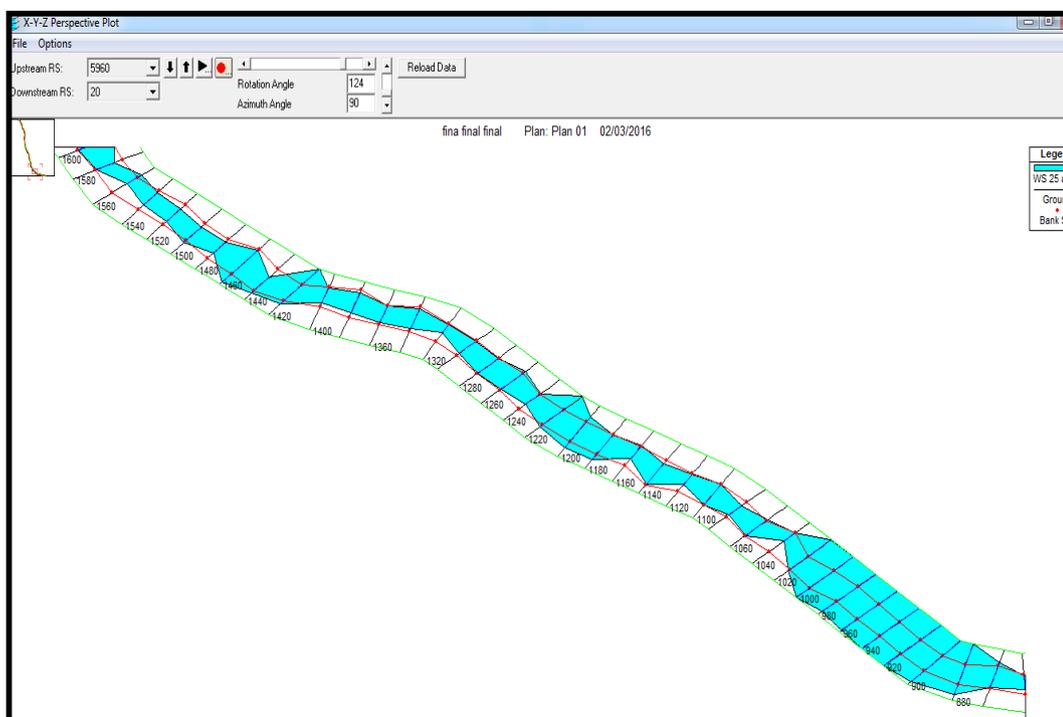


Figura 51. Vista 3 D Progresiva km 1+600.00 - km 2+420.00

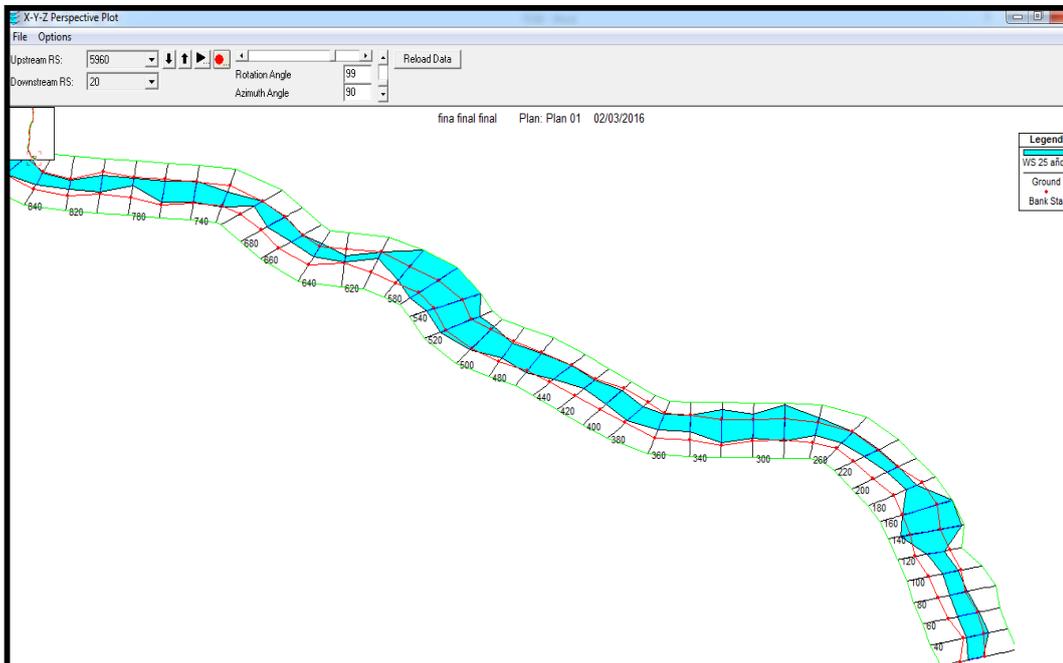


Figura 52. Vista 3D Progresiva km 2+420.00 - km 3+160.00

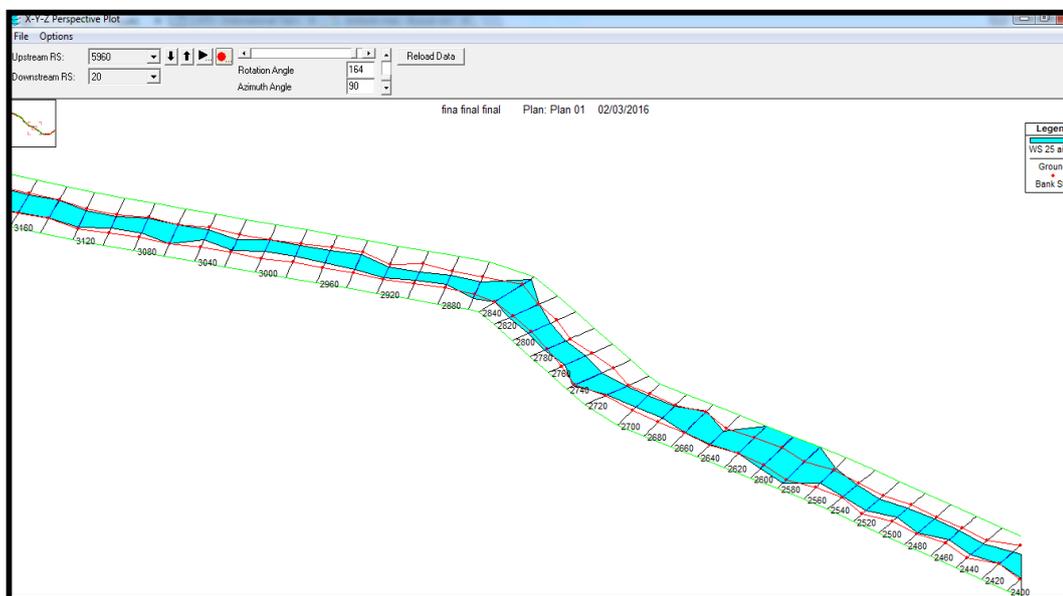




Figura 53. Vista 3D Progresiva km 3+160.00 – km 3+900.00

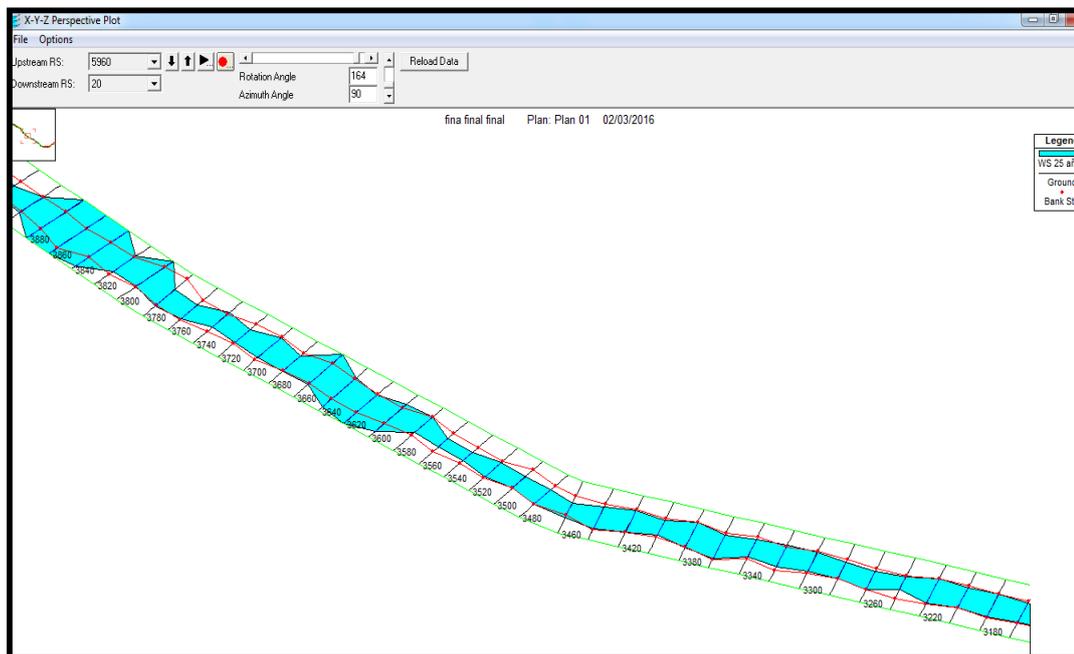


Figura 54. Vista 3D Progresiva km 3+900.00 – km 4+640.00

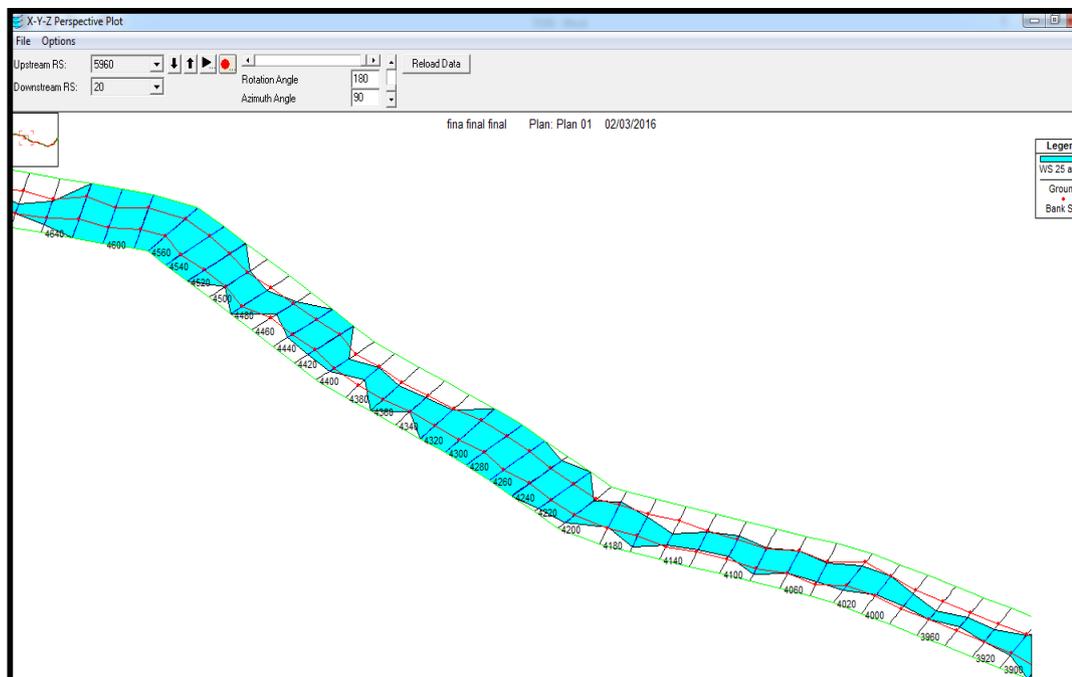
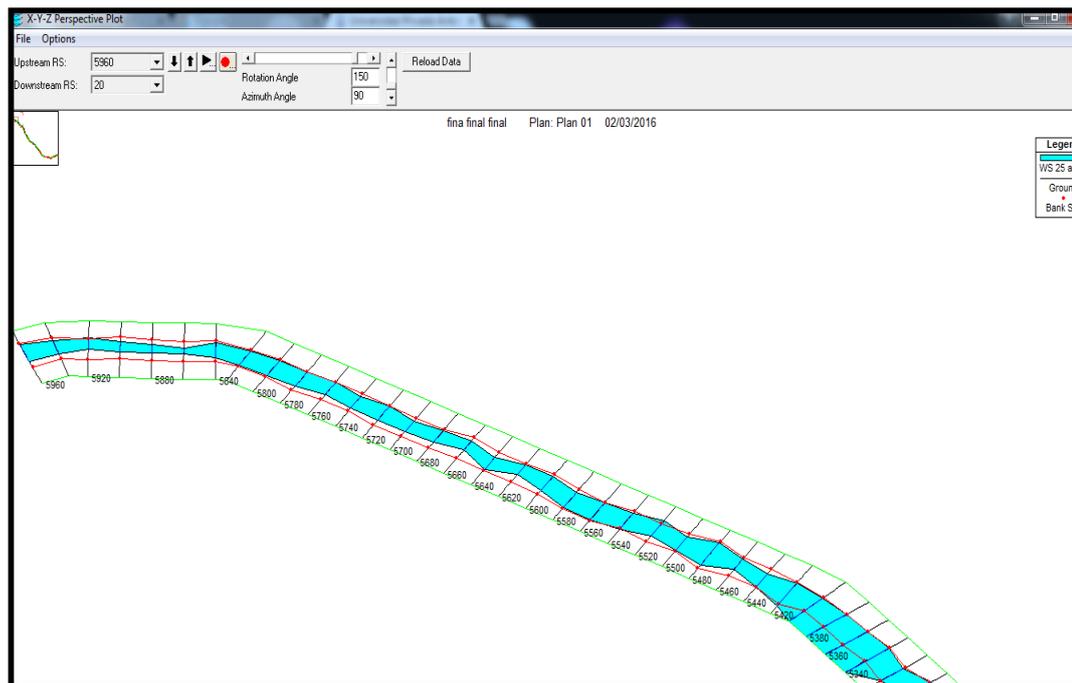
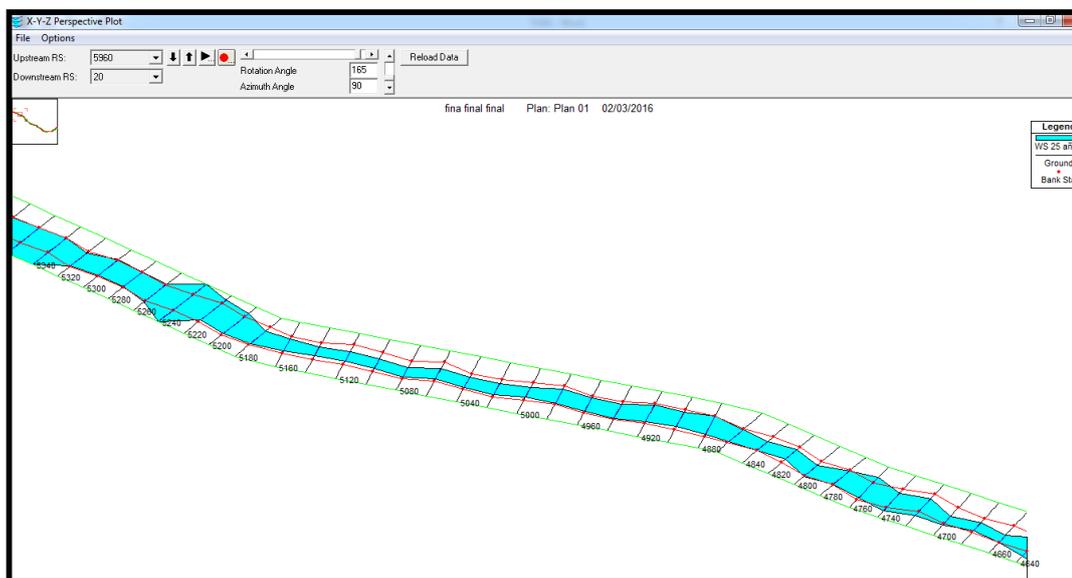




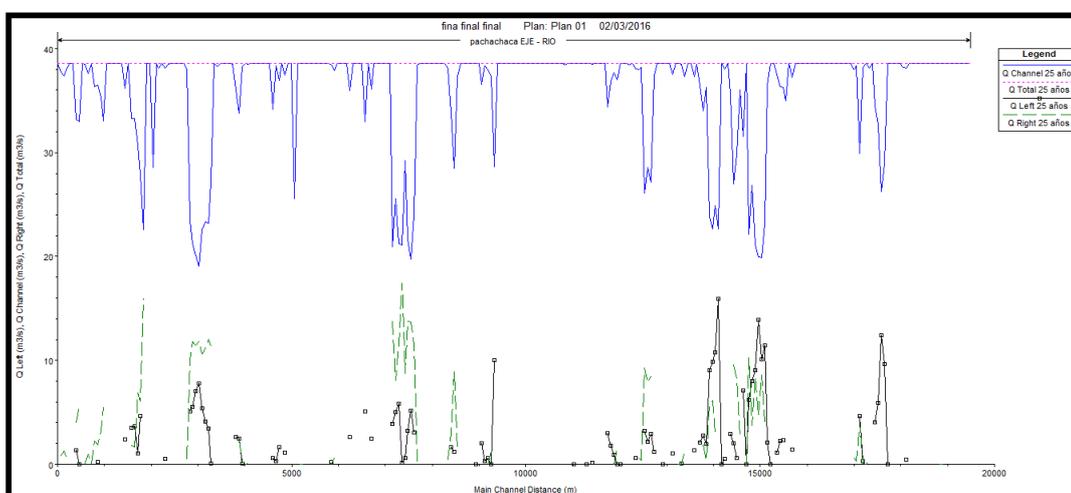
Figura 55. Vista 3D Progresiva km5 +340.00 – km5 + 960.00



5.1.3. Distribución del caudal en los bordes del río

En la figura se presenta de manera resumida la distribución del caudal, en donde se muestra una línea discontinua verde representando el caudal que transita por el banco derecho del río, la línea azul determina el caudal sobre el banco izquierdo del cauce y finalmente la línea negra representa el caudal que fluye por el canal principal.

