

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



DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIDRAULICO
DE MUROS DE CONTENCIÓN Y GAVIONES EN EL CAUCE DEL RIO
TINGO EN EL ANEXO VIJUS -PATAZ

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: HIDRAULICA

AUTOR: BR. LYONELD CHACON YUPANQUI
BR. VICTOR PORTILLA CASTILLO
ASESOR: ING. RICARDO NARVAEZ ARANDA

TRUJILLO - PERÚ

2017

Nº Registro.....

APROBACIÓN DE LA TESIS

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por los Bachilleres **Chacón Yupanqui Lyonel** y **Portilla Castillo Victor Alexander**, denominada:

“DISEÑO Y SIMULACION DEL COMPORTAMIENTO HIDRAULICO DE MUROS DE CONTENCIÓN Y GAVIONES EN EL CAUCE DEL RIO TINGO EN EL ANEXO VIJUS -PATAZ”

Ing. Juan Pablo García Rivera
Presidente
N° CIP 68614

Ing. Guillermo Juan Cabanillas Quiroz
Secretario
N° CIP 17902

Ing. Carmen Lucia Geldres Sánchez
Vocal
N° CIP 80599

Ing. Ricardo Andrés Narváez Aranda
ASESOR
N° CIP 58776

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres Arcenio y Teodulía por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A mis hermanos, en especial a Johan, el solo pensar en tí, me motiva día a día. A mi sobrino y toda mi familia, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuestos a escucharme y ayudarme en cualquier momento. A todos ustedes porque sin el equipo que formamos, no habiéramos logrado esta meta.

Chacón Yupanqui Lyoneld

Dedico esta tesis a mi familia, quienes por ellos soy lo que soy. Para mis padres Victor Manuel y Mariel Castillo por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayúdame con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi coraje para seguir mis objetivos.

Victor Alexander Portilla Castillo

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro agradecimiento a todos los docentes de la carrera profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, y en especial a nuestro asesor de tesis Ms.Ing.Ricardo Narváez Aranda, quien con mucha tolerancia en todo momento, estuvo predispuesto para el apoyo en el asesoramiento de nuestra tesis.

A nuestros familiares, colegas y amigos, quienes con su ayuda desinteresada nos brindaron apoyo para la culminación de la investigación.

Chacón Yupanqui Lyoneld

Portilla Castillo Victor Alexander

INDICE DE CONTENIDOS

GLOSARIO	1
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
CAPÍTULO 01: INTRODUCCIÓN	5
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA	6
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	7
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	7
1.4 LIMITACIONES	8
1.5 OBJETIVOS.....	8
1.5.1 OBJETIVO GENERAL	8
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
CAPÍTULO 02: MARCO TEORICO	10
2.1 ANTECEDENTES	11
2.2 DEFINICIONES	13
CAPÍTULO 03: HIPOTESIS	26
3.1 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.	27
3.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	27
CAPÍTULO 04: MATERIALES Y MÉTODOS	28
4.1 MATERIAL	29
4.1.1 POBLACIÓN.....	29
4.1.2 MUESTRA	29
4.1.3 UNIDAD DE ESTUDIO	29
4.2 MÉTODOS	29
4.2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.	29
4.2.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.	29
4.2.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS DE DATOS..	29
4.2.4 PROCEDIMIENTOS Y ANÁLISIS DE DATOS.....	30
CAPÍTULO 5: DESARROLLO DE LA INVESTIGACION	31
5.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	32
5.2 CLIMA	35
5.3 TEMPERATURA	35
5.4 VÍAS DE COMUNICACIÓN	35
5.5 RIESGOS NATURALES	36
5.6 ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS.....	39
5.7 PRECIPITACIONES.....	40

5.8	DELIMITACION CUENCA HIDROGRÁFICA TINGO.....	47
CAPÍTULO 6: RESULTADOS		52
6.1	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	53
6.2	PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS.....	55
6.2.1	PARÁMETROS BÁSICOS.....	55
6.2.2	CLASIFICACIÓN ÁREAS EN CUENCA	55
6.2.3	PARÁMETROS DE RELIEVE	56
6.2.4	PENDIENTE DE LA CUENCA	58
6.3	PARÁMETROS RED HIDROGRÁFICA	58
6.4	ESTUDIO HIDROLÓGICO	59
6.5	PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	61
6.7	CALCULO DE PARAMETROS HIDROLOGICOS Y GEOMORFOLOGICOS.....	73
6.7.1	PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA CUENCA VIJUS	73
6.7.2	PARÁMETROS HIDROLOGICOS	75
6.8	CALCULO DE HETOGRAMAS DE DISEÑO MENORES A 24 HORAS.....	77
6.9	CALCULO DE CAUDAL MÁXIMO DE DISEÑO EN HEC-HMS.....	85
6.10	SIMULACIÓN HIDRÁULICA DEL RIO TINGO	93
6.11	CALCULO DEL DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS.....	110
6.11.1	CALCULO HIDRÁULICO	110
6.11.2	DISEÑO DE MUROS DE GAVIONES.....	118
6.11.3	DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN.....	122
CAPÍTULO 08: CONCLUSIONES.....		146
CAPÍTULO 09: RECOMENDACIONES		149
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		151
ANEXOS		153
	ANEXO 1: ESTUDIO DE SUELOS.....	154
	ANEXO 2: GRANULOMETRIA CON FINES DE SOCAVACION.....	157
	ANEXO 3: REPORTE DE DATOS HIDRAULICOS HEC-RAS.....	159
	PANEL FOTOGRAFICO	175

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01. Parámetros de forma	16
Tabla N° 02. Operacionalizacion de variable.	27
Tabla N° 03. Registro de precipitación total mensual (mm).	45
Tabla N° 04. Resumen de años secos y húmedos.	46
Tabla N° 05. Cuadro de áreas entre curvas de nivel de la cuenca	56
Tabla N° 06. Cuadro de rangos pendiente para la pendiente media	58
Tabla N° 07. Registro de precipitaciones máximas x 24 hrs.	59
Tabla N° 08. Precipitación secas y húmedas mensual	61
Tabla N° 09. Precipitación y parámetros estadísticos.	62
Tabla N° 10. Distribución normal.	67
Tabla N° 11. Distribución Log normal 2 parámetros.	68
Tabla N° 12. Distribución Gamma 2 parámetros.	69
Tabla N° 13. Distribución Log Pearson tipo III	70
Tabla N° 14. Distribución Gumbel.	71
Tabla N° 15. Precipitaciones máximas y probabilidad.	72
Tabla N° 16. Precipitación de diseño de la Cuenca del rio Tingo.	72
Tabla N° 17. Parámetros geomorfológicos de la cuenca rio Tingo.	73
Tabla N° 18. Curva numero	74
Tabla N° 19. Tiempo de concentración T_r y tiempo de retardo T_{lag} .	76
Tabla N° 20. Precipitación de diseño con duración menor a 24 hr.	77
Tabla N° 21. Intensidades de diseño con duración menor a 24 hr.	78
Tabla N° 22. Cuadro de precipitaciones de los Hietograma de diseño.	85
Tabla N° 23. Cuadro de caudales máximos de diseño del rio Tingo.	92
Tabla N° 24. Valores de coeficiente de contracción.	115
Tabla N° 25. Valores de coeficiente tiempo de retorno B.	115
Tabla N° 26. Valores de x para suelos cohesivos y no cohesivos.	116
Tabla N° 27. Clasificación según el tamaño de partículas.	117
Tabla N° 28. Calculo de estabilidad.	135

ÍNDICE DE FIGURAS

Imagen N° 01. Ubicación del departamento de La Libertad	32
Imagen N° 02. Ubicación del distrito de Pataz.	32
Imagen N° 03. Ubicación del distrito de Vijus	33
Imagen N° 04. Ubicación del anexo Vijus y río Tingo.	33
Imagen N° 05. Vista Satelital río Tingo y el río Marañón.	34
Imagen N° 06. Vista satelital río Tingo y su pendiente	34
Imagen N° 07. Vías terrestres del departamento de La Libertad	36
Imagen N° 08. Zonificación sísmica del Perú.	38
Imagen N° 09. Ubicación de estaciones pluviométricas.	39
Imagen N° 10. Estación Pluviométrica de Huamachuco	40
Imagen N° 11. Influencia estación Huamachuco a la cuenca Vijus	41
Imagen N° 12. Mapa de autoridades administrativas del agua.	41
Imagen N° 13. Mapa de autoridades administrativas del agua	42
Imagen N° 14. Mapa de autoridad local de agua	42
Imagen N° 15. Tabla administraciones locales de agua.	43
Imagen N° 16. Ubicación base de datos precipitación	44
Imagen N° 17. Variación precipitación total mensual (Húmedo y Seco)	46
Imagen N° 18. Variación precipitación total mensual (Prom-Max-Min)	46
Imagen N° 19. Gráfico de barras de las precipitaciones totales anuales	47
Imagen N° 20. Cartas Nacionales del Perú	47
Imagen N° 21. Curvas de nivel shapefile en Arc Gis	48
Imagen N° 22. Imagen TIN generado	49
Imagen N° 23. Imagen RASTER generado	49
Imagen N° 24. Flujo de los cauces de la cuenca	49
Imagen N° 25. Cuenca generada mediante Arc Gis	50
Imagen N° 26. Cuenca río Tingo en Google Earth en vista 3D	51
Imagen N° 27. Cuenca de río Tingo delimitada en Layer ArcGis	51
Imagen N° 28. Levantamiento Topográfico trabajado en AutoCAD civil 3d, progresivas y alineamiento	54
Imagen N° 29. Topografía procesada y cálculo de secciones transversales en Hec-Ras	54
Imagen N° 30. Clasificación por cotas y áreas de la cuenca río Tingo	55
Imagen N° 31. Curva hipsométrica altitud vs área de la cuenca	56
Imagen N° 32. Grafica barras de la frecuencia de altitudes por porcentajes	57

Imagen N° 33. Tabla número curva de escorrentía	74
Imagen N° 34. Método del SCS, contemplados para T= 10, 25, 50,100 y 500 Años.	78
Imagen N° 35. Curva intensidad duración y frecuencia menor a 24 hr	79
Imagen N° 36. Hietograma unitario para Tr de 10 años	80
Imagen N° 37. Hietograma unitario para Tr de 25 años	81
Imagen N° 38. Hietograma unitario para Tr de 50 años	82
Imagen N° 39. Hietograma unitario para Tr de 100 años	83
Imagen N° 40. Hietograma unitario para Tr de 500 años	84
Imagen N° 41. Corrida de datos de precipitación en el software HEC-HMS	86
Imagen N° 42. Hidrograma de salida para Tr 10 años	88
Imagen N° 43. Hidrograma de salida para Tr 25 años	89
Imagen N° 44. Hidrograma de salida para Tr 50 años	90
Imagen N° 45. Hidrograma de salida para Tr 100 años	91
Imagen N° 46. Hidrograma de salida para Tr 500 años	92
Imagen N° 47. Software HEC-RAC para la simulación hidráulica del rio Tingo	93
Imagen N° 48. Topografía trabaja e importada del ArcGis para simulación	94
Imagen N° 49. Muestra de sección 1088.338, generada y editada software	94
Imagen N° 50. Ingresamos los caudales de diseño	95
Imagen N° 51. Seleccionando las condiciones régimen de flujo supercrítico	95
Imagen N° 52. Editando el coeficiente de Manning o K para todas las secciones	95
Imagen N° 53. Flujo de régimen y corrida.	96
Imagen N° 54. Vista del tirante de agua y su línea crítica en la sección 1088.88	96
Imagen N° 55. Vista en tres dimensiones del modelamiento del cauce del rio tingo.	108
Imagen N° 56. Vista de perfil de flujo del cauce	108
Imagen N° 57. Grafica de curva de tirante medio vs caudal de diseño	109
Imagen N° 58. Grafica de distribución de velocidades	109
Imagen N° 59. Abaco para determinar el coeficiente de empuje activo	119

Imagen N° 60. Relleno compactado según el terreno de la zona	120
Imagen N° 61. Análisis de la estabilidad al deslizamiento	125
Imagen N° 62. Predimensionamiento de muros	126
Imagen N° 63. Topografía del terreno.	129
Imagen N° 64. Detalle de topografía.	130
Imagen N° 65. Muro de contención	130
Imagen N° 66. Detalle de muro de contención	131
Imagen N° 67. Predimensionamiento de muro de contención	132
Imagen N° 68. Tabla de presiones de contactos	136
Imagen N° 69. Cuadro de pesos y áreas para calcular el refuerzo del acero	138
Imagen N° 70. Refuerzos de muro de contención - 01	140
Imagen N° 71. Refuerzos de muro de contención - 02	145

GLOSARIO

- Coeficiente de presión activa (K_a): se puede determinar por las teorías de Coulomb o Ranking par suelos granulares
- Coeficiente de presión pasiva (K_p): se puede determinar por las teorías de Coulomb o Ranking.
- Coeficiente de presión dinámica activa (K_{as}): se determina por la fórmula de Mononobe-Okabe.
- Coeficiente de empuje K_0 = relación de la presión horizontal con la presión vertical
- Coeficiente de fricción (μ): coeficiente rozamiento entre el suelo y el hormigón, es el resultado del correspondiente estudio geotécnico
- Contrafuertes: Un contrafuerte, también llamado estribo, es un engrosamiento puntual en el lienzo de un muro, normalmente hacia el exterior, usado para transmitir las cargas transversales a la cimentación.
- Corona: parte superior del alzado del muro
- Csh: Componente horizontal del empuje (activo-pasivo)
- Csv: Componente vertical del empuje (activo-pasivo)
- Deslizamiento: desplazamiento del muro respecto a un punto base irremomible.
- Empuje activo (E_{ah}): cuando la parte superior de un muro se mueve suficientemente como para que se pueda desarrollar un estado de equilibrio plástico (el terreno empuja sobre el muro), la presión estática es activa y genera un empuje total E_{ah} .
- Empuje pasivo (E_{ph}): cuando un muro empuja contra el terreno se genera una reacción que se conoce como empuje pasivo
- Empuje de reposo: cuando el muro está restringido en su movimiento lateral y conforma un sólido completamente rígido, la presión estática del suelo es de reposo y genera un empuje total E_0 , aplicado en el tercio inferior de la altura.
- Esfuerzos de flexión: Combinación de las fuerzas de tracción y de compresión que se desarrollan en la sección transversal de un elemento estructural para resistir una fuerza transversal
- F'_c : Es el esfuerzo de compresión del concreto