Figura 56. Distribución del caudal en los bordes



Distribución del caudal utilizado para el cauce principal y las planicies de inundación derecha e izquierda según condiciones para un periodo de retorno de 25 años.

5.1.4. Secciones donde ocurre desbordamiento

Figura 57. Sección 280

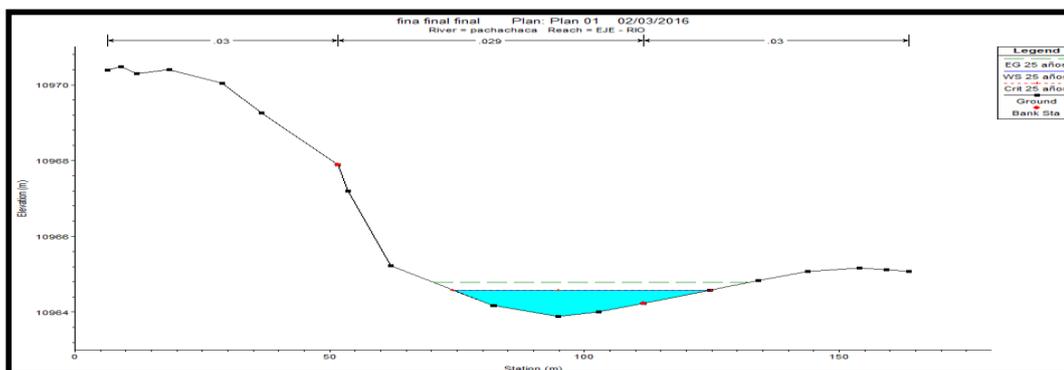




Figura 58. Sección 300

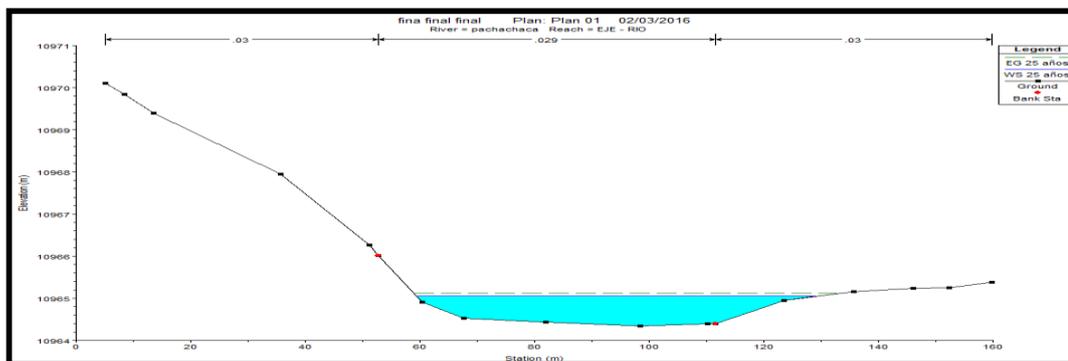


Figura 59. Sección 320

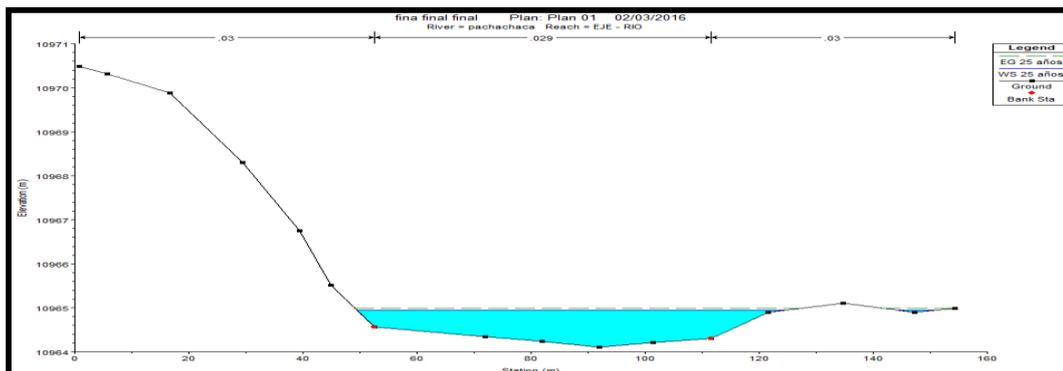


Figura 60. Sección 1020

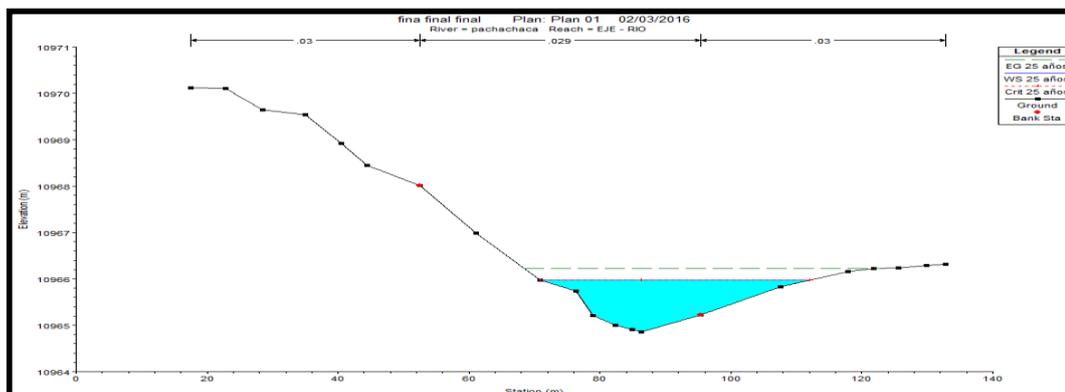




Figura 61. Sección 1040

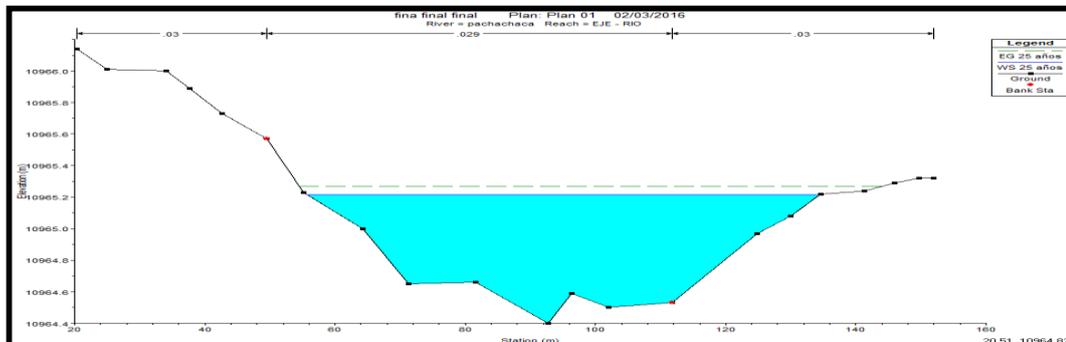


Figura 62. Sección 1060

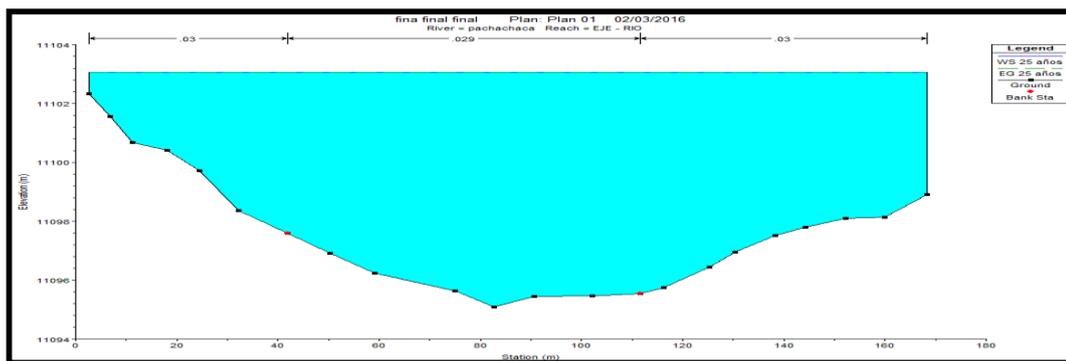


Figura 63. Sección 1110

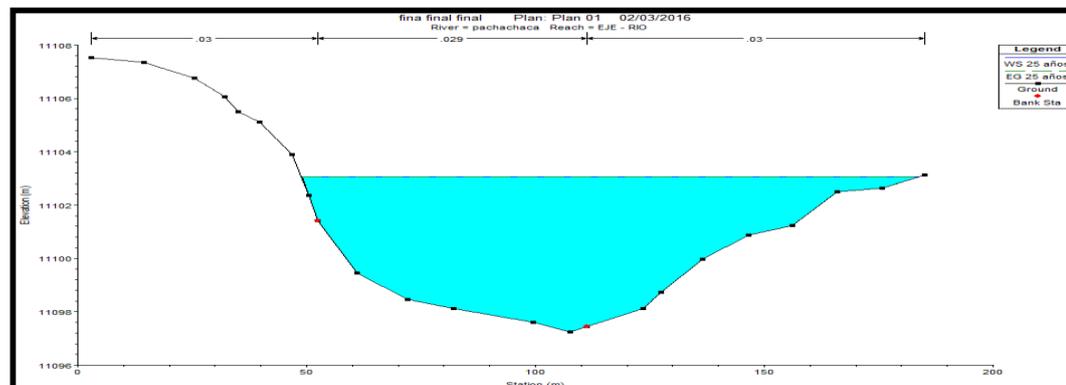




Figura 64. Sección 1120

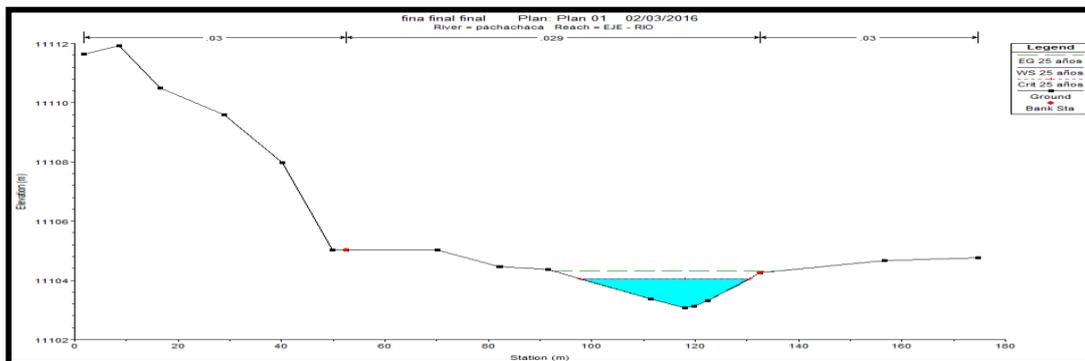


Figura 65. Sección 1140