- F_y : Indicación del esfuerzo máximo que se puede desarrollar en el acero sin causar una deformación plástica. Es el esfuerzo en el que un material exhibe una deformación permanente específica y es una aproximación práctica de límite elástico
- γ : peso específico del material de relleno y/o del material existente.
- Intradós: cara del muro visible
- Material granular: conjunto de partículas macroscópicas sólidas, lo suficiente mente grandes para que la única fuerza de interacción entre ellas sea la fricción.
- Muros de contención: Se denomina muro de contención a un tipo estructura de contención rígida, destinada a contener algún material, generalmente tierras.
- Puntera: parte del cimiento que no tiene carga del relleno del muro, intersección del cimiento con la prolongación del intradós.
- Superficie de falla: superficie a lo largo de la cual un lado se ha desplazado con respecto al otro, en una dirección paralela a la superficie.
- Tacón: parte del cimiento que se introduce en el suelo para ofrecer mayor resistencia al deslizamiento
- Talón: parte del cimiento opuesto a la puntera, queda por debajo del trasdós y bajo el terreno contenido
- Trasdós o Extradós: cara del muro en contacto con el material de relleno (material granular)
- Vástago, alzado o cuerpo: parte del muro que se levanta a partir de los cimientos de este, y que tiene una altura y un espesor en función de la carga a soportar.
- Volcamiento: giro del muro respecto a un punto del talón
- W : carga sobre el relleno y/o talud del relleno
- ϕ : Ángulo de fricción interna del material
- i : ángulo de inclinación del talud sobre el relleno
- δ : Ángulo de fricción entre el suelo del relleno y el trasdós del muro.
- β . Angulo de inclinación entre el trasdós y la vertical.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación surge como objetivo de dar seguridad y protección a las viviendas emplazadas a lo largo del margen derecho e izquierda del río Tingo, frente a las cada vez más frecuentes avenidas del río. Las viviendas, y centros recreacionales, tiene un recorrido paralelo al cauce del Río Tingo, las mismas que se encuentran expuestas ante el incremento del caudal del Río en épocas de lluvia, debido a ello la infraestructura colapsaría trayendo como consecuencia cuantiosas pérdidas en la actividad económica, la propiedad y grandes riesgos de pérdidas de vidas humanas.

Mediante Software HEC-HMS, empleando el Método de hidrograma unitario (SCS) se determinó los caudales producidos por las precipitaciones máximas en 24 horas de la cuenca de estudio y mediante software HEC RAS de simulación hidráulica se pudo determinar parámetros para el diseño de defensas ribereñas como muros de contención y gaviones con el propósito de proteger las zonas de inundaciones del anexo de Vijus – Pataz, además se determinó las posibles avenidas máximas, para diferentes periodos de retorno.

Se identificó que existen zonas críticas en las progresivas 0+240; 0+440; 0+500; 0+600; 0+720 y 0+840 se procede a encauzar determinando la necesidad de un muro de contención de concreto armado o gaviones, además hay zonas donde se proyectan ambas estructuras, esto se debe a que son zonas en las cuales los dos márgenes son vulnerables y requieren dichas estructuras.

ABSTRACT

This research work aims to provide security and protection to the dwellings located along the right and left bank of the Tingo River, in front of the increasingly frequent avenues of the river. The houses and recreational centers have a parallel route to the Tingo River, which are exposed to the increase of the river flow in times of rain, due to this the infrastructure would collapse, resulting in large losses in economic activity , property and large risks of loss of human lives.

Using the Hydrographic Unit Method (SCS), HEC-HMS Software was used to determine the flows produced by the maximum rainfall in the study basin and by means of HEC RAS hydraulic simulation software, it was possible to determine parameters for the design of riparian defenses such as retaining walls and gabions with the purpose of protecting the flood zones of the annex of Vijus - Pataz, in addition it was determined the possible maximum avenues, for different periods of return.

It was identified that there are critical zones in the progressive 0 + 240; 0 + 440; 0 + 500; 0 + 600; 0 + 720 and 0 + 840, we proceed to determine the need for a retaining wall of reinforced concrete or gabions, in addition there are areas where both structures are projected, this is because they are areas in which the two margins are vulnerable and require such structures.

CAPÍTULO 01: **INTRODUCCIÓN**

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

El problema de los desbordamientos e inundaciones en diferentes zonas hidrográficas del Perú tuvieron la presencia de eventos extraordinarios en la mayoría de los ríos tales como los caudales de máximas avenidas, precipitaciones máximas instantáneas asociados a Fenómenos de El Niño, registrándose magnitudes extraordinarias, provocadas por las intensas lluvias, aumentando significativamente el cauce de los ríos en volúmenes considerables, estos volúmenes “extras” generan desbordes de los ríos en zonas urbanas, agrícolas y obras de infraestructura; causando por tanto un fuerte impacto en la estructura socioeconómica del país.

La forma como reducir estos efectos es a través de estructuras de defensas ribereñas como muros de contención y gaviones que deben construirse en el cauce de los ríos de las zonas críticas vulnerables a inundaciones y más aún en nuestra zona de estudio donde su ubicación es en el río Tingo, anexo Vijus, provincia de Pataz , que ira enfocado nuestro estudio y este tiene un contexto no ajeno al problema hablado anteriormente ya que el río Tingo desemboca al río marañón al pie del anexo Vijus, zona donde es vulnerable por los posibles desbordes o inundaciones en épocas de máximas avenidas y fuertes precipitaciones.

En el presente estudio se realizará, el diseño y simulación del comportamiento hidráulico de muros de contención y gaviones para posibles avenidas, mediante softwares especiales, las cuales darán a las autoridades y gobierno, los lineamientos técnicos necesarios para realizar obras de ingeniería y tomar medidas de prevención en las zonas más vulnerables.

Además se pretende dar a conocer una posible solución, en base a la prevención, para mitigar las pérdidas ocasionadas a nivel nacional, por los desastres naturales.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo realizar el diseño y la simulación del comportamiento hidráulico de muros de contención y gaviones en el cauce del río Tingo del anexo Vijus – Patatz?

1.3 JUSTIFICACIÓN

Este trabajo servirá como documento de consulta para los estudios que se realicen en la cuenca del río Tingo con propósitos, ya sea de análisis, diseño, escurrimiento a largo plazo, predicción de volumen, predicción o pronóstico de flujo en tiempo real y la determinación de las posibles planicies de inundación. De igual forma se conocerá los caudales máximos que pueden ser utilizados para el diseño de obras hidráulicas en la cuenca del río Tingo.

Para esto se realizarán estudios básicos de ingeniería Hidráulica, hidrología estadística; asimismo se hará uso de Software de modelamiento hidráulico como: Arc Gis, HEC HMS, HEC GEORAS HEC RAS, y para cálculos estadísticos HIDROESTA, entre otros.

- **Justificación teórica.**

El presente trabajo está orientado al estudio hidrológico y la simulación hidráulica del río Tingo en las zonas de mayor riesgo que comprenden las áreas agrícolas y zona pobladas, utilizando tecnología de software, dicho estudio será importante para determinar los tipos de estructuras de protección y para su diseño hidráulico.

- **Justificación aplicativa o práctica.**

El presente estudio, beneficiará directamente a las poblaciones aledañas al cauce del río Tingo, pues permitirá pronosticar desbordes del río salvaguardando la seguridad de estas familias, asimismo para proteger las estructuras civiles (puentes, carreteras, embalses entre otras) ubicadas dentro del cauce del río evitando la desaceleración del desarrollo en estas comunidades.

- **Justificación valorativa.**

Este trabajo servirá como documento de consulta para los estudios que se realicen en la cuenca del río Tingo con propósitos ya sea de análisis, diseño, escurrimiento a largo plazo, predicción de volumen, predicción o pronóstico de flujo en tiempo real. De igual forma se conocerá los caudales máximos que pueden ser utilizados para el diseño de obras de protección.

- **Justificación académica.**

El proyecto de tesis propuesto es de relevancia académica y especializada en el correcto diseño de escenarios hidrológicos e hidráulicos, en este caso la delimitación de la cuenca del río Tingo, determinación de sus planicies de inundación mediante software, que permitirá aplicar procedimientos y metodologías para un adecuado modelamiento hidráulico.

1.4 LIMITACIONES

Una de las características observadas del problema de estudio es que la cuenca del río Tingo no cuenta con estudios del comportamiento hidrológico, tampoco tiene estaciones pluviométricas e hidrométricas siendo la más cerca la estación de Huamachuco, de la cual usaremos información base para su estudio hidrológico.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño y simulación del comportamiento hidráulico de muros de contención y gaviones en el cauce del río tingo en el anexo Vijus –Pataz.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Realizar estudios a nivel de ingeniería básica para obtener los parámetros topográficos, hidráulicos e hidrológicos del río Tingo para llevar a cabo la simulación hidráulica, considerando las zonas críticas de inundación.
- Delimitar la cuenca del río Tingo y sus afluentes mediante el software (ARCGIS), y obtener parámetros geomorfológicos.
- Aplicar la hidrología estadística y realizar la transformación de lluvias escurrentía mediante el software (HEC - HMS) para determinar caudales máximos instantáneos.
- Realizar la simulación hidráulica de cauce modificado del río Tingo y determinar márgenes vulnerables de inundación mediante la aplicación del HEC-RAS considerando las estructuras de protección.
- Realizar el diseño hidráulico y estructural de muros de contención y gaviones aplicando hojas de cálculo en Excel.

CAPÍTULO 02: **MARCO TEORICO**

2.1 ANTECEDENTES

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)

El SIG es usado para crear una interface 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)

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)

Según 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.

Seg 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.

Según informo el portal web *El Tayambamba*, informa comúnmente que las carreteras que conectan anexos de la provincia de Patas con el anexo de

Vijus se ven afectadas a un corto plazo por las crecidas del río Marañón e inundan las vías de acceso afectando el tránsito y la población. Así mismo da a conocer que el centro minero Poderosa que labora cerca del anexo Vijus son los que tratan de alertar y prevenir a la población si ocurre alguna inundación o fenómeno natural mediante sirenas o avisos; y que también los trabajadores de la minera tienen que estar habilitando las vías cuando ocurre crecidas del caudal del río Marañón retirando lodos y sedimentos que causan empozamientos de agua para que el cauce del río Marañón vuelva y se regule el pase de las vías de comunicación.

2.2 DEFINICIONES

a. Hidrología

La hidrología es una rama de las ciencias de la Tierra que estudia el agua, su ocurrencia, distribución, circulación, y propiedades físicas, químicas y mecánicas en los océanos, atmósfera y superficie terrestre. Esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares. Por otra parte, el estudio de las aguas subterráneas corresponde a la hidrogeología.

Por el contrario, se denomina hidrografía al estudio de todas las masas de agua de la Tierra y, en sentido más estricto, a la medida, recopilación y representación de los datos relativos al fondo del océano, las costas, las mareas y las corrientes, de manera que se puedan plasmar sobre una carta hidrográfica. No obstante esta diferencia, los términos se utilizarán casi como sinónimos, ya que la parte de la hidrografía que interesa aquí es aquella que crea relieve, por lo tanto, la que está en contacto con la superficie terrestre, y por eso mismo la que es objeto de un análisis hidrológico.

Descargas Máximas Anuales.

Las descargas máximas anuales del río Tingo, se obtuvieron de la estación de Huamachuco, entre los años 1989 y 2010, tal como se muestran en la figura 18 (Datos de precipitación máximos).

Métodos de determinación de Máximas Avenidas.

Los métodos de distribuciones de probabilidades utilizadas para el cálculo de las descargas máximas instantáneas más usados en Hidrología, se consideran los siguientes:

- a) Distribución Log Normal
- b) Distribución Log – Pearson II
- c) Distribución Gumbel

Con la finalidad de ajustar la serie anual de descargas máximas instantáneas de la estación hidrológica Huamachuco, se analizó la serie disponible para las diferentes distribuciones referidas.

Método de distribución log normal

La función de densidad de distribución normal se define como:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{\sigma}} \frac{e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}}{\sqrt{2\pi}} \quad (1)$$

Para $-\infty < X < +\infty$

Donde μ y σ son los parámetros de la distribución. Estos parámetros determinan la forma de la función $f(x)$ y su posición en el eje x , decimos que la variable aleatoria X , se distribuye normalmente con media $\mu = \bar{X}$ y varianza $\sigma^2 = S^2$ y se representa:

$$X \approx N(\bar{X} S^2)$$

Siendo una función continua y simétrica con respecto a X , si

$$Z = \frac{x-\mu}{\sigma} \quad (2)$$

La función densidad de Z , es llamada función densidad de la Distribución

Normal Estándar y tiene la siguiente expresión:

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} \quad (3)$$

Para $-\infty < z < +\infty$

Los valores de $f(x)$ ó $f(z)$ puede ser fácilmente evaluada para un valor de x o de z por las ecuaciones (1) ó (3), respectivamente. Una característica fundamental de la distribución normal estándar es que tiene $\mu = 0$ y $\sigma = 1$, es decir: $Z \sim N(0,1)$

La función de distribución acumulada de la distribución normal es la integral de la ecuación (1) ó sea:

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(x) dx \quad (4)$$

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{1}{2}[(x-\mu)/\sigma]^2} dx \quad (5)$$

Donde $F(x)$ es la función de distribución de probabilidad normal para la variable original X , según la ecuación (5)

$$F(-\infty) = 0$$

$$F(\mu) = 0.5$$

$$F(+\infty) = 1$$

Para estimar los parámetros de la distribución teórica se pueden usar el método de momentos o el método de máxima verosimilitud, los parámetros obtenidos son los siguientes:

$$\bar{X} = \mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i$$

$$S = \sigma = \left[\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2 \right]^{1/2}$$

Dónde:

\bar{X} = Es el estimado de la media, llamado también parámetro de posición.

S = Es el estimado insesgado de la desviación estándar o parámetro de escala.

Método de distribución log - Pearson tipo III

Según Chow, 1995 la distribución Log-Pearson Tipo III se desarrolló como un método para ajustar una curva a cierta información. Su uso está justificado porque se ha encontrado que arroja buenos resultados e muchas aplicaciones, particulares para la información de picos crecientes. Cuando Log X es simétrico alrededor de su media, la distribución Log-Pearson Tipo III se reduce a la distribución Log Normal.

El ajuste de la distribución a la información puede probarse utilizando la prueba X^2 . La localización del límite X_0 en la distribución Log-Pearson Tipo III depende de la asimetría de la información, se plantea 2 casos:

Si la información tiene asimetría positiva, entonces $\text{Log } x > X_0$ y X_0 es un límite inferior.

Si la información tiene asimetría negativa, $\text{Log } x < X_0$ y X_0 es un límite superior.

Según Bobbe, 1975 la transformación Log reduce la asimetría de la información transformada y puede producir información transformada con asimetría negativa utilizando información original con asimetría positiva.

En este caso, la aplicación de la distribución Log-Pearson Tipo III impondría un límite superior artificial a la información. Dependiendo de los valores de los parámetros, la distribución Log-Pearson Tipo III puede asumir muchas formas diferentes. Forma y Localización de la moda para la distribución Log-Pearson Tipo III, como una función de sus parámetros.

Parámetro de Forma β	$a < -\text{Ln}10$	$-\text{Ln}10 < a < 0$	$a > 0$
$0 > \beta < 1$	Sin moda, forma en J	Moda mínima forma en U	Sin moda, forma en J invertida
$\beta > 1$	Unimodal	Sin moda, forma en J invertida	Unimodal

Tabla N° 01. Parámetros de forma.

Fuente: Propia

El primer paso es tomar los logarítmicos de la información hidrológica, $Z = \text{Log}x$, usualmente se utilizan logaritmos con base 10, se calculan la media X , la desviación estándar Sx y el coeficiente de asimetría Cs para los logaritmos de los datos.

La función de densidad para X y Z se da a continuación:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha T(\beta_1)} \left(\frac{\log x - x_0}{\alpha} \right)^{\beta-1} * e^{-(\log x - x_0)/\alpha}$$

Si se hace una transformación: $Z = \text{Log}(x)$. La función densidad reducida es:

$$f(z) = \frac{(z - z_0)^{\beta-1} * e^{-(z-z_0)/\alpha}}{\alpha^\beta T(\beta)}$$

Dónde:

Z = Variable aleatoria con distribución Pearson Tipo III

X = Variable aleatoria con distribución Log-Pearson Tipo III

Z_0 = Parámetro de posición

α = Parámetro de escala

β = Parámetro de forma

En el caso de la distribución Log-Pearson Tipo III: $X = 10z$ la variable reducida es:

$$y = \frac{z - z_0}{\alpha}$$

Por lo que la ecuación (17) queda de la siguiente manera:

$$f(y) = \frac{1}{T(\beta)} * y^{\beta-1} * e^{-y}$$

La función de distribución acumulada de la distribución Log Pearson Tipo III es:

$$f(z) = \int_{z_0}^z \frac{1}{\alpha T(\beta)} \left(\frac{z - z_0}{\alpha} \right)^{\beta-1} * e^{-\frac{(z - z_0)}{\alpha}} dz$$

Sustituyendo las ecuaciones se obtiene lo siguiente:

$$f(y) = \frac{1}{T(\beta)} \int_0^y y^{\beta-1} * e^{-y} dy$$

Esta ecuación es una distribución Ji cuadrada con 2β grados de libertad y $X^2 = 2y$

$$f(y) = f\left(\frac{x^2}{v}\right) = f x^2 \left(\frac{2y}{2\beta}\right)$$

Método de distribución de Gumbel (valor extremo tipo i)

Según Paulet, 1977, el método de Gumbel se utiliza para predecir magnitudes máximas de variables hidrológicas asumiendo que esos valores son independientes entre sí, también son usadas frecuentemente para el estudio de magnitud-duración-frecuencias de lluvias (Hershfiel, 1961).

Linsley la aplicó al río Clear Water en Idaho Estados Unidos. Este método es adecuado cuando se utiliza como datos las descargas máximas anuales en un punto de control de una vertiente o un río.

La distribución acumulada de la distribución Gumbel, tiene la forma:

$$f(x) = e^{-e^{a(x-\beta)}}$$

Para $-Y < x < +Y$, $0 < a < +Y$ $-Y < \beta < +Y$

Dónde:

El parámetro, a se le conoce como parámetro de escala.

El parámetro β se le conoce como parámetro de posición

Derivando la función de distribución acumulada, ecuación respecta a x , $F(x)$ se obtiene la función densidad de probabilidad, es decir:

$$f(x) = \frac{dF(x)}{dx}$$

Con lo cual, la función densidad reducida Gumbel es:

$$f(y) = e^{(\pm y - e^{\pm y})}$$

El signo (+) se emplea para eventos mínimos y el signo (-) para eventos máximos.

La función de distribución acumulada es:

$$F(y) = e^{-e^{-y}} \text{ ----- (Máximo)}$$

$$F(y) = 1 - e^{-e^y} \text{ ----- (Mínimo)}$$

$$F(y) \text{ mín.} = 1 - F(-y) \text{ máx.}$$

Los valores correspondientes de x e y, están relacionadas por:

$F(x) = F(y)$ y la relación:

$$y = \alpha(x - \beta) \quad \text{ó} \quad x = \beta + \frac{y}{\alpha}$$

b. Hidráulica Fluvial

La hidráulica fluvial trata de las intervenciones humanas en los ríos para su adecuación al aprovechamiento de los recursos o a la reducción de los riesgos de daño. Para comprender esta hidráulica se debe tener conocimientos de Hidráulica, Hidrología y de Obras hidráulicas, materias que son parte de la currícula del Ingeniero Agrícola.

Sin embargo esta la hidráulica fluvial conlleva al ingeniero a pensar más allá de estos conocimientos, puesto que cuando hablamos del diseño de un canal, los parámetros a manejar llámese caudal, requerimientos hídricos, trazo del canal, que tipo de revestimiento, como observamos nosotros tenemos la potestad de manejar de uno u otro modo estos datos; para un río por el contrario no hay determinaciones previas, sino que las respuestas son en todo caso materia de estudio de la hidrología, la geomorfología o la hidráulica fluvial.

Las simulaciones hidráulicas nos presentan una manera de análisis de la interrelación entre la topografía del cauce de un río, los volúmenes de agua y sedimentos transportados, así como la manera que influyen

en el nivel de agua las obstrucciones u obras hidráulicas que se presenten en su cauce. Siendo una herramienta muy útil para entender estos temas y darle soluciones a problemas planteados en el manejo de cauces naturales, aprendemos a utilizar el software HEC-RAS 3.1.3

c. Hidrología Estadística

El tema relacionado con el diseño hidrológico es un área fundamental de la Hidrología en la ingeniería (forestal, agrícola, ambiental, civil, etc.). Sin embargo, desde la década de los años 50 del siglo XX se viene realizando con un cúmulo de supuestos e interpretaciones que en la actualidad debe someterse a una reflexión profunda en aras de modificar la metodología que soporta desde la Teoría de las Probabilidades las estimaciones o cálculos hidrológicos.

Cabe señalar en el diseño hidrológico lo siguiente (Lógica de la Metodología):

a. Se tiene un fenómeno o proceso en estudio (precipitación, evapotranspiración, evaporación, transpiración, escorrentía superficial, escorrentía subterránea, almacenamiento, filtración (en algunos libros se escribe "infiltración").

b. Se observa el proceso o fenómeno y se eligen las cualidades a estudiarle en términos de su cantidad o calidad.

c. Se obtienen datos de las cualidades que se observan mediante las redes hidrológicas, meteorológicas, o mediante las observaciones comunes de las gentes.

d. Los datos se procesan mediante el método estadístico para verificar que se cumplen las condiciones de "variable aleatoria" (se suelen aplicar pruebas estadísticas de aleatoriedad (coeficiente de auto correlación), de homogeneidad, entre otras).

e. Con la variable aleatoria se inicia el diseño hidrológico y para ello se someten a varias evaluaciones los modelos estadísticos que le reemplazan o modelarán (se suelen probar varios histogramas teóricos o llamados también "Ley de distribución de probabilidades" tales como Student, Paretto, Fisher, Gauss, Gumbell, Weibull, Goodrich, Log Gauss (Log Normal), Kritskii-Menkel, entre muchas otras, tales como

el Sistema de Pearson o Nido de Histogramas de Pearson del año de 1.895. En esta fecha nacen las fórmulas famosas de los Momentos Estadísticos como media, desviación estándar, coeficiente de asimetría, coeficiente de curtosis y otros. Las curvas de Pearson son el mejor y más amplio modelo de distribuciones que se conoce hasta la fecha actual y es el único que está "enlazado" al Proceso Wiener o Proceso de Brown (conocido en Física con el nombre equivocado de Movimiento Browniano)

f. Una vez comprobado el modelo estadístico que mejor se ajusta a la variable aleatoria, entonces se procede a buscar y hallar determinados valores de probabilidades para determinados valores de caudales (por ejemplo, cuál es la probabilidad de que aparezca un caudal de tal valor) o a estimar los periodos de retorno para determinados valores de caudales.

g. Con los valores de probabilidades o periodos de retorno obtenidos finaliza el diseño hidrológico e inicia el diseño de una obra determinada.

d. Periodo de Retorno.

Al hablar de "periodo de retorno" se refieren los expertos de la Hidrología a un tiempo y a un valor de la cualidad del proceso o fenómeno hidrológico en estudio. Más precisamente, se trata de un valor medio de aparición en un tiempo de un valor de caudal: en cien años al menos una vez en promedio se presentará tal valor de caudal, por ejemplo. Las siguientes son las limitaciones, restricciones, ámbitos de aplicación y supuestos del concepto de "periodo de retorno" que no le señalan, indican, muestran o advierten los expertos en Hidrología

e. Modelación Hidráulica

Según el libro de Máximo Villón (2011, pág. 15-17) Modelamiento Hidráulico es reproducir matemáticamente el comportamiento del flujo, ayudándonos de métodos o técnicas numéricas, para resolver las ecuaciones que tratan de representar el fenómeno físico.

¿Qué tipos de modelación podemos hacer?

Según los datos que tengamos y la precisión que deseemos podemos englobar las modelaciones en tres tipos: 1D, 2D o 3D. Se pueden considerar también la fórmula de Manning.

1D: Tramos largos de ríos o canales Estuarios

2D: tramos cortos de ríos o Llanuras de inundación

3D: Flujo local, vertederos o pilas de puentes

Modelación hidráulica, sirve para:

- Delimitación de zonas inundables
- Diseño de encauzamientos y obras de protección
- Restauración de ríos
- Planes de emergencia en roturas de presa
- Optimización del funcionamiento de obras hidráulicas
- Dinámica fluvial
- Evaluación y la gestión del riesgo de inundación
- Diseño de obras hidráulicas
- Flujo en estuarios o desembocaduras
- Drenaje urbano

f. Muros de Contención.

El concepto de los muros de contención: son estructuras que proporcionan estabilidad al terreno natural u otro material cuando se modifica su talud natural. Se utiliza como soporte de rellenos, productos mineros y agua.

El objeto de los muros de contención es que son obras destinadas a la contención de tierras en general. En partículas pueden contener granos, agua, etc. Como resulta evidente en los muros que se encuentran a la intemperie, la lluvia se filtra a través de la tierra y entonces el muro pasa a sostener los efectos de empuje dados por la tierra y por el agua, por lo que habrá que tener en cuenta este factor en cuanto a su cálculo. La utilización de muros es muy frecuente en todo tipo de obras, así se da el caso de que un foso para automóviles en un taller de reparación de vehículos implica la construcción de muros de contención de las tierras aledañas al foso, estos muros soportarán la sobrecarga estática y dinámica que el paso de

automóviles y otros materiales producen sobre el empuje propio de las tierras. Otro caso frecuente de construcción de muros de contención se lleva a cabo en los aparcamientos subterráneos, en donde el estudio de un muro de hormigón armado se hace necesario para poder llevar a cabo dicho aparcamiento. También podemos citar que toda planta sótano de cualquier edificio lleve implícito el cálculo de muros de hormigón.

Los tipos de muros de contención son:

- Gravedad: utiliza su propio peso para estabilidad
- Cantiléver: de concreto reforzado, utiliza la acción de cantiléver para retener el suelo.
- Contrafuerte: similar a cantiléver, pero cuando el muro es alto o existen altas presiones de tierra, el contrafuerte está sujeto a tensión.
- Apoyado: similar al contrafuerte con apoyo en la parte delantera, trabaja a compresión.
- Entramado: constituido por elementos prefabricados de concreto, metal o madera.
- Semigravedad: muros intermedios entre gravedad y cantiléver.

Los estribos de puentes son de muros de contención con alas de extensión para sostener el relleno y proteger la erosión.

Los muros de contención deben ser diseñados para resistir el volteo, deslizamiento y ser adecuados estructuralmente.