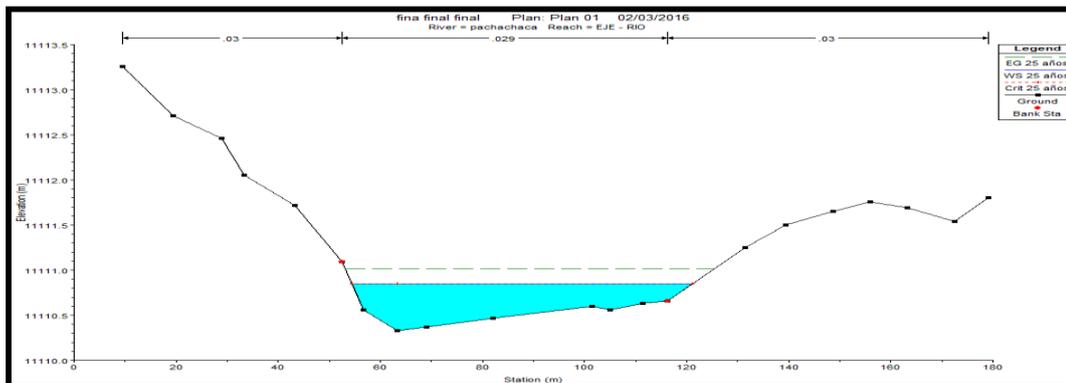


Figura 66. Sección 2560

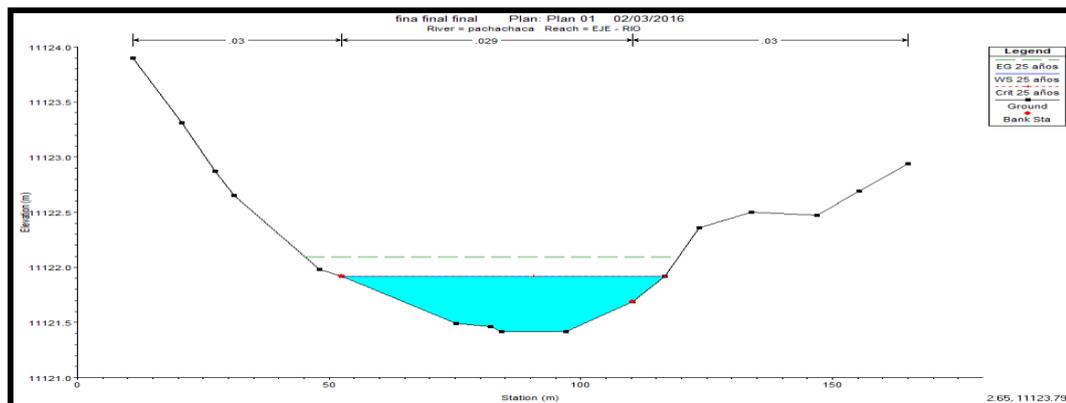




Figura 67. Sección 2580

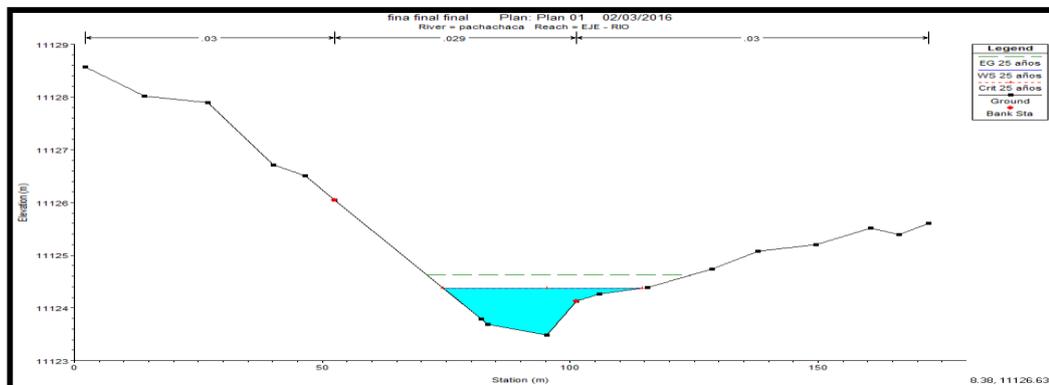


Figura 68. Sección 2600

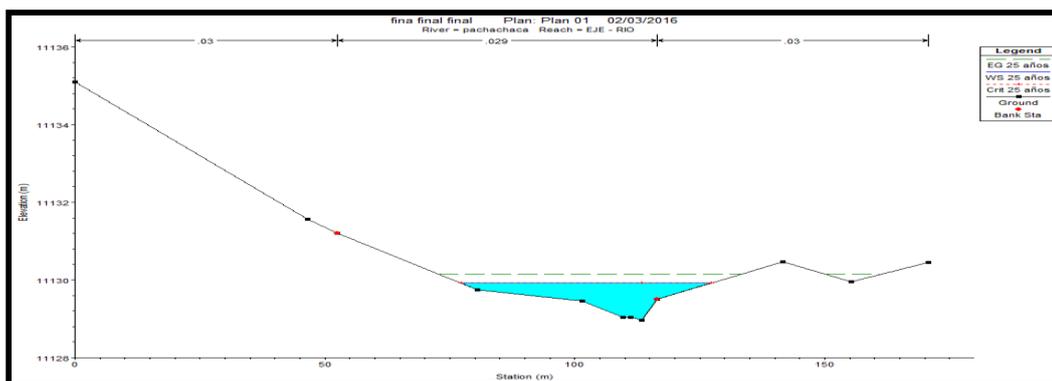


Figura 69. Sección 2600

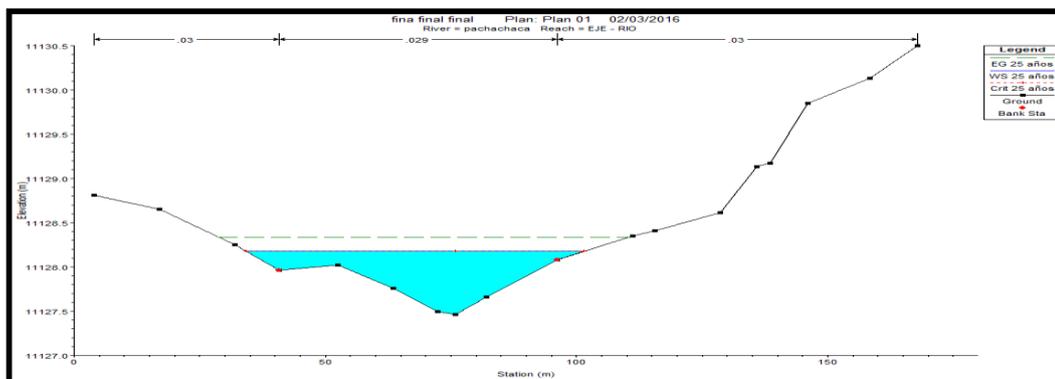




Figura 70. Sección 2620

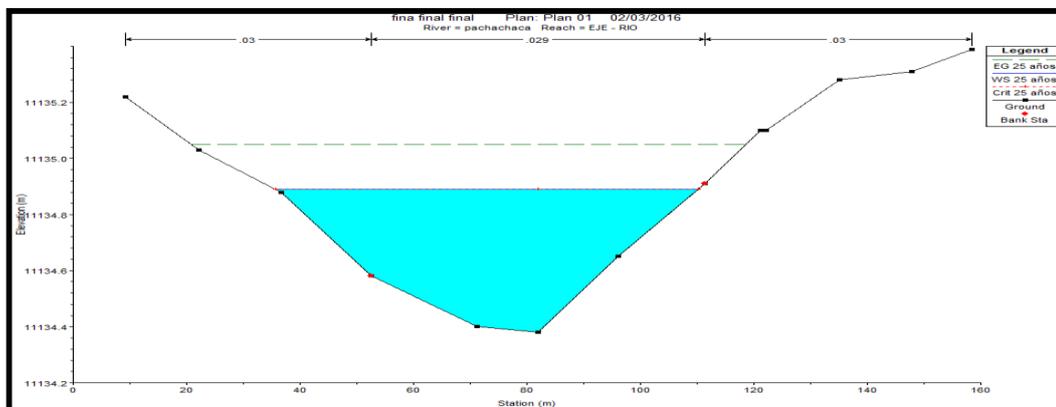


Figura 71. Sección 3680

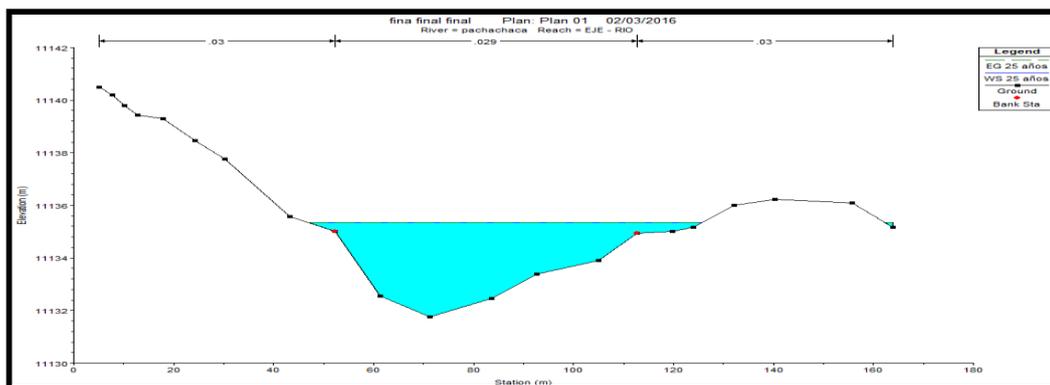


Figura 72. Sección 3700

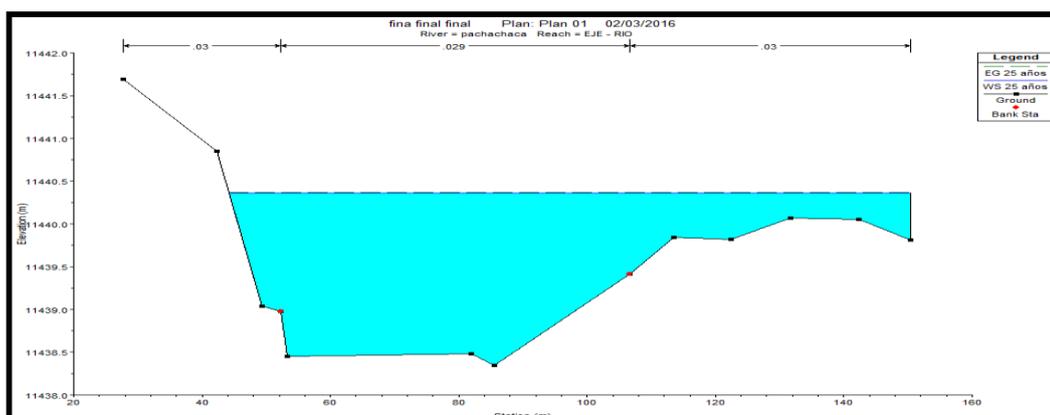




Figura 73. Sección 3720

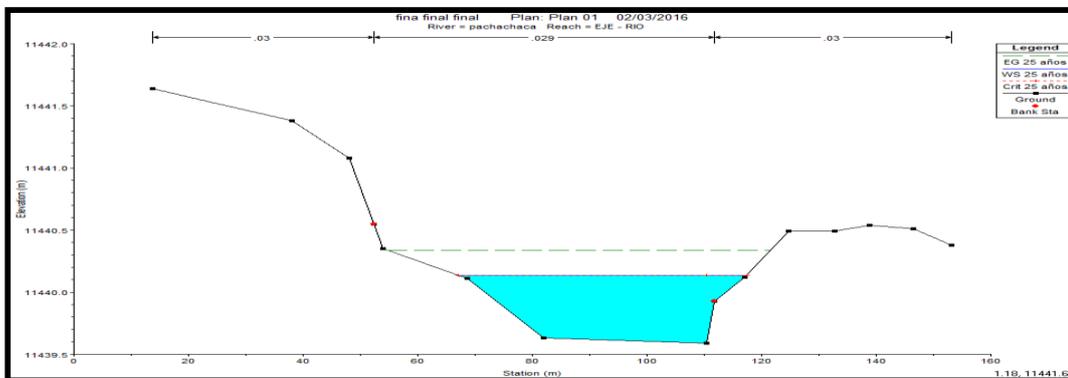


Figura 74. Sección 3740

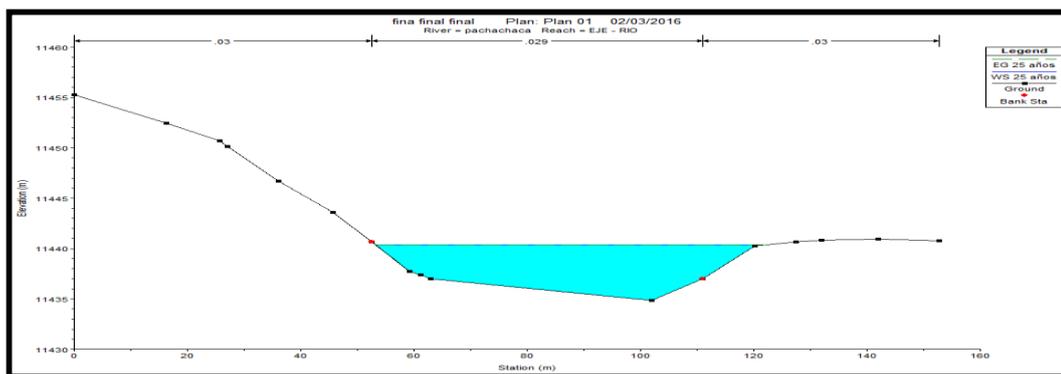


Figura 75. Sección 3760

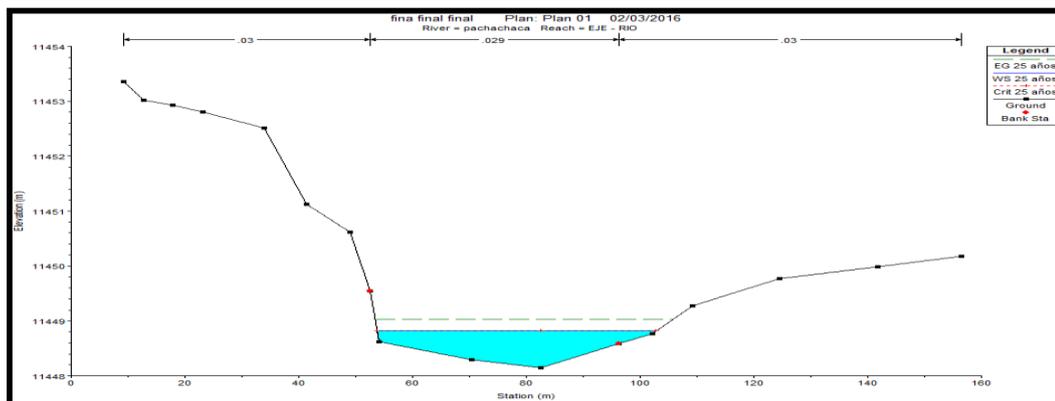




Figura 76. Sección 3780

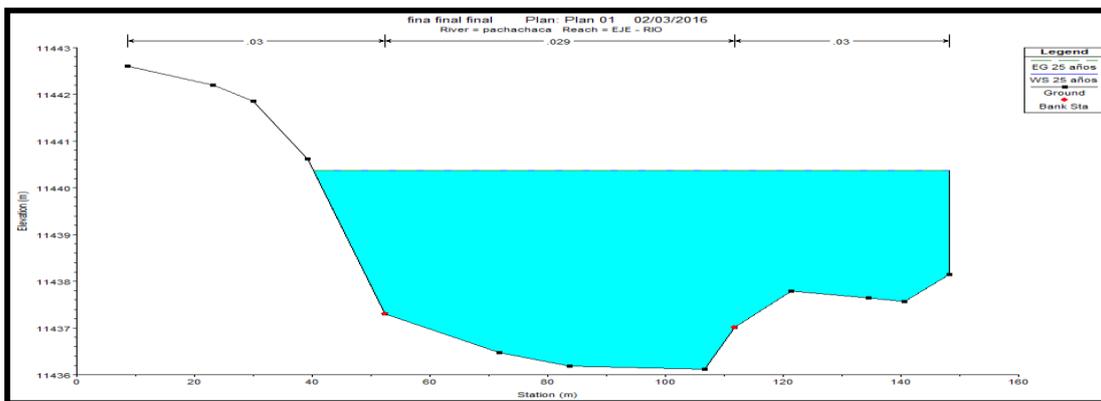


Figura 77. Sección 3820