Por su Clasificación:

De acuerdo a su Diseño

- Muros con Talón y Puntera: para construir este muro es necesario sobrepasar la línea de edificación, a nivel de los cimientos.
- Muros sin Talón: por lo general al construirlo resulta con un aumento de dimensión en la puntera de la zapata.
- Muros con Talón: ídem el primer caso, necesitan sobrepasar la línea de edificación. El resultado es similar al muro sin talón, pero trabaja de otra manera; esta es la mejor solución ante inestabilidades por posible vuelco.

De acuerdo a su Función

- Contención de tierras: cuando el muro se destina a contener sólidos, éstos por lo general son tierras; la impermeabilización y el drenaje son dos aspectos importantes para controlar el paso de agua del terreno hacia el interior de la edificación.
- Contención de líquidos: para esta función es necesario conseguir la continuidad del hormigón a fin de lograr una buena impermeabilización. Para ello se efectúa un vibrado con un control adecuado, para evitar huecos y juntas.

De acuerdo a su Forma de Trabajo

- Muros de contención por gravedad: soportan los empujes con su peso propio. Los muros construidos con hormigón en masa u hormigón ciclópeo, por ser más pesados, se utilizan habitualmente como muro de gravedad ya que contrarrestan los empujes con su propia masa. Las acciones que reciben, se aplican sobre su centro de gravedad. Este tipo de muro de contención de gran volumen, se realiza de poca altura y con una sección constante; aunque también existen los de tipo ataluzados o escalonados.
- Muros de contención ligeros (a flexión): cuando el muro trabaja a flexión podemos construirlo de dimensiones más livianas. Dado que aparecen esfuerzos de flexión, la construcción se efectúa con hormigón armado, y la estabilidad está en relación a la gran resistencia del material empleado. El diseño del muro debe impedir que flexione, ni produzca desplazamientos horizontales o vuelque, pues debido a los empujes, el muro tiende a deformarse. En la flexión aparecen esfuerzos de tracción y compresión. Por ello existen formas particulares para disponer las armaduras en estos muros.

Empujes:

Se denomina empuje a la acción que las tierras ejercen sobre el muro. Los empujes pueden ser activos y pasivos.

- *Empuje activo:* Es el que ejerce la tierra que es sostenida por el muro y que para dicho fin se construye éste.

- *Empuje pasivo*: EL empuje pasivo contrarresta la acción del empuje activo y es el producido por un terreno que absorbe la acción producida por la estructura mostrada. Como el empuje pasivo puede comenzar a actuar cuando el muro haya sufrido un pequeño corrimiento, se debe tener en cuenta y observar este fenómeno, cuando en los cálculos se haya contado con dicho empuje para mantener la estabilidad de la estructura proyectada.

g. Gaviones.

Un gavión consiste en una caja de forma prismática rectangular, que es Instrumento óptico formado por dos cilindros en cuyo interior se colocan las lentes que permiten ver ampliados los objetos lejanos, rellena de piedra con un enrejado metálico de malla o a veces arena y tierra para el uso de la ingeniería civil como para la construcción de las carreteras y aplicaciones militares para el control de la erosión, que usan escollera enjaulado, que es una obra hecha con piedras o bloques de cemento u hormigón echados al fondo del agua para formar un dique de defensa contra el oleaje del mar.

El uso de la ingeniería civil más común de los gaviones es estabilizar las costas, las orillas de los arroyos o laderas contra la erosión que es el desgaste de una superficie producida por una fricción o roce, que incluyen muros de contención temporales, la filtración de los sedimentos por la corriente de agua que rebosa su depósito o cauce natural o artificial, para las presas pequeñas, temporales o permanentes y para la formación de río o los forrados de canales que se pueden utilizar para dirigir la fuerza de una corriente de agua de la inundación alrededor de una estructura vulnerable.

Los Gaviones tienen algunas ventajas sobre escollera, que es una construcción hecha con grandes rocas o bloques de cemento que se arrojan al fondo del mar hasta levantar una especie de muro o rompeolas que sirve de protección contra la acción del mar debido a su modalidad y capacidad de aplicarse en varias formas.

CAPÍTULO 03: **HIPOTESIS**

3.1 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

Si consideramos muros de contención y gaviones en el tramo crítico del cauce del río Tingo del anexo Vijus, entonces se podrá simular el comportamiento hidráulico de dichas estructuras considerando las zonas de inundación.

3.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

- Variable Independiente (V1) : Topografía del cauce del río Tingo.
- Variable Dependiente (V2) : Simulación del Comportamiento hidráulico del río Tingo con muros de contención y gaviones.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	MEDICION/UNIDAD
Simulación del comportamiento o hidráulico del río Tingo con muros de contención y gaviones.	Es reproducir matemáticamente el comportamiento del flujo, ayudándonos de métodos o técnicas numéricas, para resolver las ecuaciones que tratan de representar el fenómeno físico.	Topográfica de la zona de	Alturas m.s.n.m
		Datos geomorfológico	Áreas (km ²)
			Perímetros (km)
		Cuadros datos hidrológicos	Caudales(m ³)
			Precipitaciones(mm)
Diseño hidráulico muro de contención y gaviones	Capacidad Portante suelo(kg/m ²)		

Tabla N°02: Operacionalización de variable.

CAPÍTULO 04: **MATERIALES Y MÉTODOS**

4.1 MATERIAL

4.1.1 POBLACIÓN

Se considera a todo el cauce del río Tingo.

4.1.2 MUESTRA

Tramo de estudio para realizar el modelamiento hidráulico del río tingo aproximadamente un kilómetro. (1.0 Km)

4.1.3 UNIDAD DE ESTUDIO

La unidad de estudio es la de analizar las zonas críticas de inundación del río Tingo en el tramo anexo Vijus.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

Descriptiva

4.2.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

El tipo de diseño es No experimental.

4.2.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS DE DATOS

- Toma y recolección de datos topográficos con apoyo del centro minero Poderosa, datos hidráulicos e hidrológicos obtenidos por el SENAMHI de la estación pluviométrica de Huamachuco.
- Registros y procesamiento de datos en los softwares aplicados.
- Resumen y análisis de resultados.

4.2.4 PROCEDIMIENTOS Y ANÁLISIS DE DATOS

La Aplicación del software es de la siguiente manera:

1. MS Word : Recolección y procesador de datos
2. MS Excel : Procesador de tablas y datos numéricos y estadísticos.
3. AutoCAD /Civil 3D: Elaboración de curvas de nivel rio Tingo.
4. ARC GIS : Delimitación de la cuenca y datos geomorfológicos.
5. HIDROESTA : Software para cálculos hidrológicos estadísticos.
6. HEC-RAS : Simulador hidráulico del rio Tingo.
7. HEC-GEORAS: Extensión de Hec Ras.
8. HEC-HMS : Software para cálculos en cuenca hidrológica.
9. HEC-GEOHMS: Extensión de HECHMS.
10. HIDROLOGY TOOLBOX : Parámetros hidráulicos del cauce.

CAPÍTULO 5: **DESARROLLO DE LA** **INVESTIGACION**

5.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Nuestra Zona de estudio se ubica en el anexo de Vijus en el valle de Vijus
– Provincia de Pataz – La Libertad, Perú.

a. Localización Distrito Pataz:

Región	: La Libertad
Provincia	: Pataz
Distrito	: Pataz
Región Geográfica	: Sierra
Altitud de la capital	: 2,590 m.s.n.m.



Fig. N°01: Ubicación del departamento de La Libertad.



Fig. N°02: Ubicación del distrito de Pataz.

b. Localización Anexo Vijos

Región	: La Libertad
Provincia	: Pataz
Distrito	: Pataz
Lugar	: Vijos
Región Geográfica	: Sierra
Altitud de la capital	: 1,300 m.s.n.m.



Fig. N°03: Ubicación del distrito de Vijos. (Fuente: Google earth)

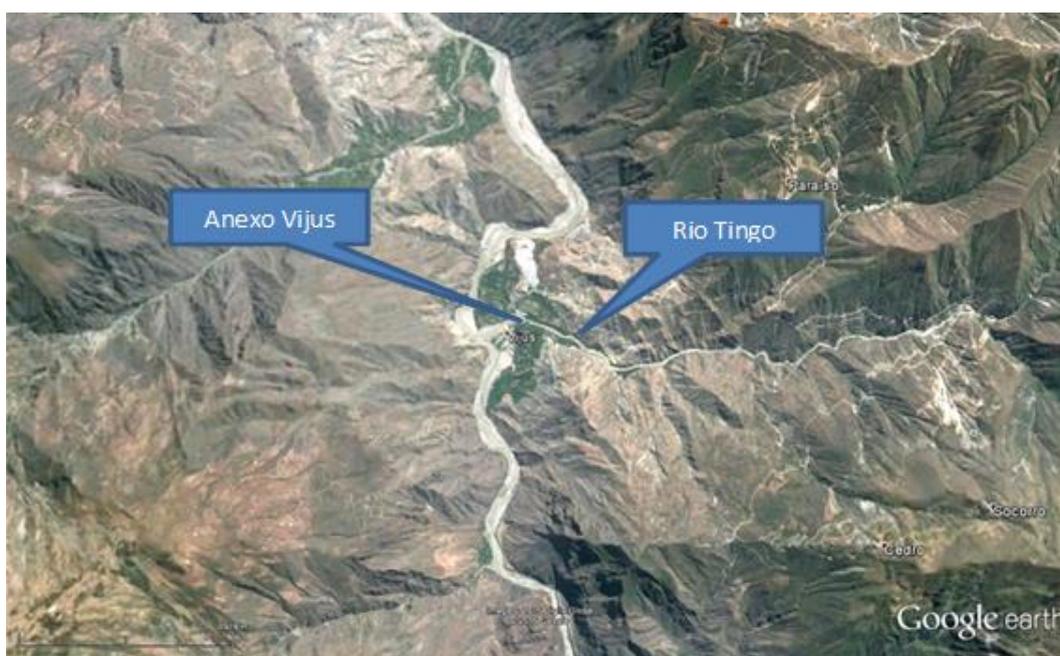


Fig. N°04: Ubicación del anexo Vijos y río Tingo. (Fuente: Google earth)



Fig. N°05: Vista Satelital rio Tingo y el rio Marañón. (Fuente: Google earth)

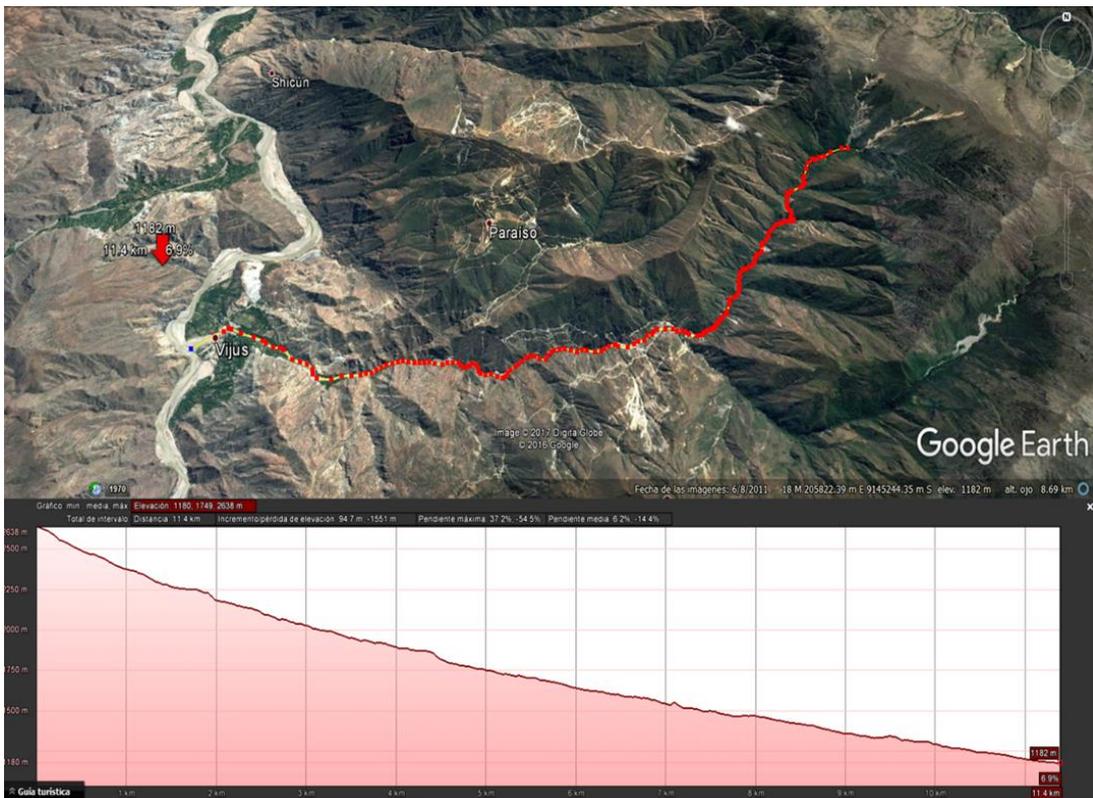


Fig. N°06: Vista satelital rio Tingo y su pendiente. (Fuente: Google earth)

5.2 CLIMA

El distrito de Pataz tiene un clima en la que predomina el cálido a frío, con amplia oscilación entre el día y la noche, entre el sol y la sombra. Especialmente la estación húmeda comprende los meses de noviembre a abril y la estación seca de mayo a octubre, que es la mejor temporada para visitar toda la región de Pataz.

Su temperatura media horaria es de 25° a 13° grados con variaciones a lo largo del año, siendo la temperatura máxima 20° grados centígrados y la temperatura mínima 11° centígrados.

Dentro de la Región su relieve del territorio del valle de Vijus ejerce una marcada influencia sobre la dinámica del clima, modificándola de distintas maneras.

A mayor altitud el clima es cálido a frío, muy seco, con fuertes variaciones de temperatura entre el día y la noche, frecuencia de lluvias.

Así, distinguimos la época bien definida de lluvias (noviembre a abril); una época intermedia al inicio de las lluvias (setiembre) y al final de las lluvias de mayo, y una época seca (junio a setiembre). Sin embargo las variaciones en cuanto a las precipitaciones, ocurre no solo en el año, sino entre los años, ya que pueden presentarse años con condiciones secas, intermedias y lluviosas.

5.3 TEMPERATURA

Según el (SENAMHI), La temperatura promedio es de 20 °C en el distrito de Pataz; el anexo de Vijus puede llegar a la máxima de 25 °C y la mínima de 13 °C, aproximadamente.

5.4 VÍAS DE COMUNICACIÓN

La vía principal de acceso al distrito de Pataz - Vijus es a través de vías:

Lima – Chimbote - Sihuas

Esta ruta demora por lo general entre 18 y 19 horas, la ruta se encuentra asfaltada hasta Chuquicara después es afirmada. En la ruta existe un paso de altura, el abra Cahuacona (3800 msnm) entre Tarica y Sihuas.

Sihuas – Marañón (Huacrachuco)

Esta ruta afirmada demora por lo general 4 horas.

Tayabamba - Pataz

Esta ruta afirmada demora por lo general entre 8 y 9 horas. En la ruta existe un paso de altura, una meseta entre Huancaspata y Tayabamba.

Trujillo – Otuzco - Huamachuco – Pataz

Esta ruta asfaltada y luego del tramo afirmado demora por lo general entre 8 y 9 horas.



Fig. N°07: Vías terrestres del departamento de La Libertad.

5.5 RIESGOS NATURALES

El distrito de Pataz por sus características físicas, como es su topografía, morfología, precipitaciones pluviales y configuración de relieve, está propenso a peligros naturales como: sismos, huacos e inundaciones por desborde del río.

a. Los Sismos

El distrito de Pataz, incluido Vijus está ubicada en una zona de riesgo sísmico, la actividad sísmica es el resultado de la interacción del proceso de reajustes tectónicos del aparato andino.

Los factores que contribuyen a generar efectos desastrosos generalmente son: las condiciones locales donde se encuentran asentadas estas ciudades como es suelos blandos, por la debilidad de las paredes sin refuerzos, sin columnas, sin sobrecimientos, sin contrafuertes, esto hace que ante el fuerte y prolongado movimiento sísmico colapsen sus techos, su antigüedad, la falta de mantenimiento, no seguir las normas constructivas y la autoconstrucción, la amplificación sísmica provocada por suelos blandos cercanos a la costa (entrando en resonancia periodos de vibrar del suelo con las edificaciones), la licuefacción de suelos, y por ende la gran magnitud, la directividad y cercanía de la fuente sísmica. Además, la zona urbana y de expansión de urbana se expone a una severidad menor de los sismos respecto a las áreas rurales.

b. Riesgo sísmico crítico en la cuenca

De acuerdo a la evaluación de riesgo sísmico para la cuenca del río Tingo, se tiene que desde el año 1555 hasta 1980, la magnitud máxima registrada es de 6.9 mb y entre 1963 y 1980, es de 6.6 mb. Según la historia sísmica y la evaluación realizada se considera como terremoto crítico en la cuenca uno de magnitud de 6.5 mb, el cual tiene un período de retorno de 60 años.

c. Huaycos.

El distrito de Pataz está amenazado por huaycos provenientes de las descargas estacionales del río Tingo; y algunas pequeñas quebradas identificadas en la parte este del distrito.

Las fuertes precipitaciones pluviales en las partes altas de la cuenca provocan las grandes crecidas del río, al que se suman los flujos de las quebradas tributarias las cuales arrastran gran cantidad de materiales sólidos y lodo como consecuencia de las fuertes lluvias.

d. Inundaciones.

La configuración hidrográfica del Distrito de Pataz está caracterizada por ser el centro de la importante cuenca del Río Tingo.

La precipitación pluvial anual en la cuenca del río Tingo, varía en función de la altitud. Según la distribución espacial de la precipitación, la cuenca puede ser dividida en dos sectores. La cuenca “semi-seca” comprendida desde la descarga en el río Marañón y la cota 2,000 msnm en donde la precipitación fluvial anual es del orden de 500 mm. El otro sector corresponde a la denominada “cuenca húmeda” comprendida entre 2,000 y 3,200 msnm, cuyo promedio de precipitación anual oscila entre 500 y 1,200mm respectivamente, constituyendo de esta manera el área de aporte efectivo de agua de escorrentía superficial y de agua subterránea.

Zona Sísmica del proyecto según Norma de Diseño Sismo resistente

De acuerdo a la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismo resistente del Reglamento Nacional de Edificaciones, Pataz se encuentra en la Zona Sísmica 3, que se caracteriza por ser la regular intensidad sísmica.



Fig. N°08:
Zonificación sísmica
del Perú.
Fuente: Norma
Peruana de Diseño
Sismo resistente
E.030

5.6 ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS.

En la Provincia de Pataz existen 4 estaciones Pluviométricas sin embargo todas ellas están inactivas actualmente, por ello para la obtención de datos hidrológicos debemos de tener en cuenta de que para esta Cuenca no se tiene Información de caudales ya que no existe una estación pluviométrica en la localidad, por lo tanto consideramos la estación de Huamachuco – Sánchez Carrión, que es la más cercana y que además está en estado habilitado por la SENAMHI.

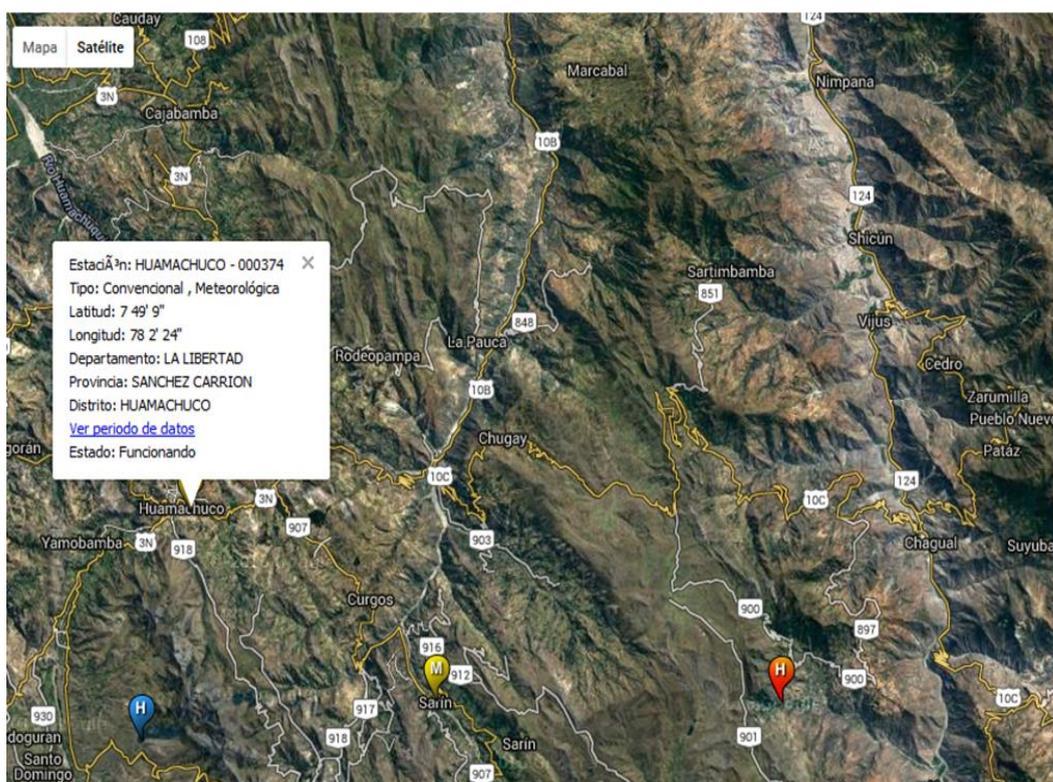


Fig. N°09: Ubicación de estaciones pluviométricas (Fuente: Google earth)

Como se puede observar en la imagen se localiza todas las estaciones que se encuentran cerca de la cuenca en estudio esta se puede localizar en la página web del SENAMHI, como la estación de El Portechuelo en el distrito de Cochorco – Sánchez Carrión que está mucho más cerca pero no está funcionando en la actualidad. Lo que nos lleva tomar datos de la estación de Huamachuco mediante una adquisición de datos de SENAMHI.

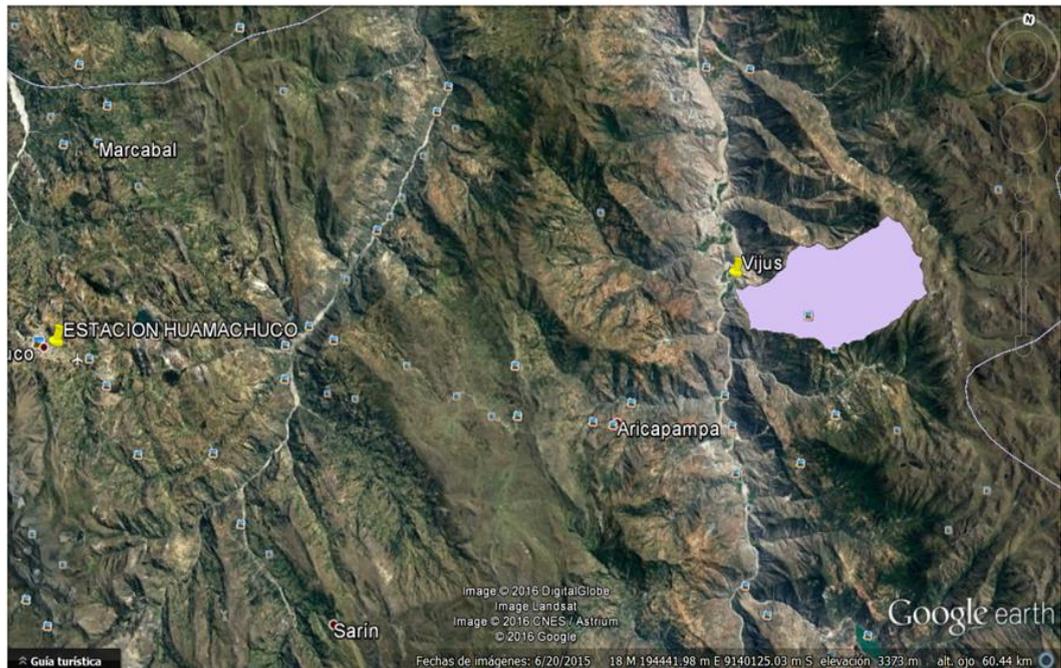


Fig. N°10: Estación Pluviométrica de Huamachuco. (Fuente: Google earth)

Datos de la Estación:

Estación: Huamachuco - 000374
Tipo: Convencional, Meteorológica
Latitud: 7 49' 9" S
Longitud: 78 2' 24" W
Elevación: 3158
Departamento: La Libertad
Provincia: Sánchez Carrión
Distrito: Huamachuco
Estado: Funcionando

5.7 PRECIPITACIONES

Mediante el Software Google Earth, se ubica el área de estudio y la estación meteorológica más cercana a la cuenca, la cual servirá como fuente de Información para la obtención de la precipitación. La estación Huamachuco, es la cual tiene influencia sobre la cuenca en estudio.

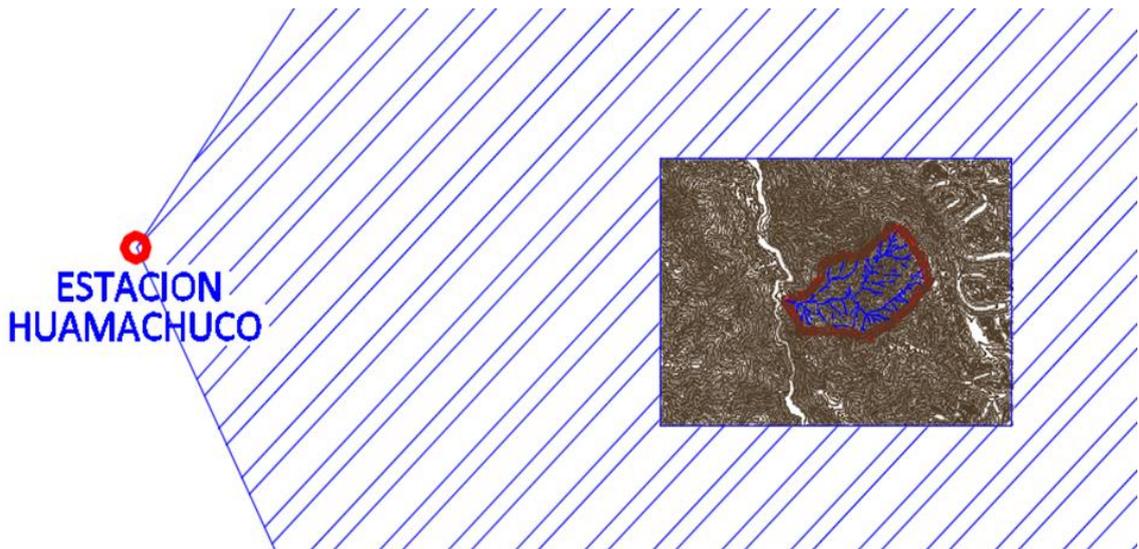


Fig. N°11: Influencia estación Huamachuco a la cuenca Vijos.

Ubicamos nuestra estación según el código asignado para la autoridad administrativa la cual cuenta con catorce autoridades en todo el Perú. Nuestra zona de estudio se encuentra por la autoridad VI la cual abarca varios departamentos en la zona norte.