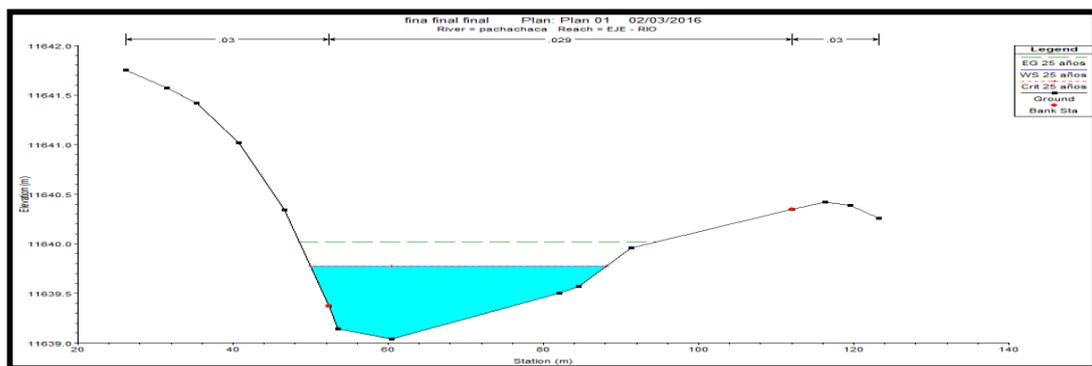


Figura 78. Sección 3840

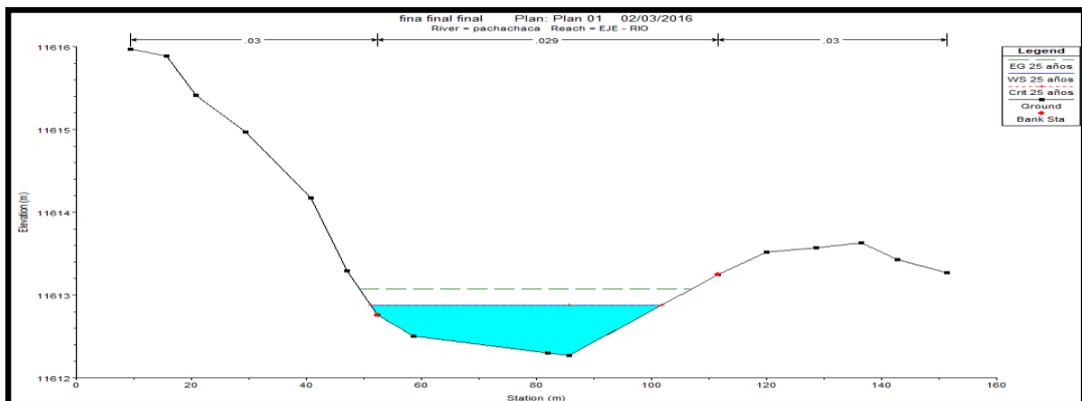




Figura 79. Sección 3760

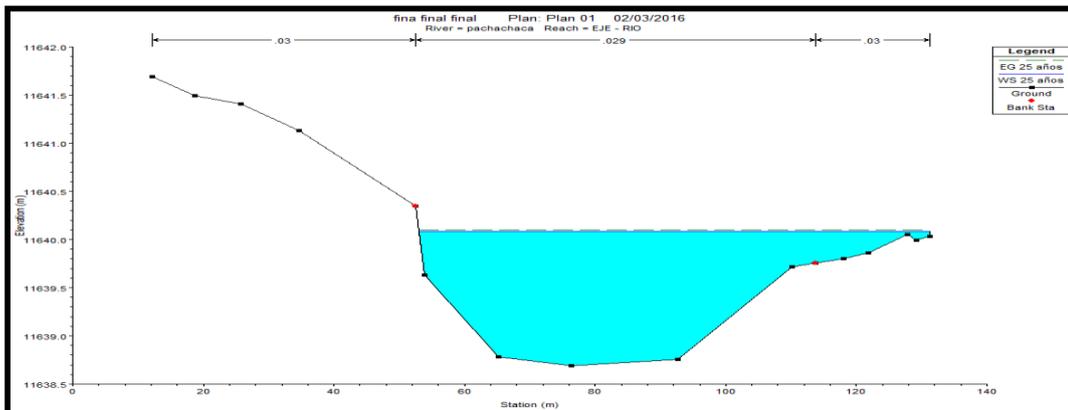


Figura 80. Sección 3880

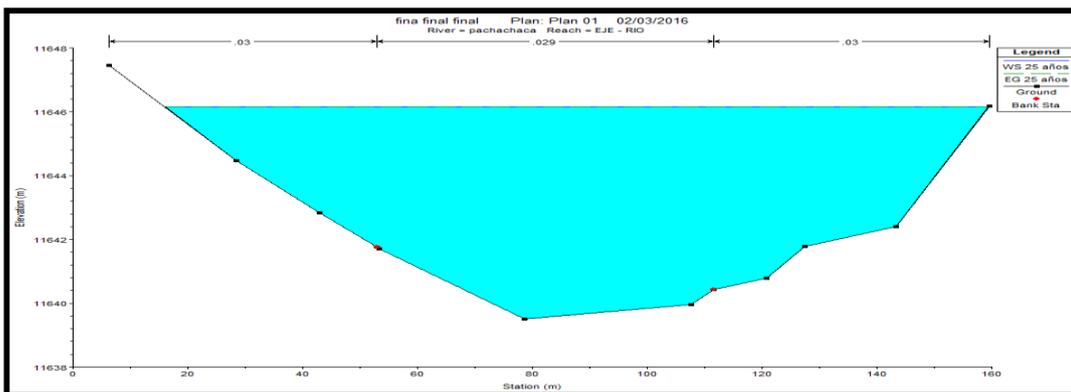


Figura 81. Sección 5240

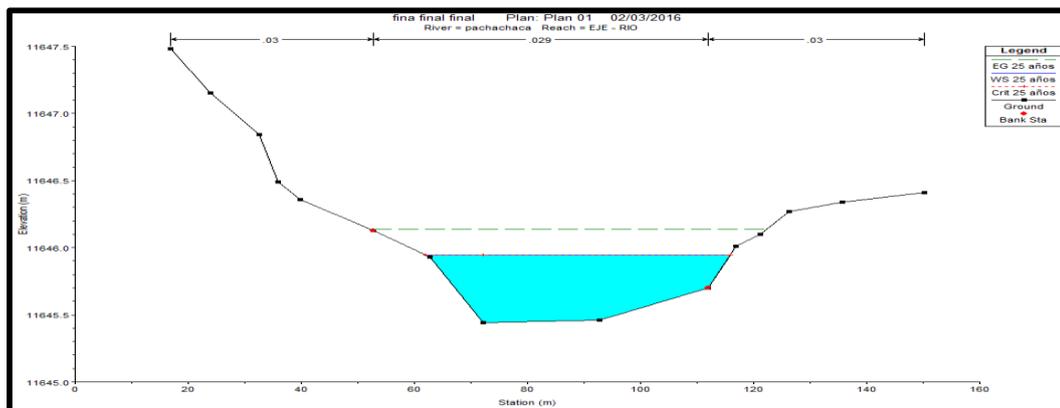




Figura 82. Sección 5260

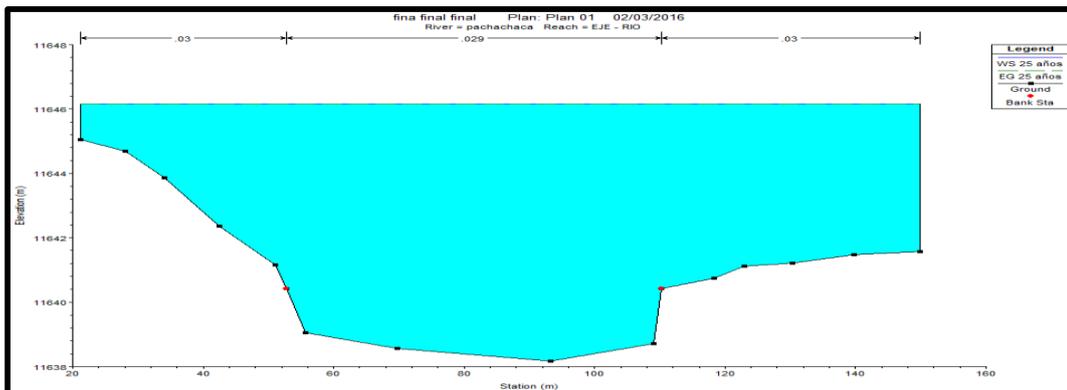


Figura 83. Sección 5280

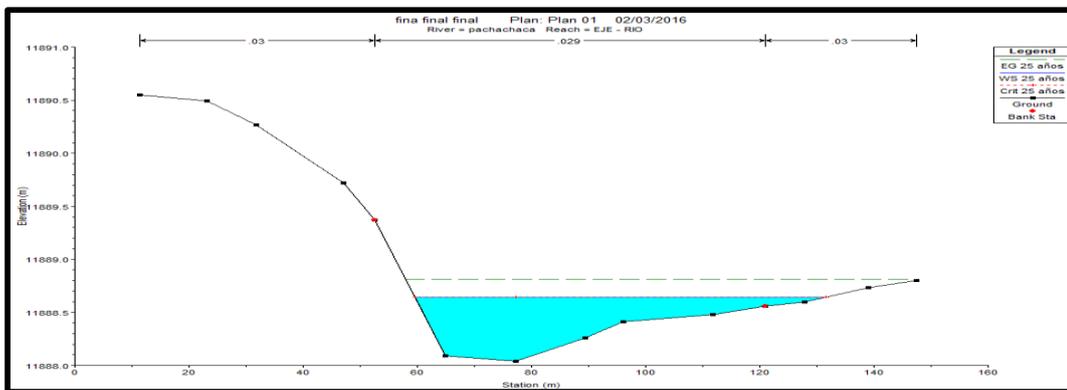


Figura 84. Sección 5300

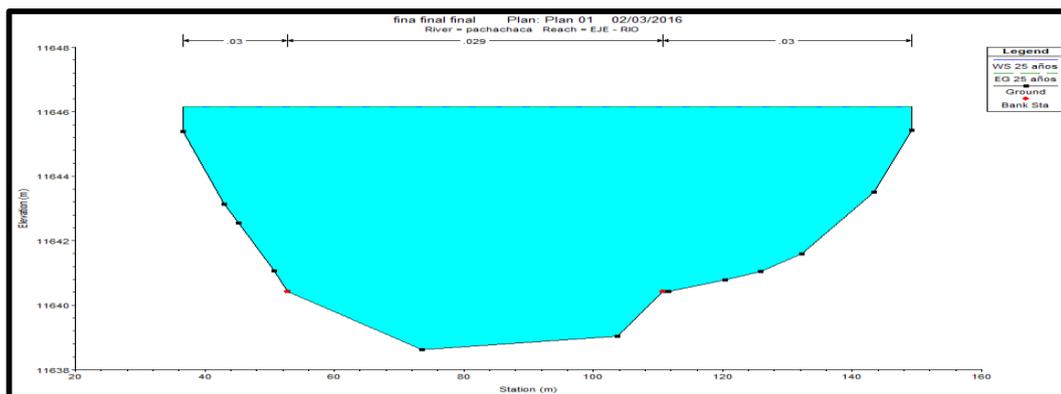




Figura 85. Sección 5320

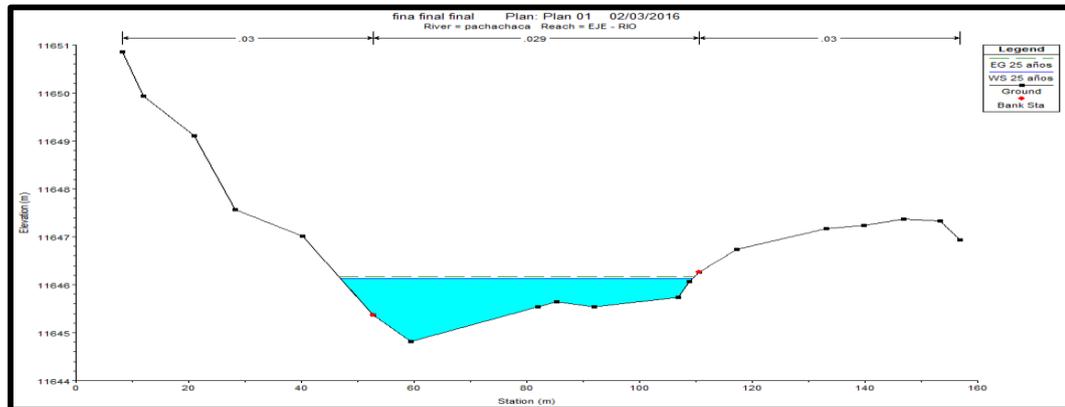


Figura 86. Sección 5340

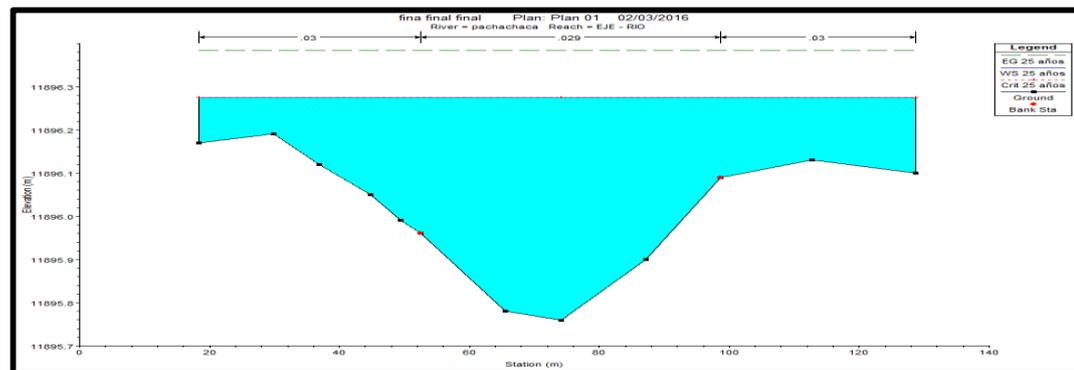


Figura 87. Sección 5360

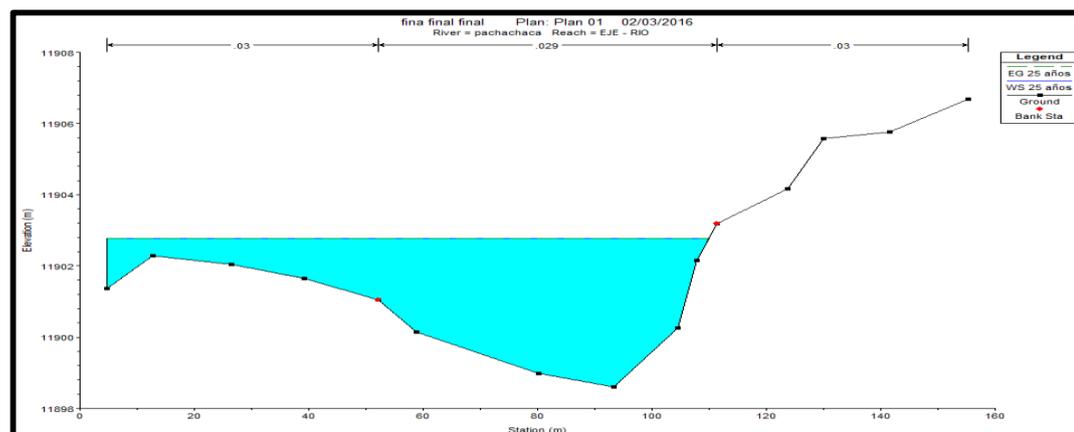




Figura 88. Sección 5380

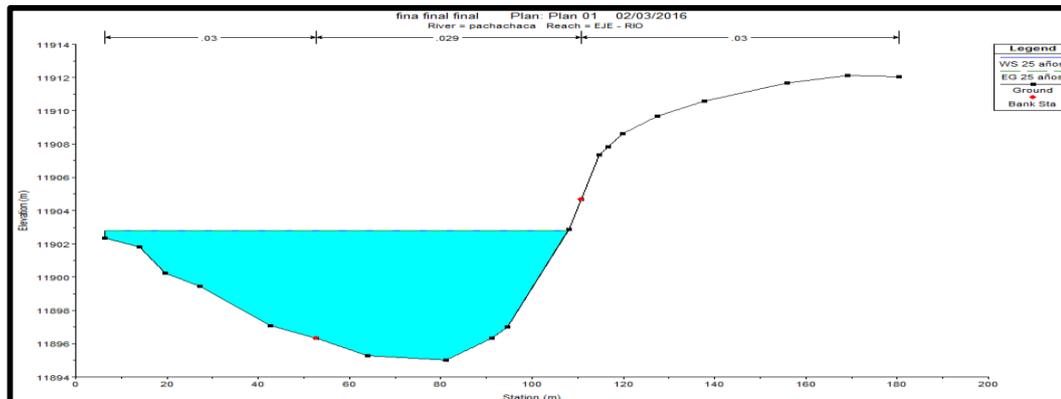
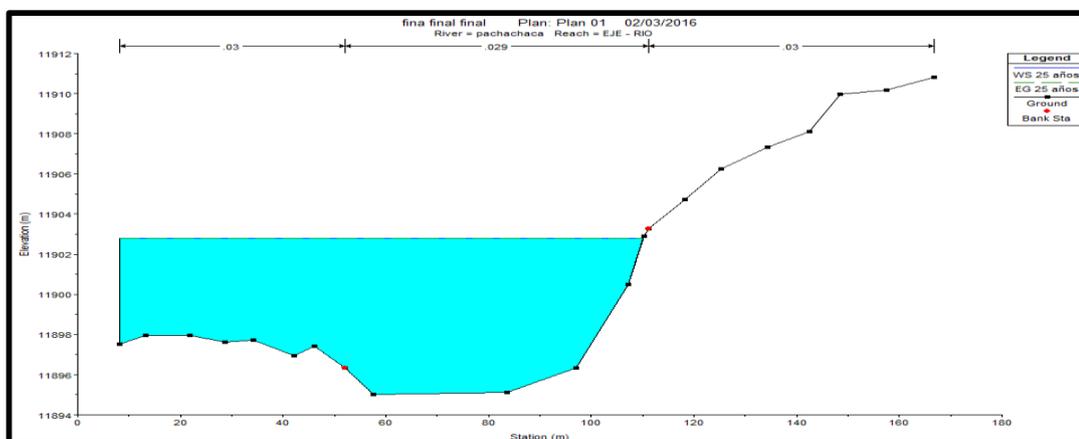


Figura 89. Sección 5400



5.2. UBICACIÓN DE LAS DEFENSAS RIBEREÑAS

Figura 90. Progresiva km0+260.00 – km0+340.00

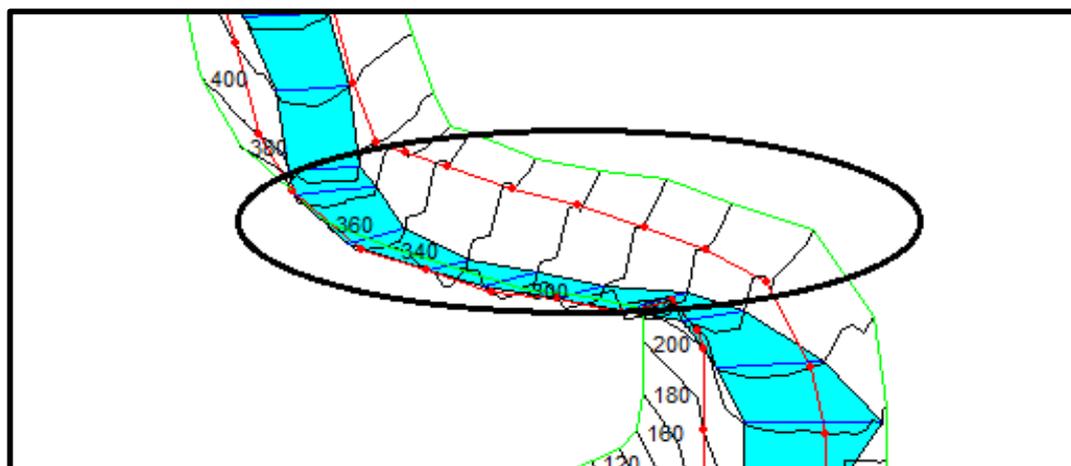


Figura 91. Progresiva km1+00.00 – km1+160.00

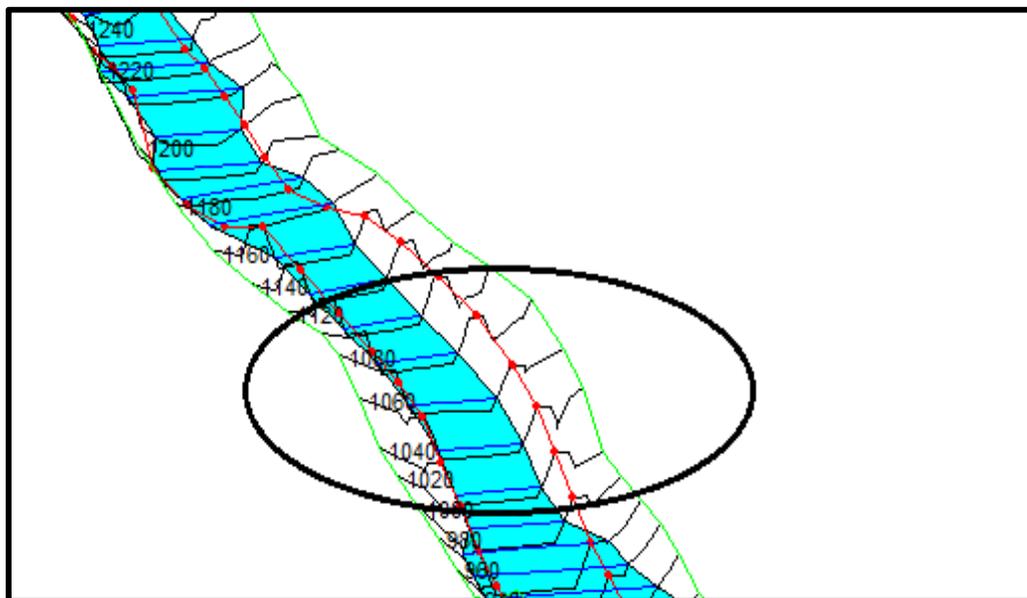


Figura 92. Progresiva km 2+560.00 – km2+640.00

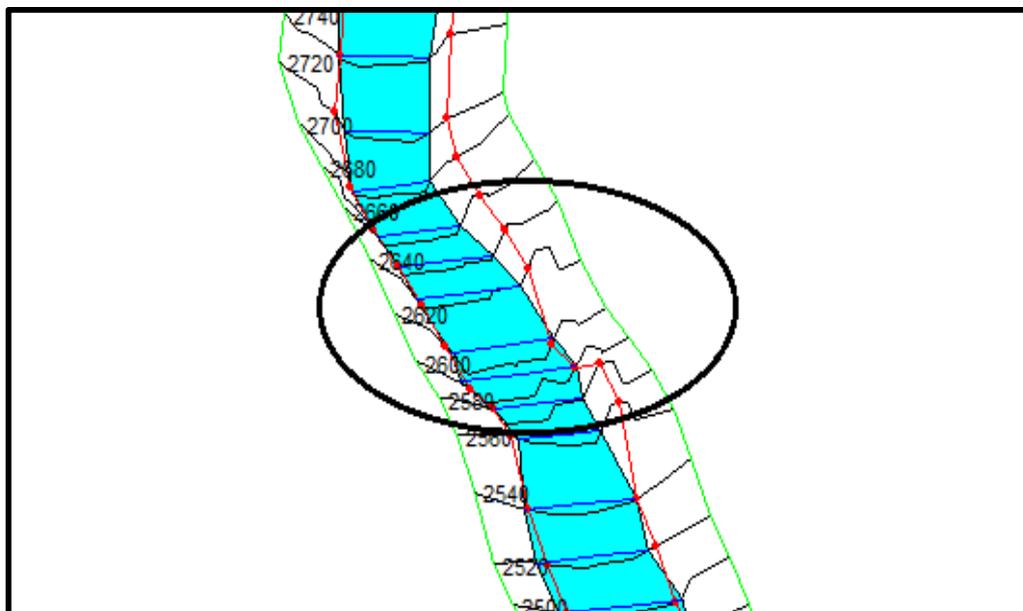


Figura 93. Progresiva km3+680.00 – km3+900.00

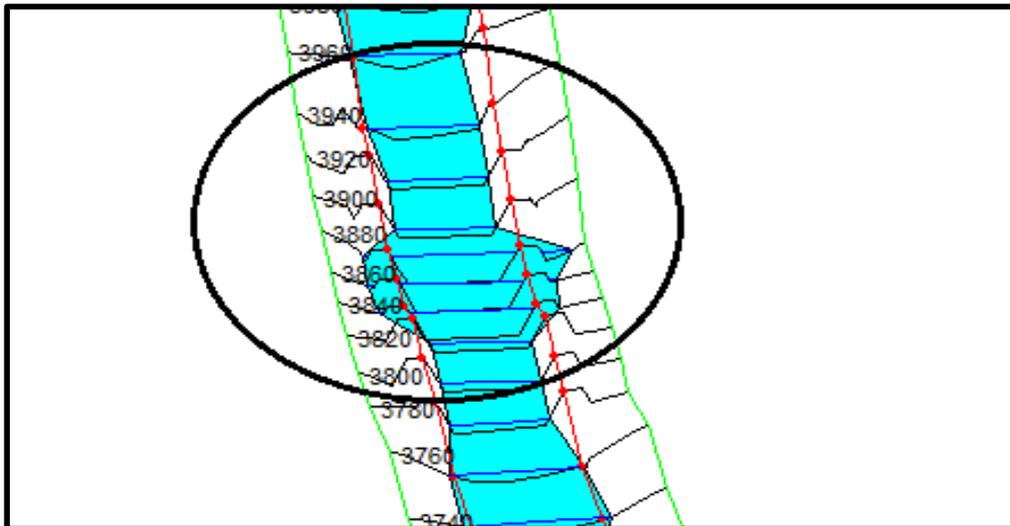
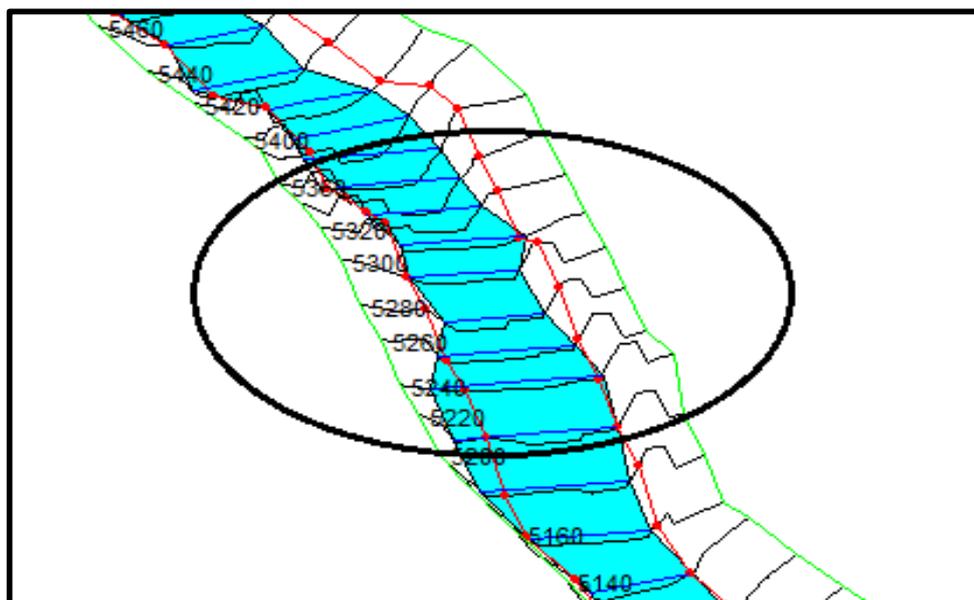


Figura 94. Progresiva km5+220.00 – km5+400.00



5.3. ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO.

Realizando el análisis comparativo del comportamiento hidráulico de los tramos : km0+260.00 - km0+340.00, km1+00.00 - km1+160.00, km0+2560.00 - km2+640.00, km3+680.00 - km3+900.00, km5+220.00 - km5+400.00. se observaron desbordes constantes en periodos de lluvia , pero considerando el modelamiento hidráulico con el diseño de defensas ribereñas se observa que ya no ocurre desbordamiento en los bancos del río Pachachaca..

Figura 95. Comportamiento hidráulico del cauce natural km0+260-km0+340

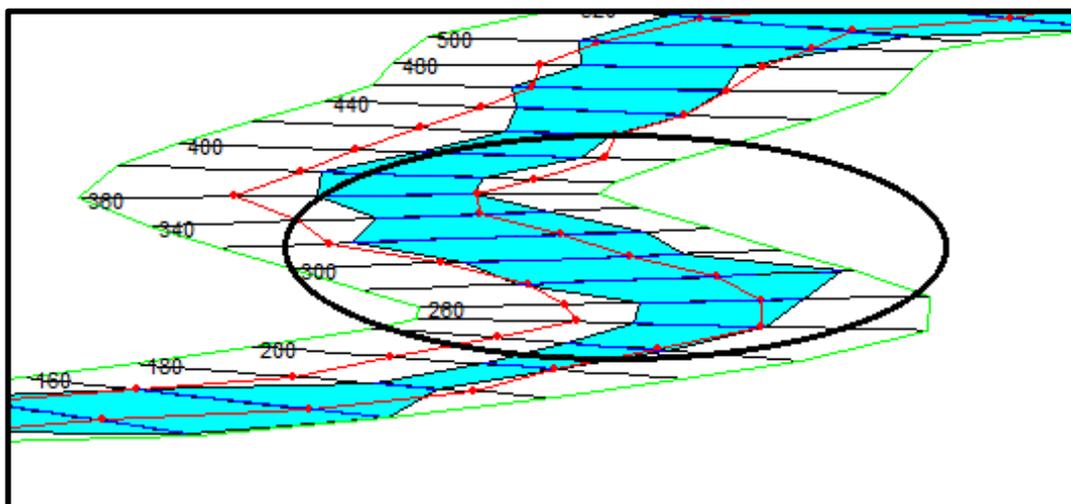


Figura 96. Comportamiento hidráulico con diques km0+260-km0+340

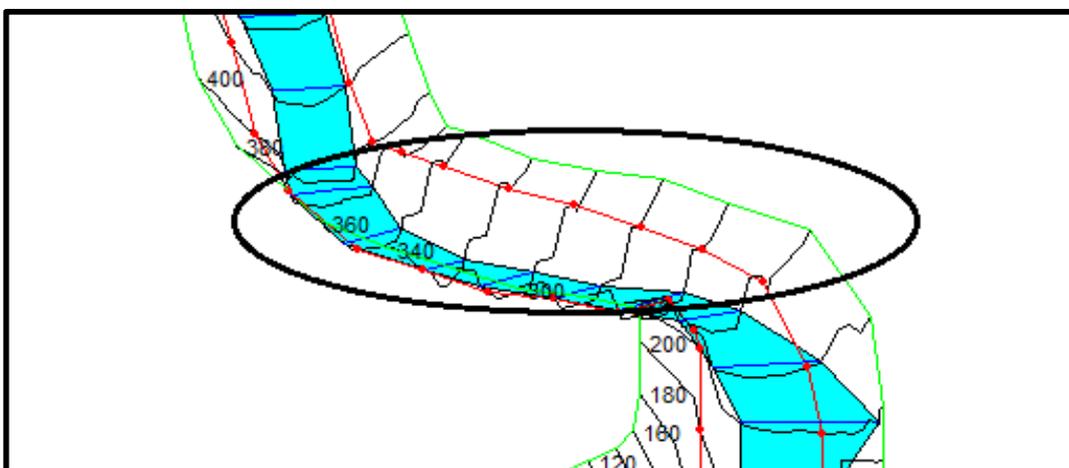


Figura 97. Comportamiento hidráulico cauce natural km1+00-km1+160

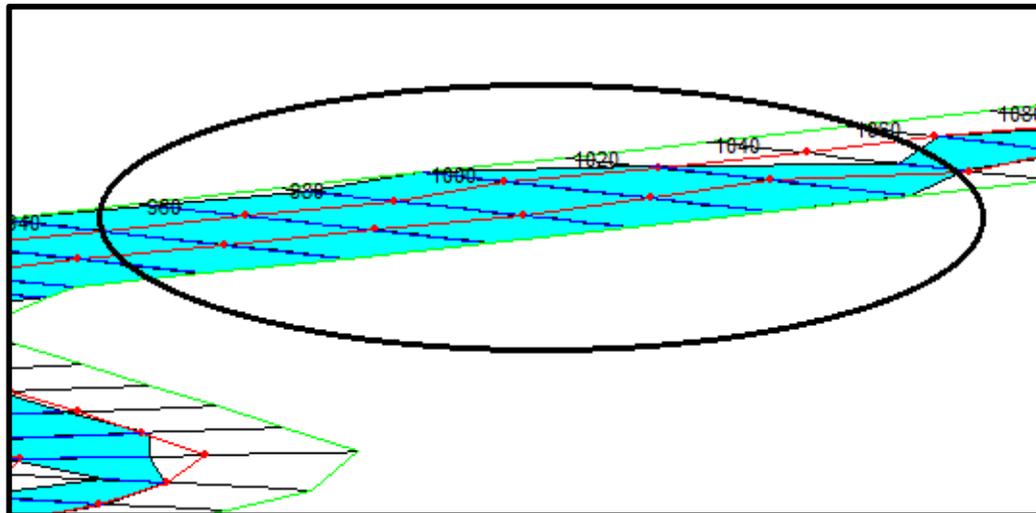


Figura 98. Comportamiento hidráulico con diques km1+00-km1+160

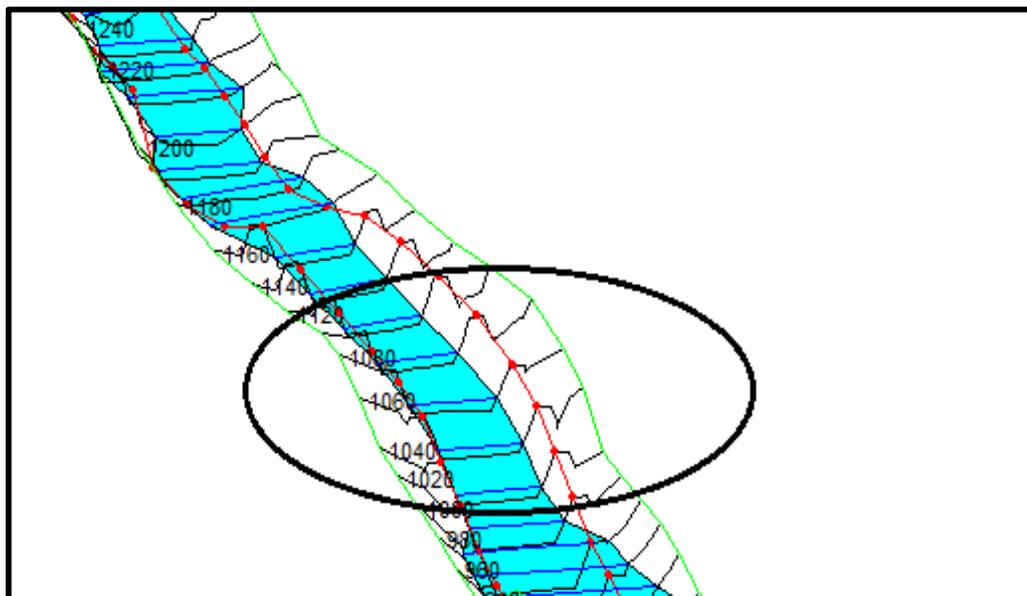


Figura 99. Comportamiento hidráulico cauce natural km2+560-km2+640

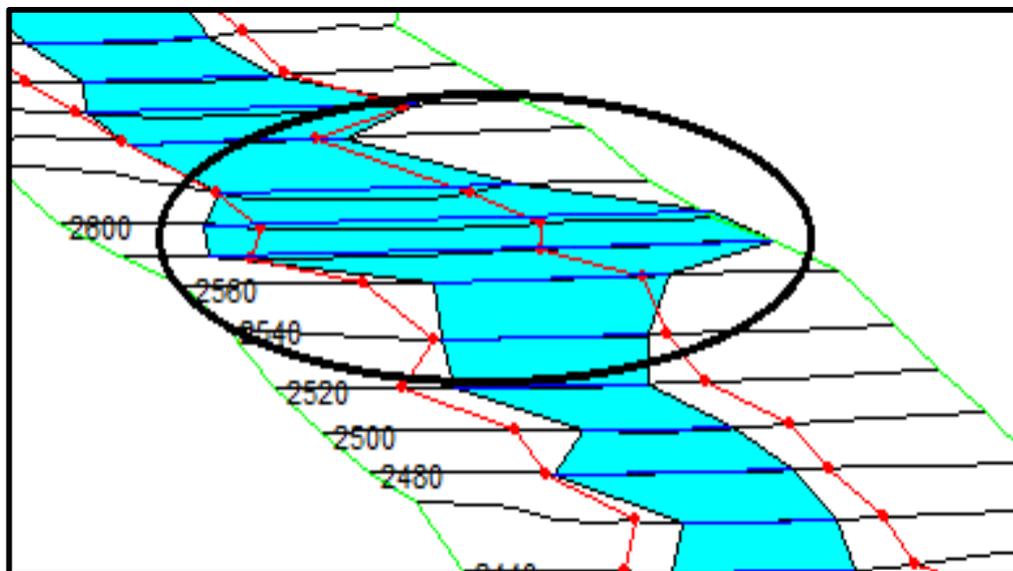
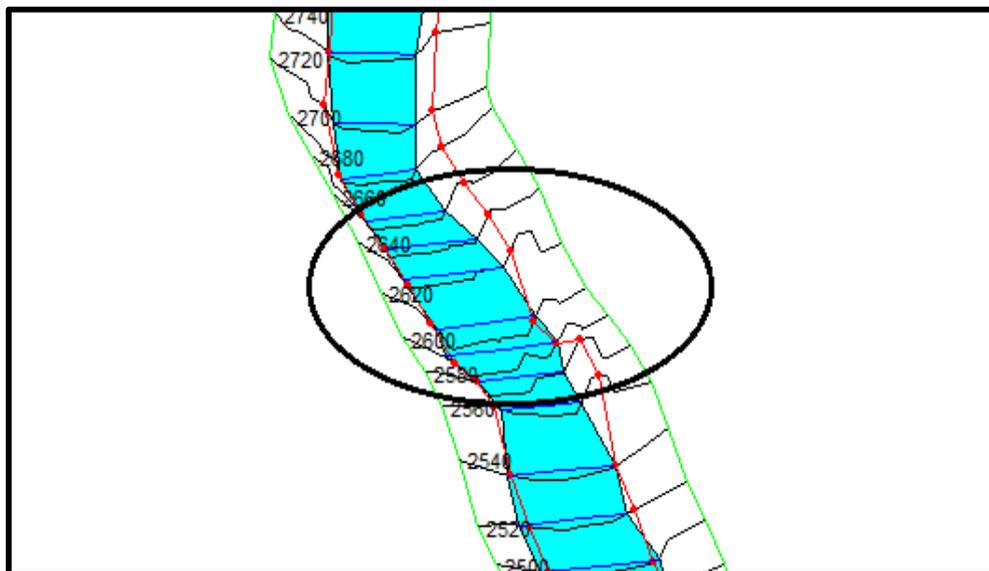


Figura 100. Comportamiento hidráulico con diques km2+560-km2+640





CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES



6.1. CONCLUSIONES

1. Se determinó que la zona de estudio del río Pachachaca es alta zona inundable determinándose aproximadamente 5 kilómetros de zona crítica, siendo los sectores de inundación :
km0+260.00 - km0+340.00, km1+00.00 - km1+160.00, km0+2560.00 – km2+640.00, km3+680.00 – km3+900.00, km5+220.00 – km5+400.00.
2. Se realizó el levantamiento topográfico realizado en un tramo de la cuenca del río Pachachaca, determino la capacidad del cauce para transportar el caudal determinado en aproximadamente 5 kilómetros .
3. Se determinó el caudal por el método racional que nos dio como resultado 38.60 m³ /s y aplicando experimentalmente el método del flotador obtuvimos un caudal de 29.6 m³ /s, siendo el caudal de diseño 38.60 m³ /s.
4. Se ha realizado la simulación hidráulica aplicando el programa Hec Ras en el cual se han determinado zonas críticas de inundación en 5 tramos como se indican en los planos.
5. Se pudo establecer el comportamiento hidrológico para un caso de precipitación con periodo de retorno de 25 años.
6. Se planteó y se diseñó defensas ribereñas en las zonas críticas.