Fig. N°12: Mapa de autoridades administrativas del agua. (Fuente ANA)

Según el cuadro ubicamos el código perteneciente a la autoridad administrativa VI – Marañón, la cual abarca un área de 55.599 km² con un 21.8% del total del Perú.

Para luego ubicar su autoridad local según la figura 14, perteneciente al código 42 – Huamachuco, según la figura 15.

CÓDIGO	NOMBRE	AREA Km ²	%
I	CAPLINA - OCOÑA	93.130	7,2
II	CHÁPARRA - CHINCHA	48.479	3,8
III	CAÑETE - FORTALEZA	39.937	3,1
IV	HUARMEY - CHICAMA	37.110	2,9
V	JEQUETEPEQUE - ZARUMILLA	62.156	4,8
VI	MARAÑÓN	85.599	6,7
VII	AMAZONAS	280.659	21,8
VIII	HUALLAGA	89.416	7,0
IX	UCAYALI	232.744	18,1
X	MANTARO	34.363	2,7
XI	PAMPAS - APURÍMAC	64.373	5,0
XII	URUBAMBA - VILCANOTA	58.735	4,6
XIII	MADRE DE DIOS	111.933	8,7
XIV	TITICACA	46.582	3,6
		1.285.216	100,0

Fig. N°13: Mapa de autoridades administrativas del agua.

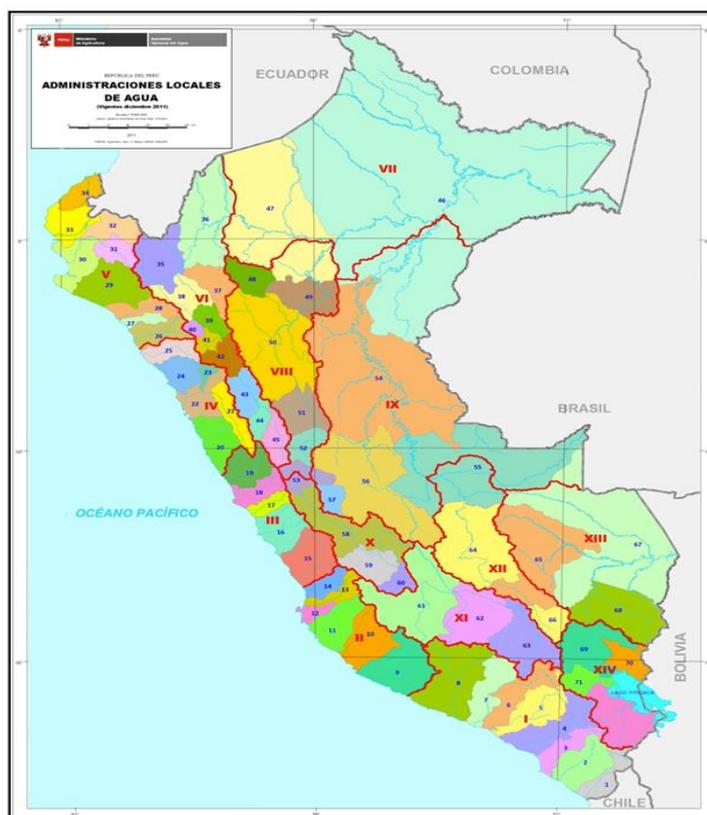


Fig. N°14: Mapa de autoridad local de agua. (Fuente ANA)

ADMINISTRACIONES LOCALES DE AGUA		ADMINISTRACIONES LOCALES DE AGUA	
ID	NOMBRE	ID	NOMBRE
1	Tacna	37	Utcubamba
2	Locumba - Sama	38	Chotano - Llaucano
3	Moquegua	39	Las Yangas - Suite
4	Tambo - Alto Tambo	40	Cajamarca
5	Chili	41	Crisnejas
6	Colca - Sihuas - Chivay	42	Huamachuco
7	Camana - Majes	43	Pomabamba
8	Ocoña - Pausa	44	Huari
9	Cháparra - Acarí	45	Alto Marañón
10	Grande	46	Iquitos
11	Ica	47	Alto Amazonas
12	Río Seco	48	Alto Mayo
13	Pisco	49	Tarapoto
14	San Juan	50	Huallaga Central
15	Mala - Omas - Cañete	51	Tingo María
16	Chillon - Rimac - Lurin	52	Alto Huallaga
17	Chancay - Huaral	53	Pasco
18	Huaura	54	Pucallpa
19	Barranca	55	Atalaya
20	Casma - Huarmey	56	Perené
21	Huaraz	57	Tarma
22	Santa - Lacramarca - Nepeña	58	Mantaro
23	Santiago de Chuco	59	Huancavelica
24	Moche - Virú - Chao	60	Ayacucho
25	Chicama	61	Bajo Apurímac - Pampas
26	Jequetepeque	62	Medio Apurímac - Pachachaca
27	Zaña	63	Alto Apurímac - Velille
28	Chancay - Lambayeque	64	La Convencion
29	Motupe - Olmos - La Leche	65	Cusco
30	Medio y Bajo Piura	66	Sicuani
31	Alto Piura - Huancabamba	67	Maldonado
32	San Lorenzo	68	Inambari
33	Chira	69	Ramis
34	Tumbes	70	Huancane
35	Chinchi - Chamaya	71	Juliaca
36	Bagua - Santiago	72	Ilave

Fig. N°15: Tabla administraciones locales de agua.

Realizamos la consulta al Sistema de Adquisición de datos hídricos online (SADHO), según las características obtenidas con anterioridad y procedemos a la descarga de la base de datos de precipitación, de la cual seleccionaremos la correspondiente a los últimos 20 años.

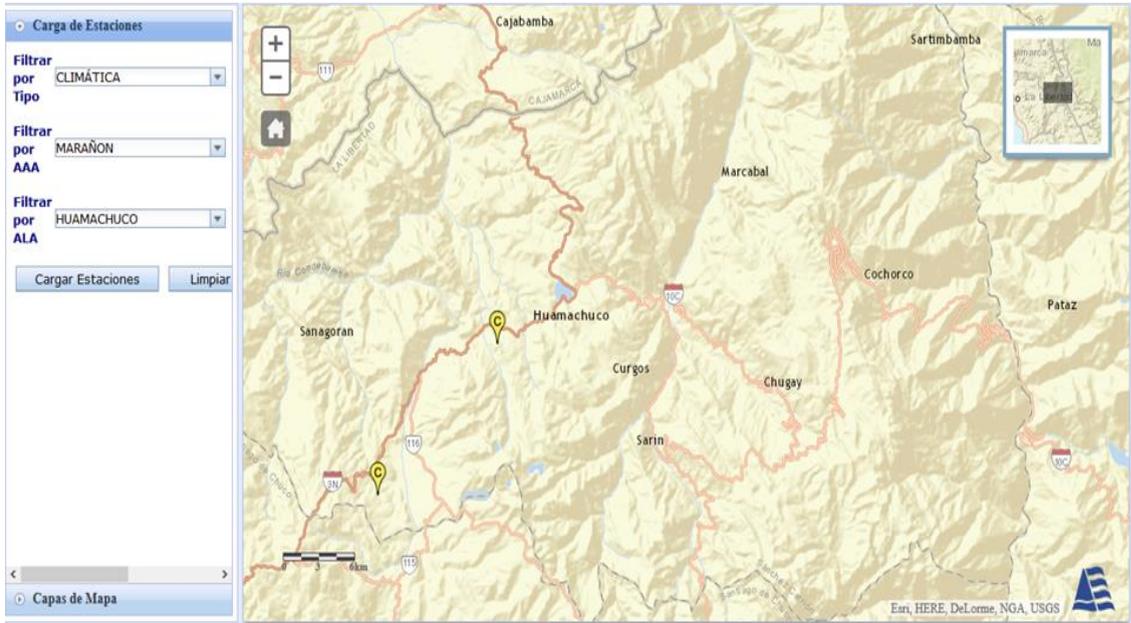


Fig. N°16: Ubicación base de datos precipitación. (Fuente SADHO)

ESTACION HUAMACHUCO - REGISTRO DE PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)

LATITUD: 16° 22' S

LONGITUD: 70° 51' W

ALTITUD: 3158 m.s.n.m.

DPTO. : LA LIBERTAD

PROV. : SANCHEZ CARRION

DIST. : HUAMACHUCO

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1989	19.3	23.8	36.2	25.2	20.0	6.7	0.0	3.1	20.1	18.2	35.8	0.0	208.4
1990	33.5	24.6	4.4	16.2	7.5	14.0	1.2	0.0	20.1	28.6	20.4	9.2	179.7
1993	21.0	22.2	26.3	22.5	9.5	0.0	8.9	1.2	20.8	18.1	30.5	22.2	203.2
1994	15.5	52.2	25.5	30.0	7.5	2.7	2.5	12.0	7.5	21.3	32.6	27.1	236.4
1995	15.0	37.6	13.7	39.2	11.9	7.9	2.5	0.9	3.3	24.1	26.6	18.1	200.8
1996	11.1	34.7	20.7	14.3	6.2	2.8	1.4	4.9	9.8	24.3	14.4	20.2	164.8
1997	24.7	23.8	30.8	9.3	16.3	6.1	0.0	12.8	26.0	35.1	23.1	33.5	241.5
1998	25.4	35.7	29.1	21.1	9.1	6.4	0.8	3.9	5.9	19.0	24.6	8.9	189.9
1999	28.2	49.4	24.2	10.8	12.9	17.3	1.1	3.9	19.3	10.9	34.1	22.4	234.5
2000	30.5	32.1	23.0	12.1	22.1	12.4	2.1	8.4	9.6	16.6	14.6	19.5	203.0
2001	22.3	19.3	29.6	5.7	11.1	2.5	3.7	0.6	5.5	31.9	20.8	34.0	187.0
2002	20.6	16.9	27.0	20.9	13.2	5.7	7.7	0.0	11.4	22.7	25.7	31.2	203.0
2003	16.4	18.0	24.0	21.1	4.9	5.9	2.6	7.2	14.2	18.6	24.8	19.2	176.9
2004	13.6	14.4	12.1	15.2	8.3	1.3	10.9	10.4	12.4	21.0	43.3	13.2	176.1
2005	23.3	34.8	43.1	28.2	7.8	5.7	0.0	13.0	10.4	27.1	6.2	28.2	227.8
2006	51.1	17.2	31.4	22.1	19.1	17.5	7.5	28.0	12.8	21.4	17.8	14.7	260.6
2007	24.5	23.2	25.2	22.9	20.7	0.0	6.7	3.4	8.6	38.9	18.0	23.1	215.2
2008	25.6	22.7	16.0	28.0	27.4	16.9	6.2	5.2	26.4	19.8	17.0	17.7	228.9
2009	29.9	12.5	31.5	30.0	28.6	8.1	10.6	10.2	8.2	23.0	21.2	24.2	238.0
2010	19.3	33.9	47.3	29.9	19.5	13.4	10.8	6.7	6.6	15.1	17.7	32.5	252.7
PROM	23.54	27.45	26.05	21.23	14.18	7.66	4.36	6.79	12.94	22.78	23.46	20.95	211.42
DESV. STA	8.81	11.01	10.03	8.44	7.10	5.71	3.90	6.58	6.87	6.81	8.67	8.95	27.61
MAX.	51.1	52.2	47.3	39.2	28.6	17.5	10.9	28.0	26.4	38.9	43.3	34.0	260.6
MIN.	11.1	12.5	4.4	5.7	4.9	0.0	0.0	0.0	3.3	10.9	6.2	0.0	164.8

Limite por encima del cual se hallan los años húmedos: **235.0**

Limite por debajo del cual se hallan los años secos: **189.2**

Tabla N°03: Registro de precipitación total mensual (mm)

Fuente: SENAMHI (1990-2010)

ESTACION HUAMACHUCO - RESUMEN AÑOS HUMEDOS

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
PROM	23.04	24.40	26.54	16.18	12.08	6.58	3.38	4.02	9.32	21.76	22.10	22.56	191.96
DESV. STA	5.29	8.81	2.96	7.02	6.38	3.60	2.63	3.78	3.69	6.08	4.59	10.16	11.17
MAX.	30.5	35.7	29.6	21.1	22.1	12.4	7.7	8.4	14.2	31.9	25.7	34.0	203.0
MIN.	16.4	16.9	23.0	5.7	4.9	2.5	0.8	0.0	5.5	16.6	14.6	8.9	176.9

CUADRO C.1.2. ESTACION HUAMACHUCO - RESUMEN AÑOS SECOS

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
PROM	18.98	23.54	27.58	22.38	14.42	5.12	8.52	6.68	11.56	20.30	25.42	22.46	206.96
DESV. STA	7.32	10.48	13.16	7.61	9.44	5.56	4.06	3.85	5.59	3.73	11.67	6.98	38.08
MAX.	29.9	34.7	47.3	30.0	28.6	13.4	10.9	10.4	20.8	24.3	43.3	32.5	252.7
MIN.	11.1	12.5	12.1	14.3	6.2	0.0	1.4	1.2	6.6	15.1	14.4	13.2	164.8