6.2. RECOMENDACIONES

- Hec ras no simula el transporte de sedimentos ni los cambios en las secciones transversales debido a la socavación, por lo que se recomienda una revisión de la velocidad máxima permisible del agua con el fin de determinar la susceptibilidad ante periodos largos .
- Se recomienda implementar un programa de limpieza del cauce que prevenga la aparición de obstrucciones en el cauce principal.
- Se recomienda abordar el tema de riesgo a inundación mediante un plan regulador ya que facultaría a esta zona de una herramienta de análisis integral que establece un orden para el crecimiento de los diferentes proyectos que puedan aparecer en el tiempo.
- Se recomienda un estudio topográfico más detallado para la realización del proyecto.
- Se recomienda ampliar el estudio de mecánica de suelos para hacer un diseño mas riguroso , haciendo mas calicatas en los 5 kilómetros de estudio en el centro y bordes del rio.



CAPÍTULO VII

REFERENCIAS

BIBLIOGRÁFICAS



7.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EGAS, L. 1993. Simulación de Áreas de Inundación con el Hec2 en el Río Rímac-Perú. Tesis para el Título de Ingeniero Agrícola, Universidad Nacional Agraria-La Molina. Lima – Perú.

ESRI. 1996. ArcView Gis, The Geographic Information System for Everyone. Para utilizar el ArcView GIS Redlands, CA USA.

ESTEBAN, C.1999. Predicción de áreas Inundables Mediante la Aplicación del Software Hec-Ras 2.1 en un sector del Río Lurín. Tesis para el Título de Ingeniero Agrícola, Universidad Nacional Agraria-La Molina. Lima- Perú.

HAZARDS U. 2005. Prevención y Mitigación de Desastres por Terremotos, Vientos e Inundaciones en Estados Unidos. Agencia Federal para el Manejo de Emergencias de los Estados Unidos. HAZUS-MH. EE.UU.

HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER, 1997. HEC – RAS, Sistema de Análisis de Ríos, Hydraulic Referente Manual, U.S. Army Corps of Engineers; Davis. CA. USA. 1997.

IMEFEN (Instituto para la Mitigación de los efectos del Fenómeno del Niño) 2004. Curso Taller: Modelación Hidráulica de Ríos y Canales, Puentes y Alcantarillas con Hec-Ras. CISMID-UNI-Lima.



CAPÍTULO VIII ANEXOS

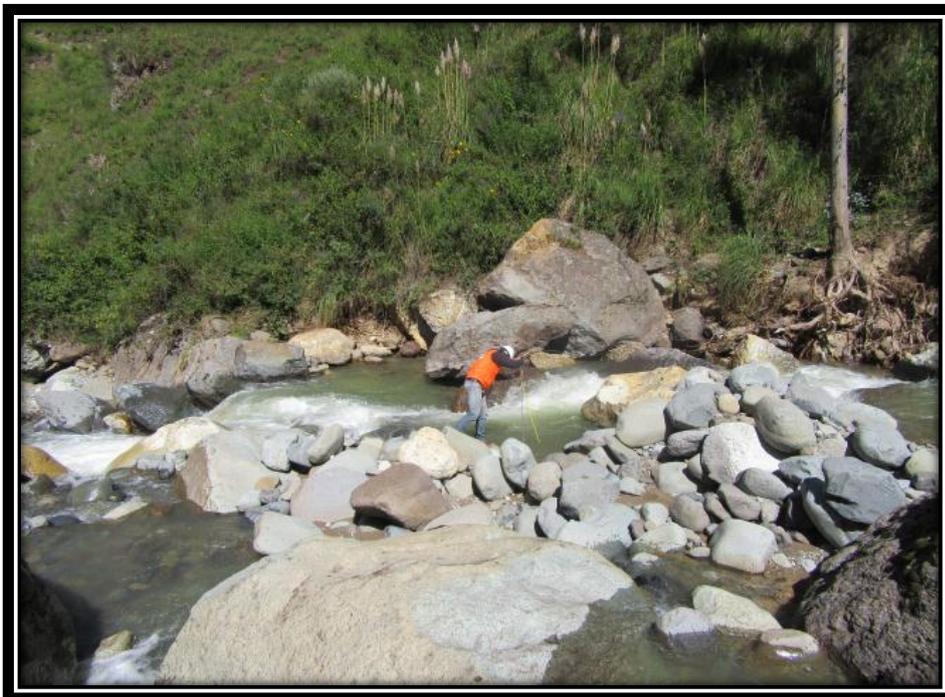


8.1. PANEL FOTOGRÁFICO

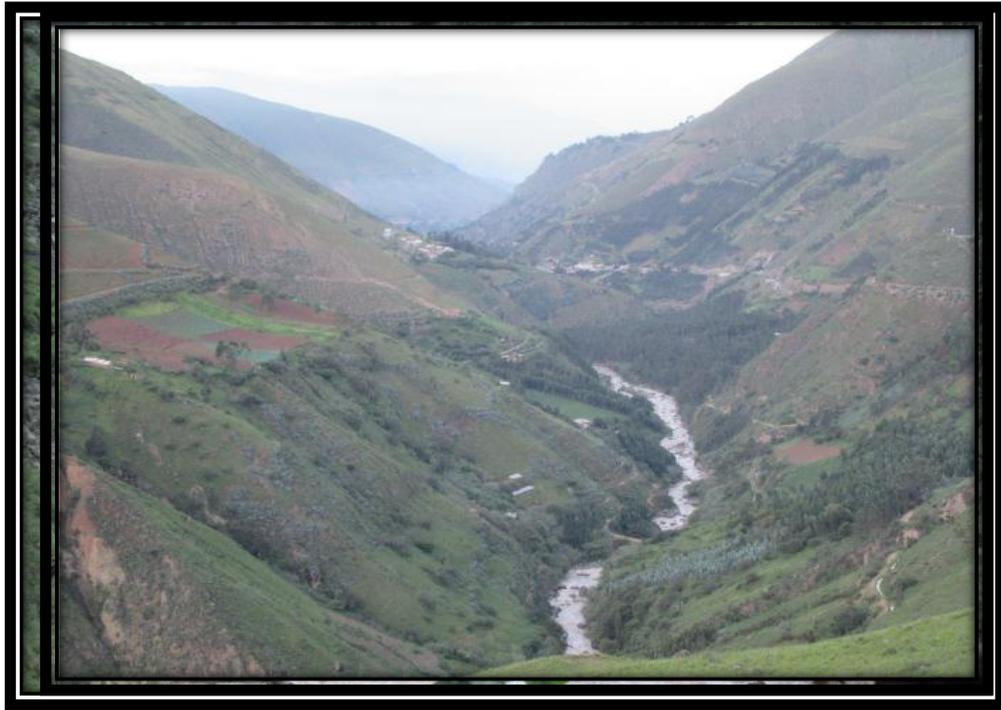




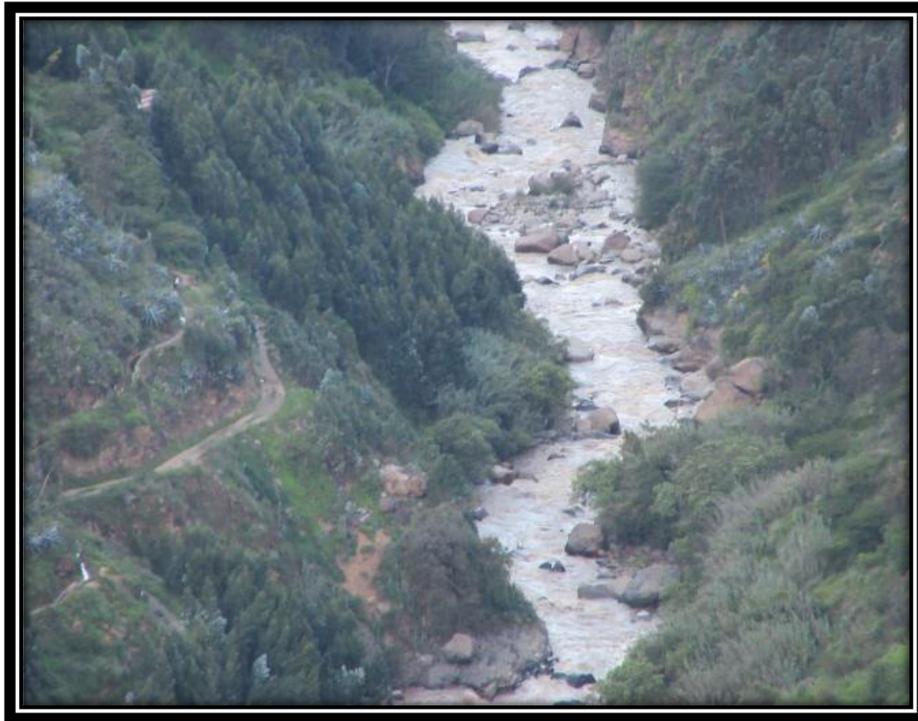




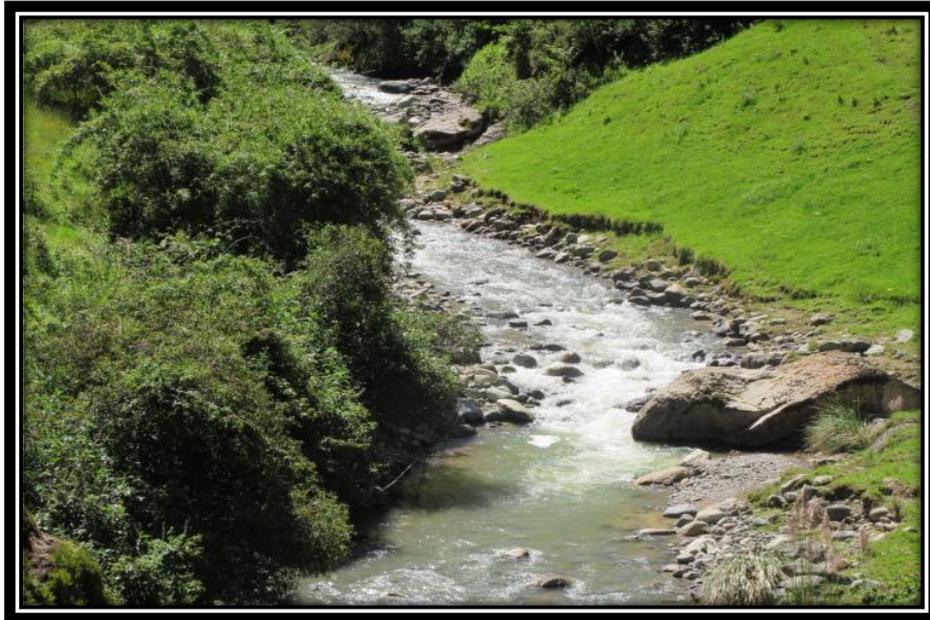


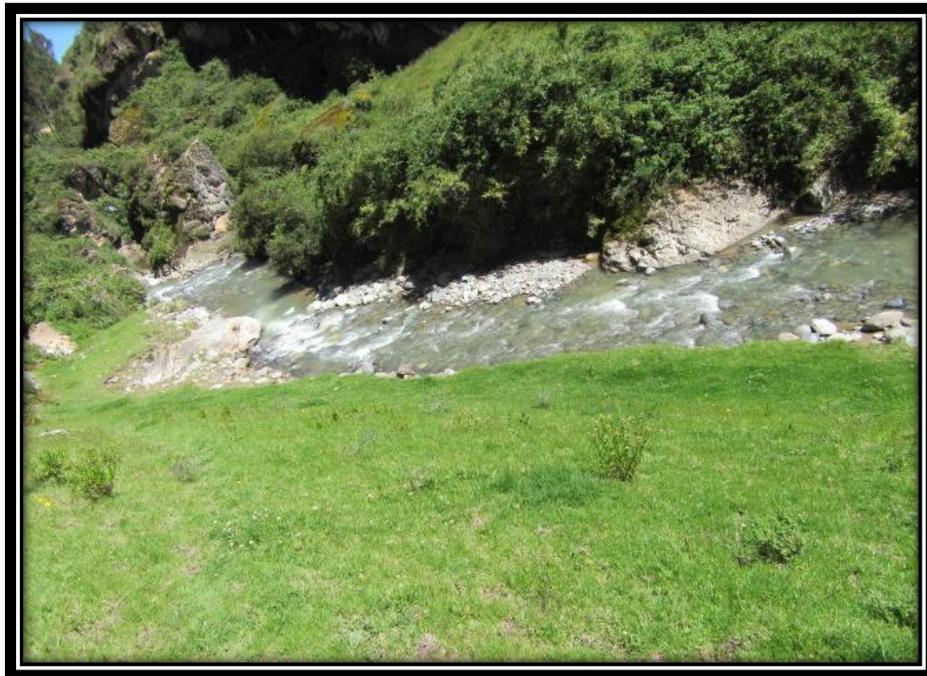










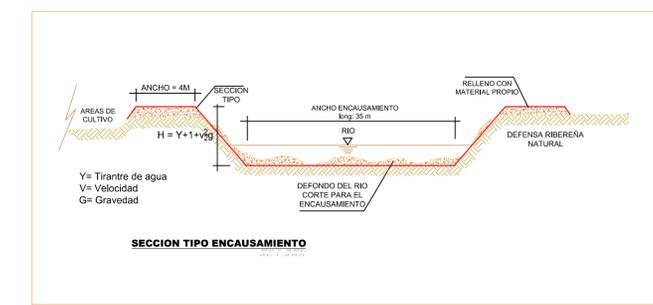
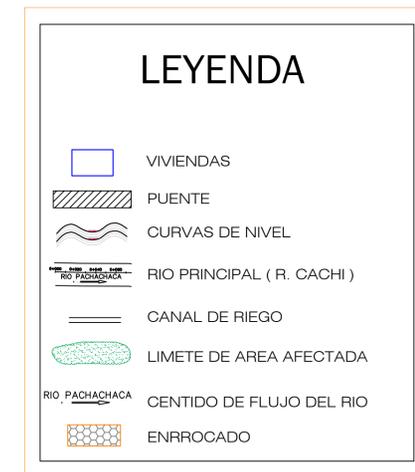
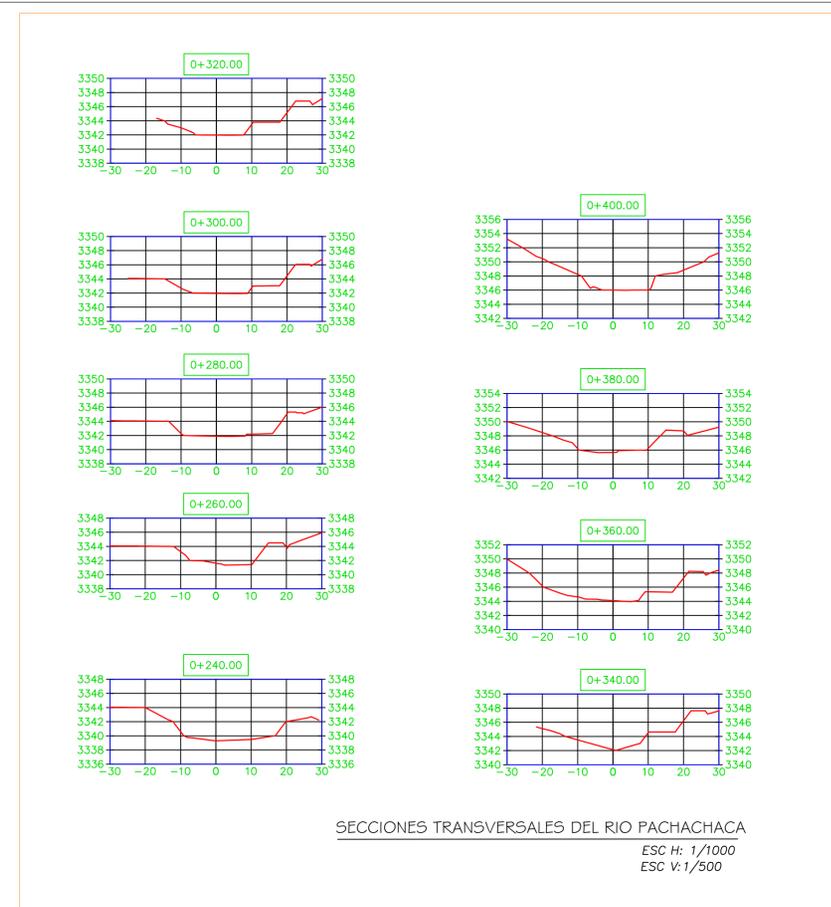
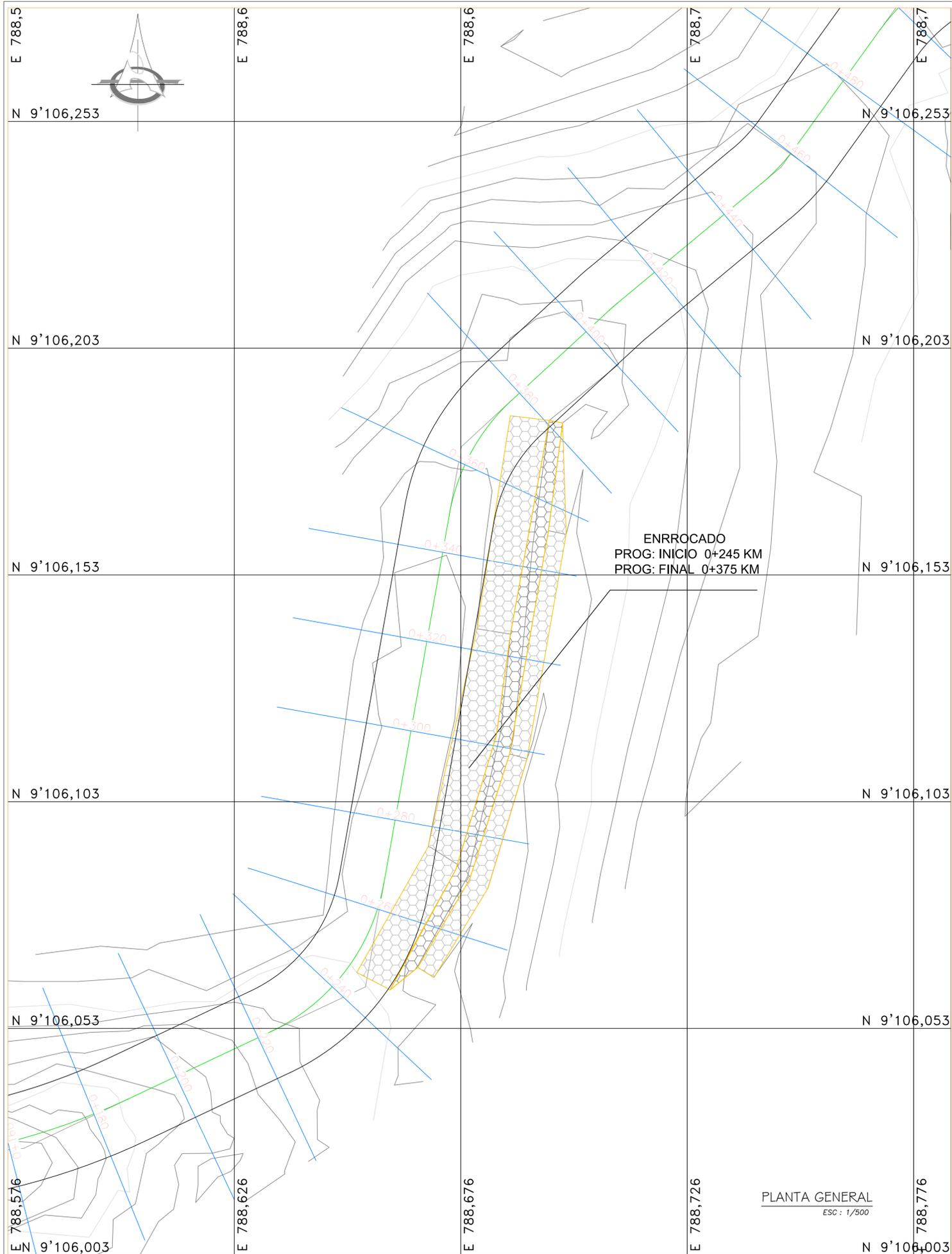








PLANOS



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:
ANALISIS COMPARATIVO DEL
COMPORTAMIENTO HIDRAULICO
DE UN TRAMO DEL CAUCE DEL RÍO
PACHACHACA APLICANDO EL
HEC-RAS PARA EL DISEÑO DE
DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL
DISTRITO DE CALAMARCA,
PROVINCIA DE JULCAN.

UBICACION:
 DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD
 PROVINCIA : JULCAN
 DISTRITO : CALAMARCA
 SECTOR : PACHACHACA

RESPONSABLE DEL PROYECTO:
 Br. VIVANCO ALVA RICARDO
 Br. LARA TRUJILLO MARVIN

TOPOGRAFO:
 DEYVID BOLAÑOS PEREZ

PLANO TOPOGRAFICO EN
PLANTA Y SECCIONES
TRANSVERSALES
PRIMER - TRAMO

ESCALA :	FECHA :
1 : 50	20/04/2016

PLANO N°:
PT-01



FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE
 INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:
**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL
 COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO
 DE UN TRAMO DEL CAUCE DEL RÍO
 PACHACHACA APLICANDO EL
 HEC-RAS PARA EL DISEÑO DE
 DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL
 DISTRITO DE CALAMARCA,
 PROVINCIA DE JULCÁN.**

UBICACION:
 DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD
 PROVINCIA : JULCÁN
 DISTRITO : CALAMARCA
 SECTOR : PACHACHACA

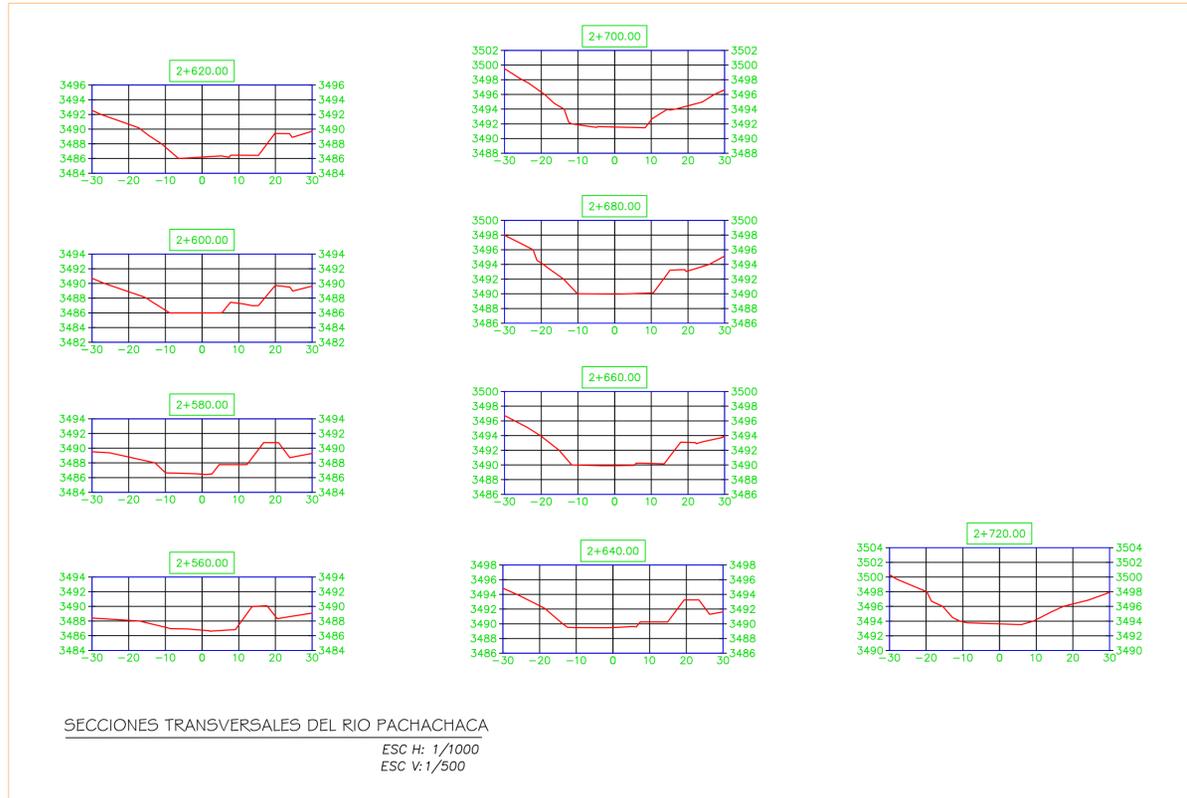
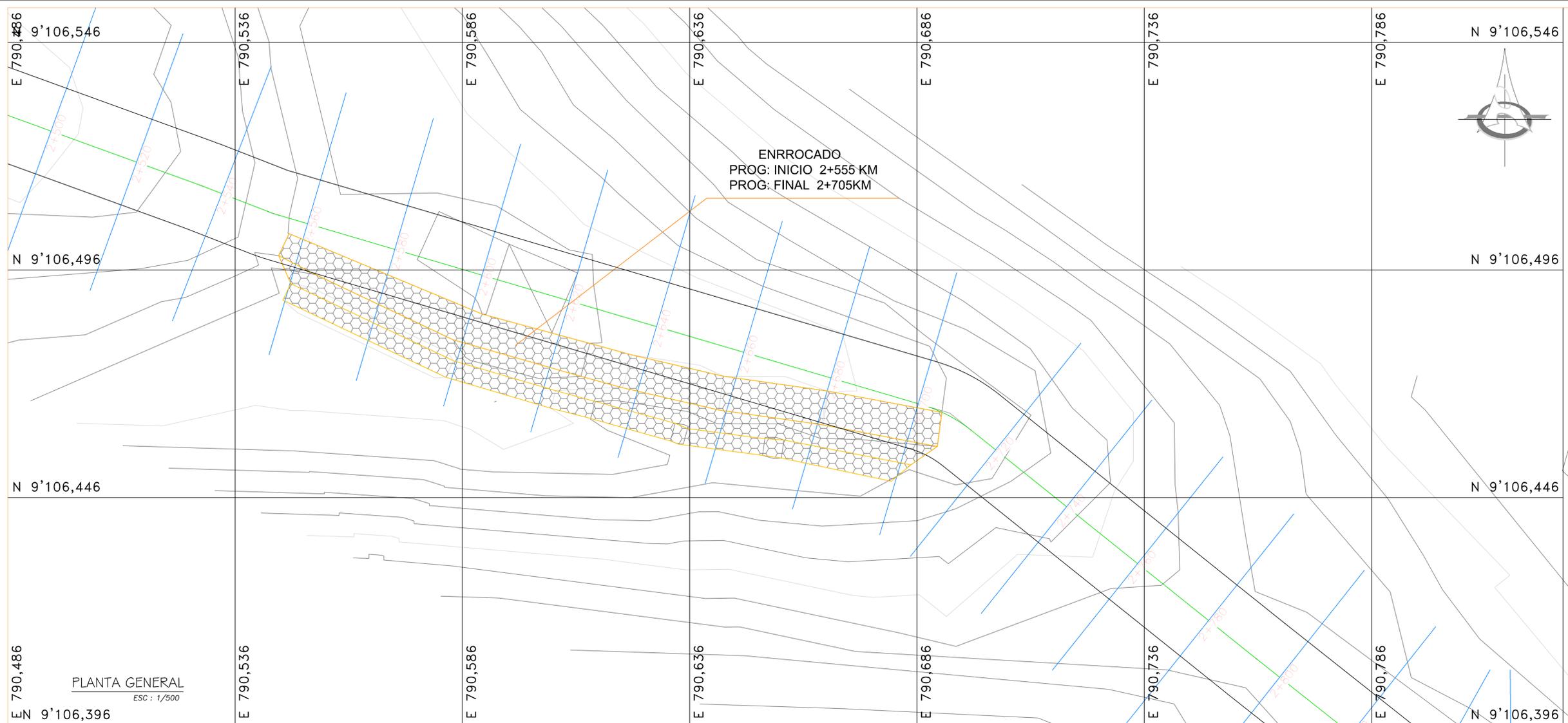
RESPONSABLE DEL PROYECTO:
 Br. VIVANCO ALVA RICARDO
 Br. LARA TRUJILLO MARVIN

TOPOGRAFO:
 DEYVID BOAÑOS PEREZ

PLANO TOPOGRAFICO EN
 PLANTA Y SECCIONES
 TRANSVERSALES
 SEGUNDO - TRAMO

ESCALA :	FECHA :
1 : 50	20/04/2016

PLANO N°:
PT-02

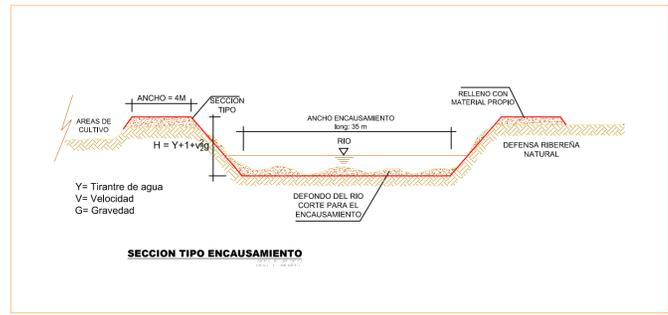


PARAMETROS PARA EL DISEÑO DE DIQUES
 TOMADO DEL ESTUDIO DE SUELOS
 ELABORADO POR EL ING. JOSE HUERTAS POLO
 REGISTRO CIP(ESCRIBEL NUMERO)

PESO UNITARIO	1.65 g/cm ³
ANGULO DE FRICCIÓN	$\phi = 31^\circ$
COEFICIENTE DE COHESIÓN (C)	C = 0.00 kg/cm ²
COEFICIENTE DE FRICCIÓN ESTÁTICO	$\mu = 0.55$
COEFICIENTE ACTIVO ESTÁTICO	$K_a = 0.36$
COEFICIENTE EN REPOSO ESTÁTICO	$K_o = 0.50$
COEFICIENTE PASIVO ESTÁTICO	$K_p = 2.70$
ESFUERZO ADMISIBLE	$q_{adm} = 1.13 \text{ kg/cm}^2$
NIVEL FREÁTICO DE AGUAS	N.A.F = 20.00 m.