Tabla N°04: Resumen de años secos y húmedos

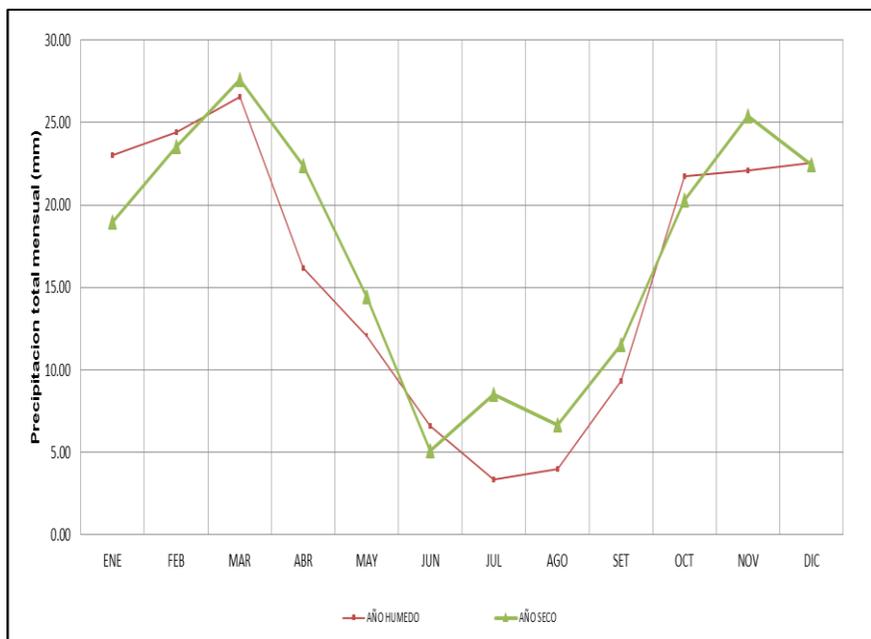


Fig. N°17: Variación precipitación total mensual (Húmedo y Seco)

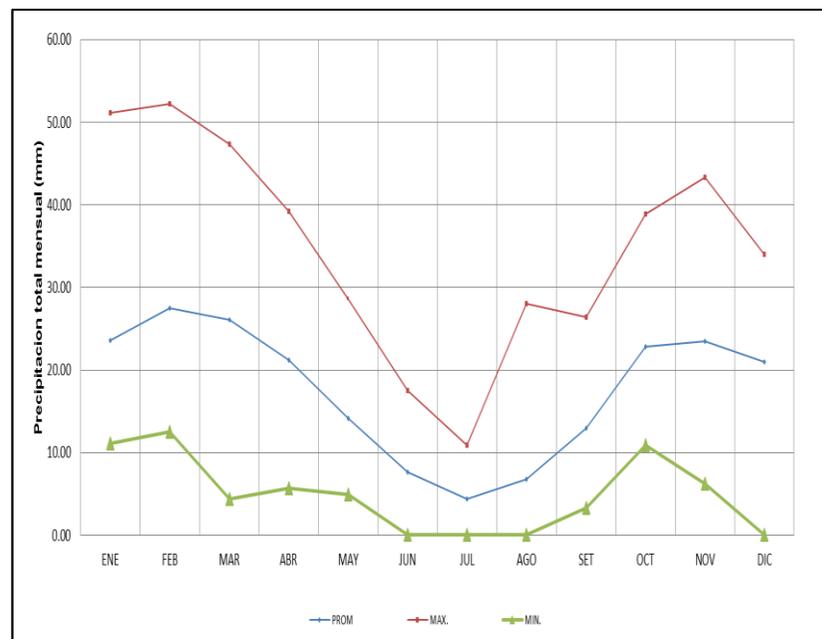


Fig. N°18: Variación precipitación total mensual (Prom-Max-Min)

El grafico anterior se obtiene la variación de la precipitación total anuales en barras para ver la variación notoria de las precipitaciones de 20 años.

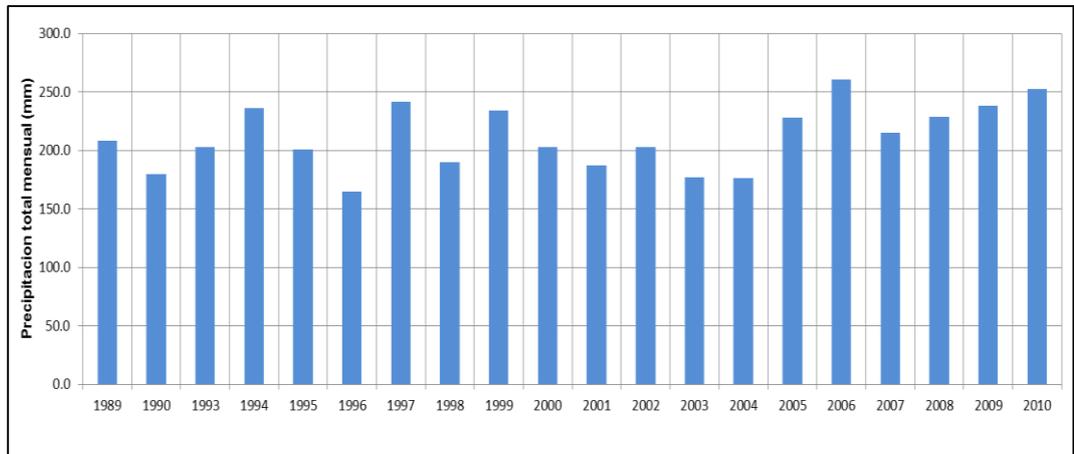


Fig. N°19: Grafico de barras de las precipitaciones totales anuales.

5.8 DELIMITACION CUENCA HIDROGRÁFICA TINGO

Para delimitar la cuenca del rio Tingo se hizo con el software ARC GIS, como primer paso es tener las curvas de nivel de la zona de estudio las cuales fueron descargadas las cartas nacionales de dicha zona, la cual corresponde a la zona 16-h con nombre Pataz, y se descargó de la página web Geo GPS Perú como se muestra en la figura 18, la cual viene por defecto en formato shapefile *(.shp), este mismo es un formato de almacenamiento de datos vectoriales de Esri para almacenar la ubicación, la forma y los atributos de las entidades geográficas.



Fig. N° 20: Cartas Nacionales del Perú (Fuente: GEO GPS Perú)

Zona UTM
Naranja: 17 - Amarillo: 18 - Celeste: 19

Los shapefiles poseen un formato sencillo y no topológico, y sirven para almacenar la ubicación geométrica y la información de atributos de las entidades geográficas. Las entidades geográficas de un shapefile se pueden representar por medio de puntos, líneas o polígonos (áreas).

El espacio de trabajo también puede incluir tablas data BASE, que pueden almacenar atributos adicionales que se pueden vincular a las entidades de un shapefile.

La carta nacional 16-h, trae por defecto el cuadro del margen del cuadrante, archivos Hídricos como las islas, lagos y ríos, en el archivo topográficos como las cotas, curvas de nivel y señales. Donde solo extrajimos y trabajamos con dos archivos shapefile, los cuales fueron las curvas de nivel y los ríos de todo el cuadrante 16-h de Patatz.

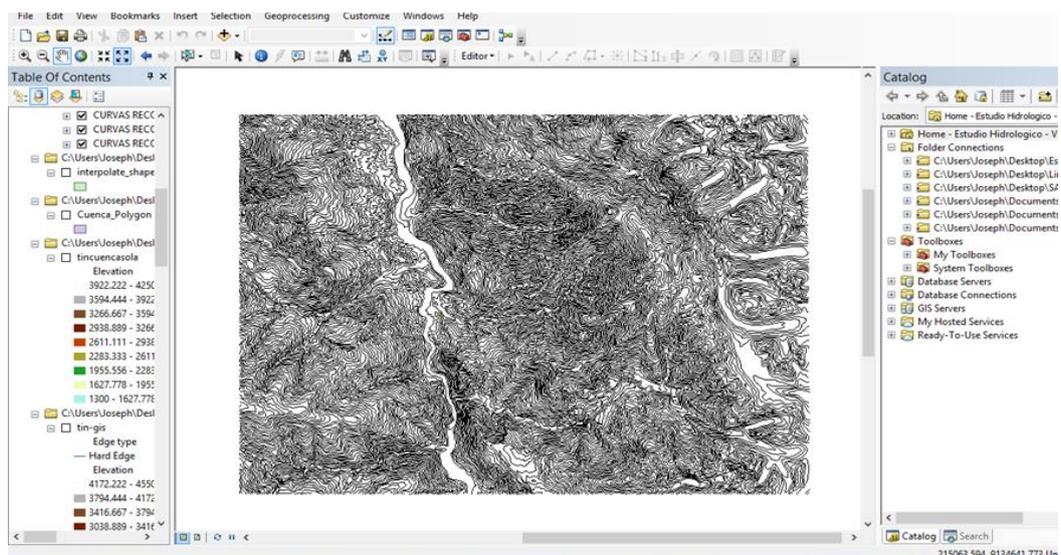


Fig. N°21: Curvas de nivel shapefile en Arc Gis

Mediante el Comando “Create TIN” Se procede a Crear la Superficie de Triangulación desde las curvas de nivel.

Después de esto, mediante el comando “TIN to raster” se transforma la Triangulación en un Raster, que es un Archivo con información, Pixeleado. Se crea un Raster con el Comando “Flow Direction” Mediante el Cual el software Muestra la Dirección de Flujo en Toda la Topografía que ha sido objeto de análisis.

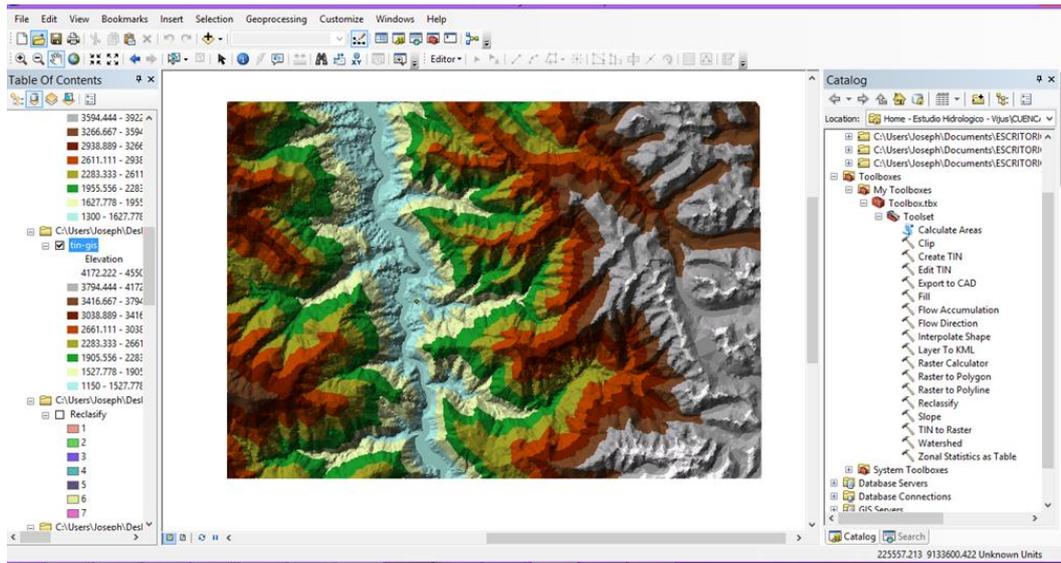


Fig. N° 22: Imagen TIN generado.

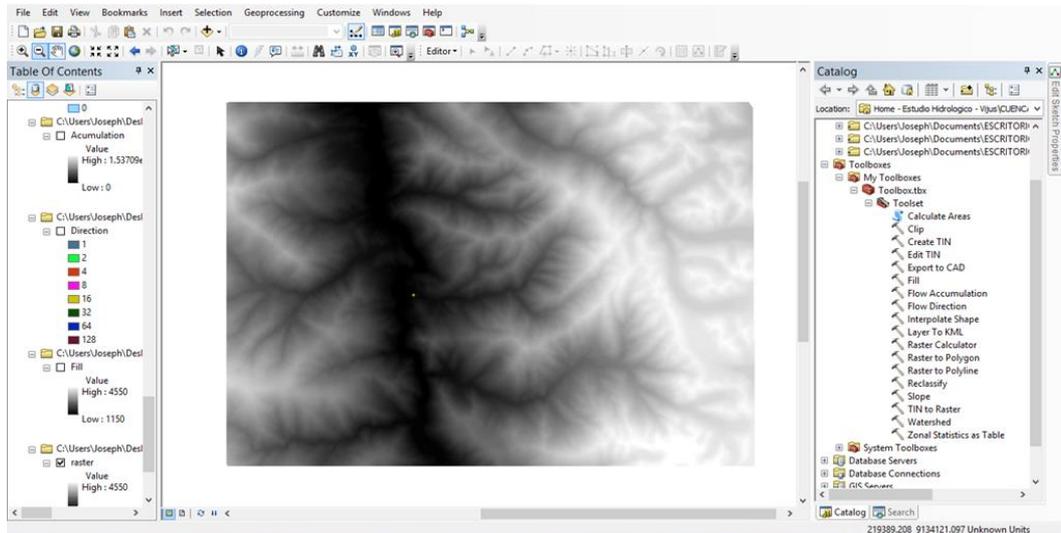


Fig. N°23: Imagen RASTER generado.

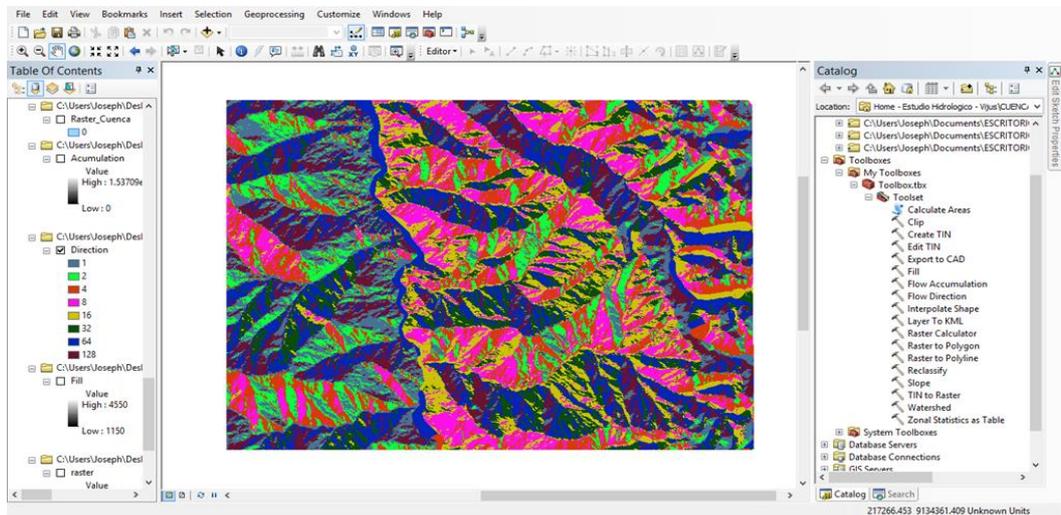


Fig. N°24: Flujo de los cauces de la cuenca.