LEYENDA

	VIVIENDAS
	PUENTE
	CURVAS DE NIVEL
	RÍO PRINCIPAL (R. CACHI)
	CANAL DE RIEGO
	LIMETE DE ÁREA AFECTADA
	RÍO PACHACHACA
	CENTIDO DE FLUJO DEL RÍO
	ENROCADO





FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE
 INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:
**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL
 COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO
 DE UN TRAMO DEL CAUCE DEL RÍO
 PACHACHACA APLICANDO EL
 HEC-RAS PARA EL DISEÑO DE
 DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL
 DISTRITO DE CALAMARCA,
 PROVINCIA DE JULCÁN.**

UBICACION:
 DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD
 PROVINCIA : JULCÁN
 DISTRITO : CALAMARCA
 SECTOR : PACHACHACA

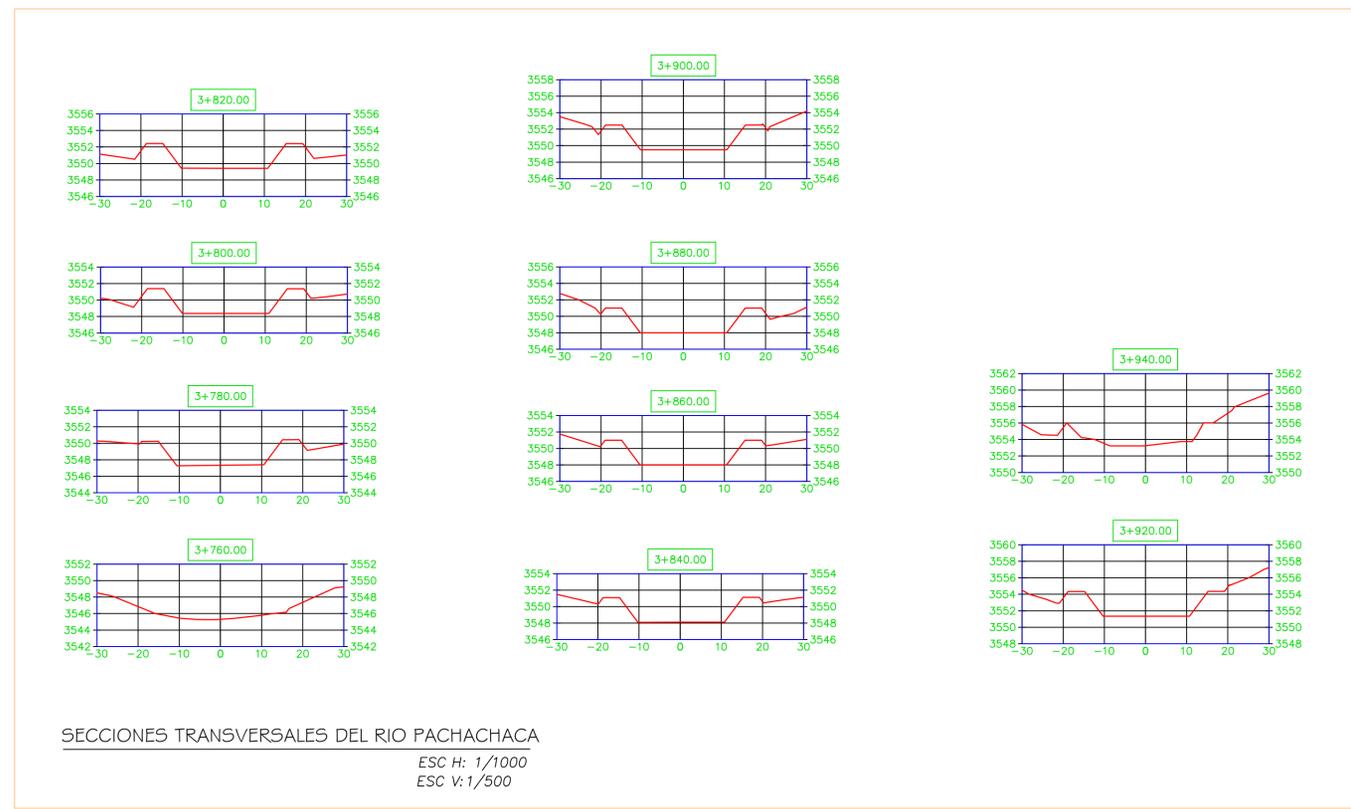
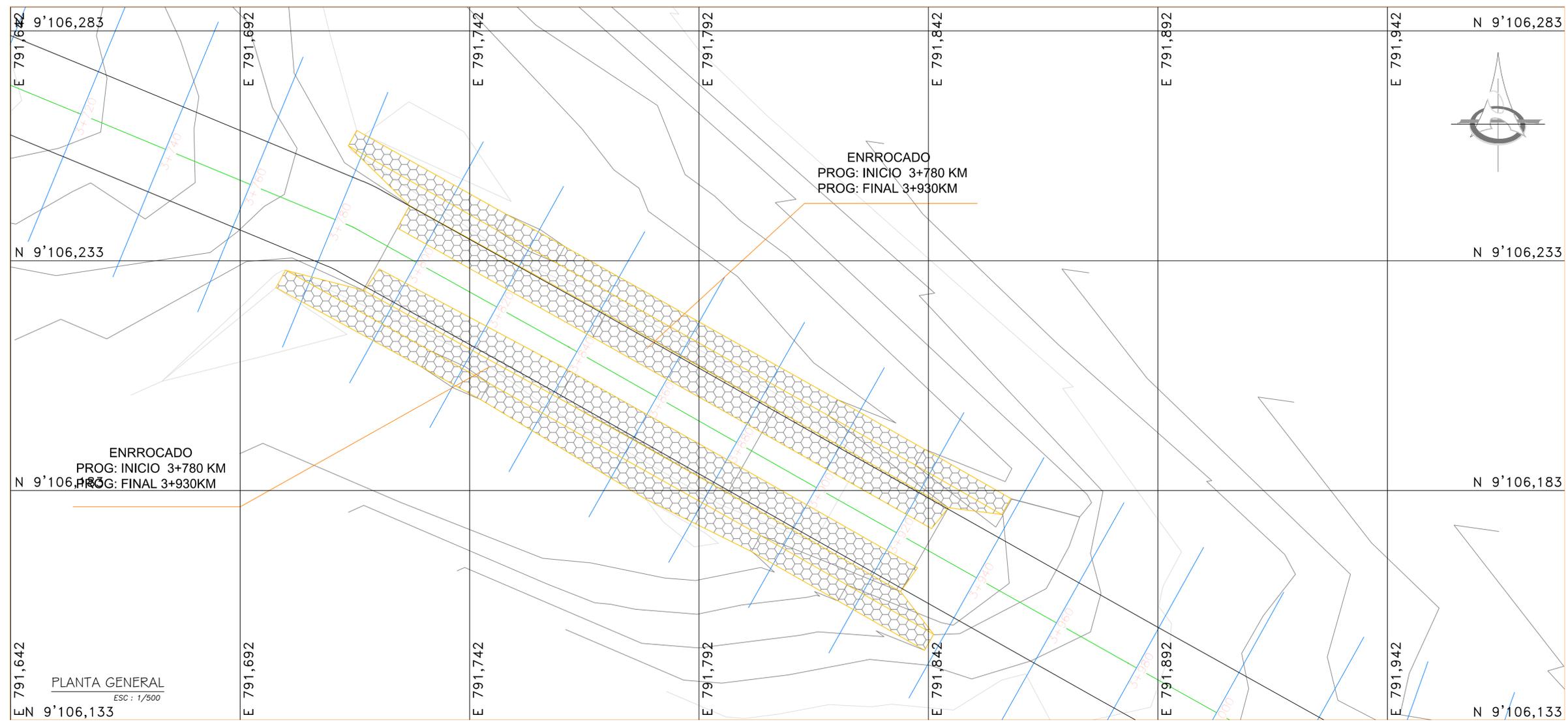
RESPONSABLE DEL PROYECTO:
 Br. VIVANCO ALVA RICARDO
 Br. LARA TRUJILLO MARVIN

TOPOGRAFO:
 DEYVID BOLAÑOS PEREZ

PLANO TOPOGRAFICO EN
 PLANTA Y SECCIONES
 TRANSVERSALES
 TERCER - TRAMO

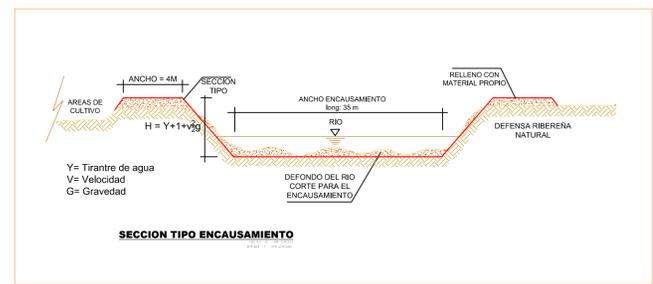
ESCALA :	FECHA :
1 : 50	20/04/2016

PLANO N°:
PT-03



LEYENDA

- VIVIENDAS
- PUENTE
- CURVAS DE NIVEL
- RIO PRINCIPAL (R. CACHI)
- CANAL DE RIEGO
- LIMETE DE AREA AFECTADA
- RIO PACHACHACA
- CENTIDO DE FLUJO DEL RIO
- ENROCCADO



SECCIONES TRANSVERSALES DEL RIO PACHACHACA
 ESC H: 1/1000
 ESC V: 1/500



FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE
 INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL
 COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO
 DE UN TRAMO DEL CAUCE DEL RÍO
 PACHACHACA APLICANDO EL
 HEC-RAS PARA EL DISEÑO DE
 DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL
 DISTRITO DE CALAMARCA,
 PROVINCIA DE JULCÁN.**

UBICACION:

DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD
 PROVINCIA : JULCÁN
 DISTRITO : CALAMARCA
 SECTOR : PACHACHACA

RESPONSABLE DEL PROYECTO:

Br. VIVANCO ALVA RICARDO
 Br. LARA TRUJILLO MARVIN

TOPOGRAFO:

DEYVID BOLAÑOS PEREZ

PLANO TOPOGRAFICO EN
 PLANTA Y SECCIONES
 TRANSVERSALES

CUARTO - TRAMO

ESCALA :

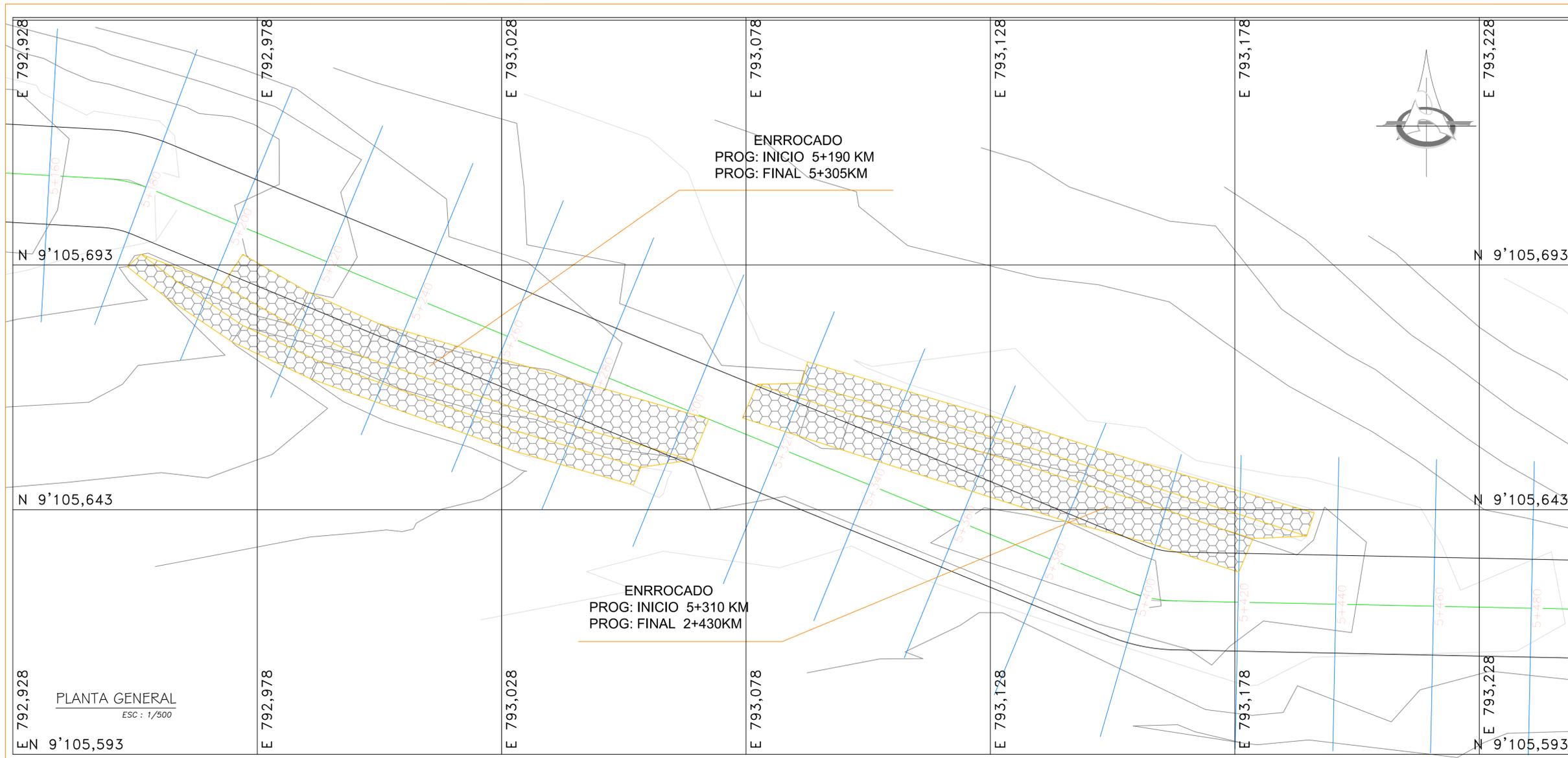
1 : 50

FECHA :

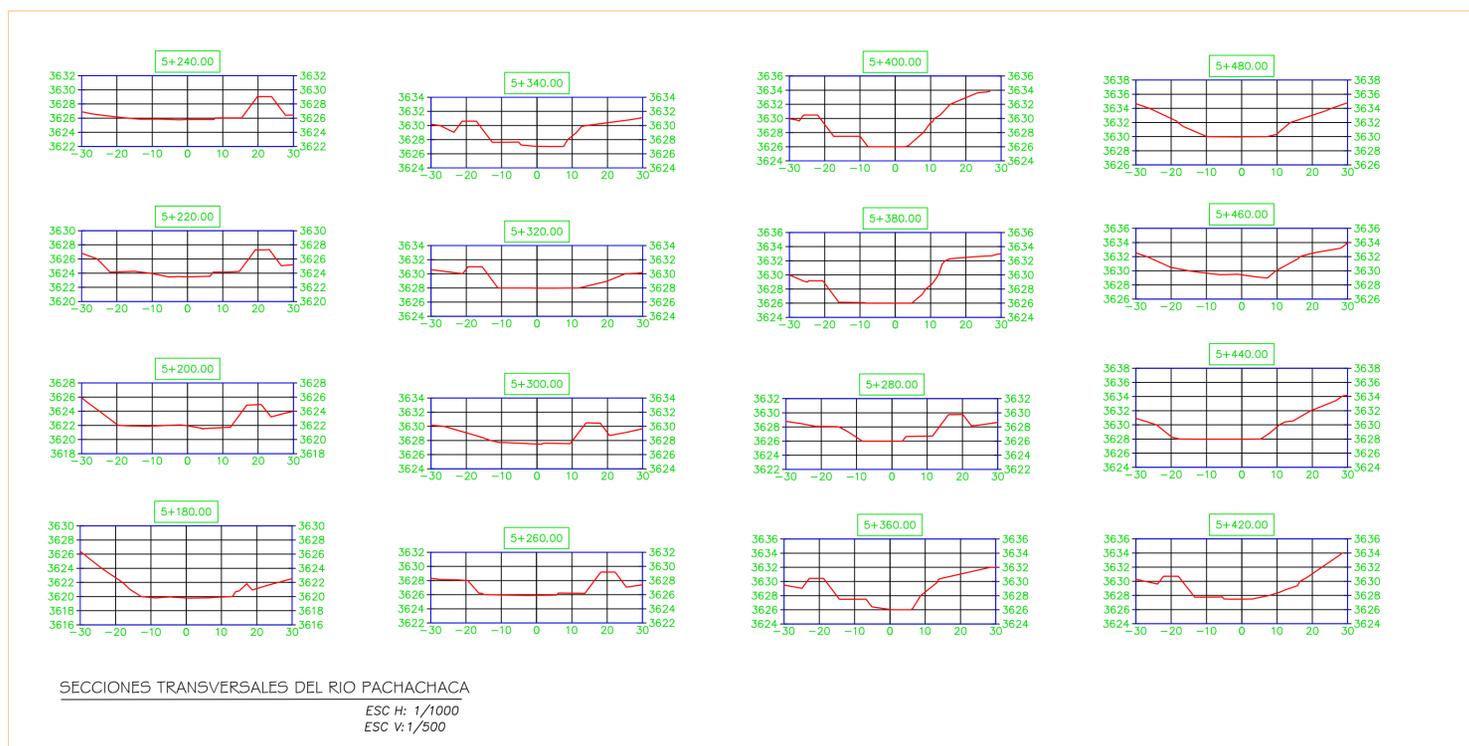
20/04/2016

PLANO N°:

PT-04



PLANTA GENERAL
 ESC : 1/500



SECCIONES TRANSVERSALES DEL RIO PACHACHACA
 ESC H: 1/1000
 ESC V: 1/500