Finalmente, mediante el Comando “Flow Accumulation” se muestra la acumulación de flujo en los cauces de la cuenca. Después de esto, se procede a seleccionar el punto de salida de la cuenca en estudio.

Por último se delimita la cuenca, mediante el comando “Watershed” y se obtiene un resultado como el de la Imagen Superior.

Se establece el recorrido de los cauces y el cauce más largo mediante el comando “Reclassify” se ordena en tablas.

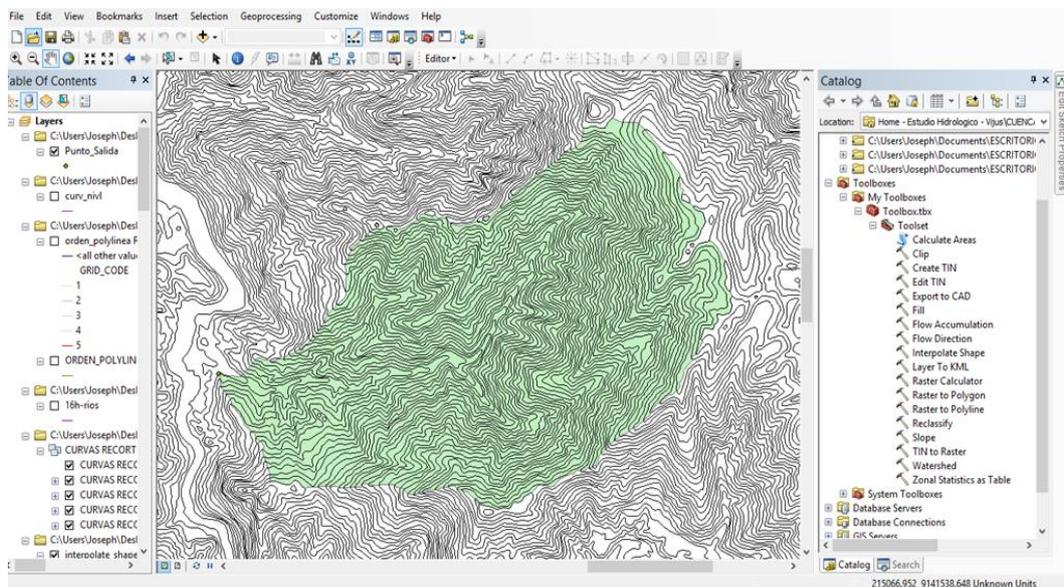


Fig. N°25: Cuenca generada mediante Arc Gis.

En primer lugar, debemos asegurarnos que nuestro layer y nuestras capas a exportar cuentan con su sistema de coordenadas.

A continuación, abriremos ArcToolbox y haremos doble click en conversión tools > to kml. Seleccionaremos layer to Kml, si lo que queremos exportar es un shape o un raster.

Se exporta a google earth para apreciar su delimitación, y finalmente se edita en el print and page del Arc Gis para su vista final como se ve en la figura 25.

Vista 3D en google Earth.

Si se requiere visualizar el relieve o la altitud de una imagen satelital (tal como se muestra en la aplicación Google Earth) el primer requisito es contar con un modelo de elevación digital (TIN, DEM, MDT, etc.) sobre el cual la imagen obtendrá la información del relieve, la aplicación que permite

observar una imagen (ráster) en tres dimensiones es ArcScene, la misma que se usa para el desarrollo de la presente entrada.



Fig. N°26: Cuenca rio Tingo en Google earth en vista 3D.

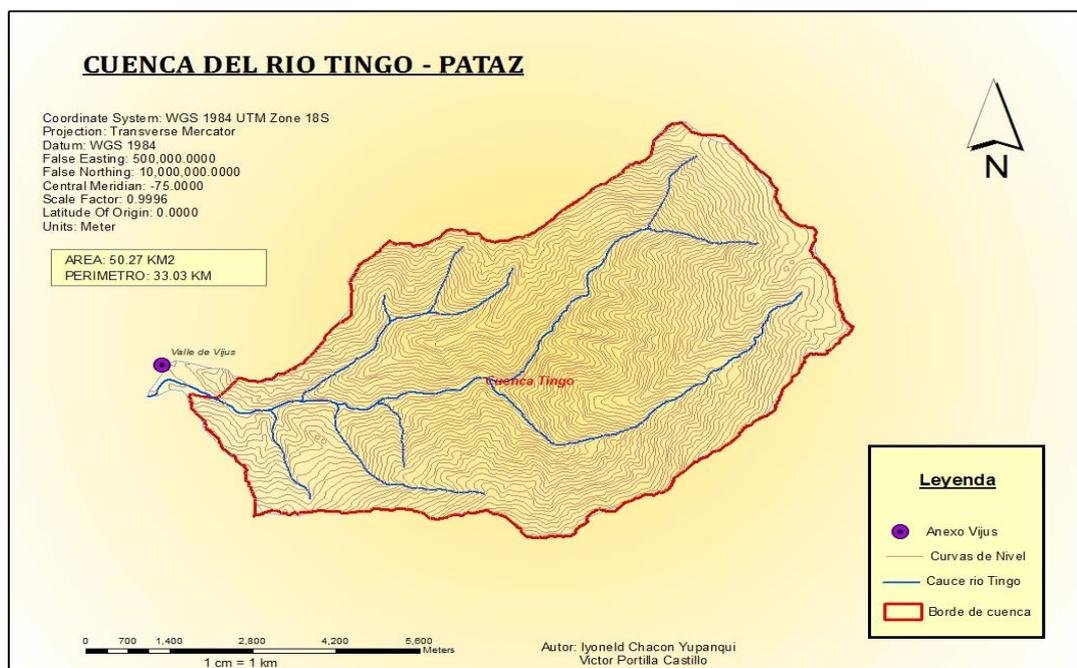


Fig.N°27: Cuenca de rio Tingo delimitada en Layer ArcGis (Fuente: propia)

CAPÍTULO 6: **RESULTADOS**

6.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

La topografía del río Tingo, se divide en tres partes principales de acuerdo con su capacidad erosiva y de transporte de sedimentos:

En un curso superior o de gravedad alta, es donde nace el río. Generalmente, coincide con las áreas montañosas de una cuenca determinada. Aquí el potencial erosivo es mucho mayor y los ríos suelen formar valles en forma de V al encajarse en el relieve. Cuando esta parte del río se encuentra en un clima seco pueden denominarse a veces barrancos, ramblas o torrentes.

En un curso medio o de gravedad inestable, generalmente, en el curso medio del río Tingo suelen alternarse las áreas o zonas donde el río erosiona y donde deposita parte de sus sedimentos, lo cual se debe, principalmente, a las fluctuaciones de la pendiente y a la influencia que reciben con respecto al caudal y sedimentos de sus afluentes. A lo largo del curso medio, la sección transversal del río habitualmente se irá suavizando, tomando forma de palangana seccionada en lugar de la forma de V que prevalece en el curso superior. A lo largo del curso medio, el río sigue teniendo la suficiente energía como para mantener un curso aproximadamente recto, excepto que haya obstáculos, como por ejemplo diversas curvas o montículos.

En el curso inferior, es la parte en donde el río Tingo fluye en áreas relativamente planas, donde se encuentra al tramo del anexo Vijus, suele formar meandros: establece curvas regulares, pudiendo llegar a formar lagos en herradura. Al fluir el río, acarrea grandes cantidades de sedimentos, los que pueden dar origen a islas sedimentarias, llamadas deltas y también puede ocasionar la elevación del cauce por encima del nivel de la llanura, por lo que muchos ríos así suelen discurrir paralelos al mismo por no poder desembocar por la mayor elevación del río principal.

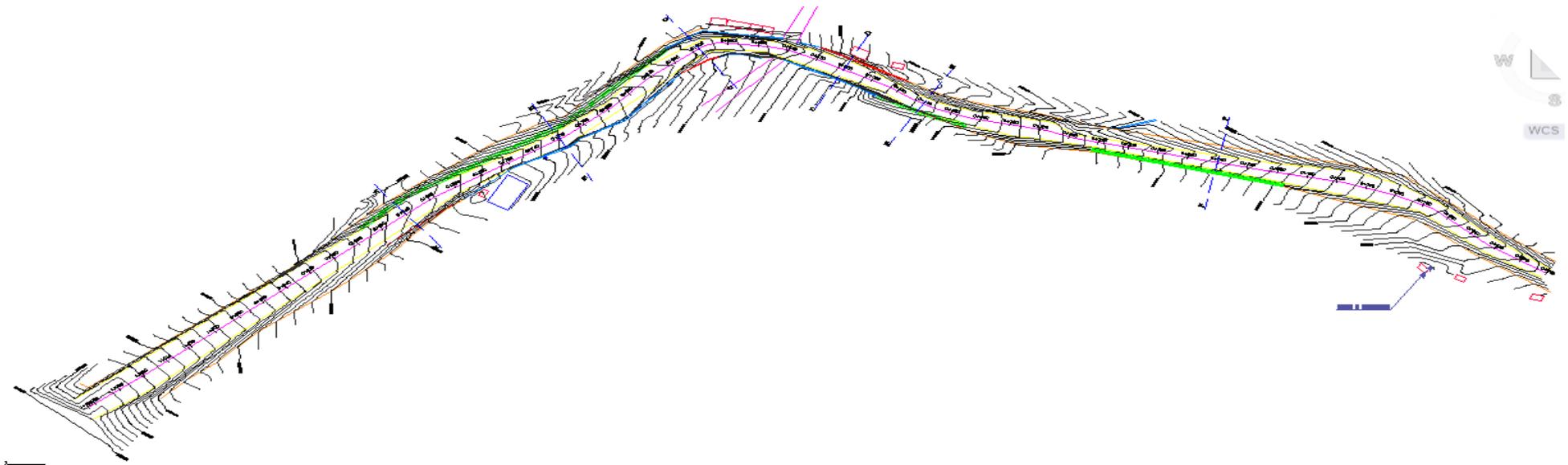


Fig. N°28: Levantamiento Topográfico trabajado en AutoCAD civil 3d con sus progresivas y alineamiento.

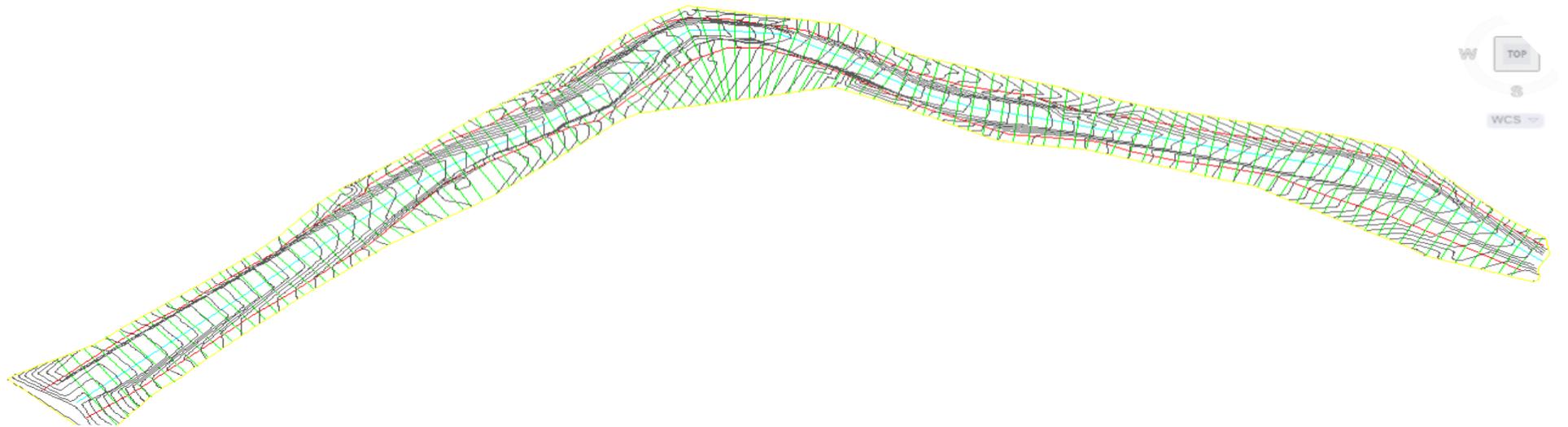


Fig. N°29: Topografía trabajada para hallar las secciones transversales en Hec-Ras.

6.2 PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS

6.2.1 PARÁMETROS BÁSICOS

Área de la cuenca(A):	50.27	km ²
Perímetro de la cuenca (P):	33.03	km
Longitud de la cuenca (L):	13.66	km
Longitud del Cauce Principal (L _p)	5.51	km
Cota Inicial Cauce Principal	4250.00	m.s.n.m.
Cota Final Cauce Principal	1300.00	m.s.n.m.
Longitud Total de Cauces L _t	138.42	km
Ancho de cuenca(w):	3.68 Km	

$$w = \frac{A}{L}$$

6.2.2 CLASIFICACIÓN ÁREAS EN CUENCA

La Clasificación se dio en ArcGis, se dividió en ocho partes de áreas según sus cotas y donde por defecto el software arrojó datos de su cota mínima y máxima, área parcial y acumulada y su porcentaje de ocupa dentro de toda la cuenca hidrográfica del río Tingo.

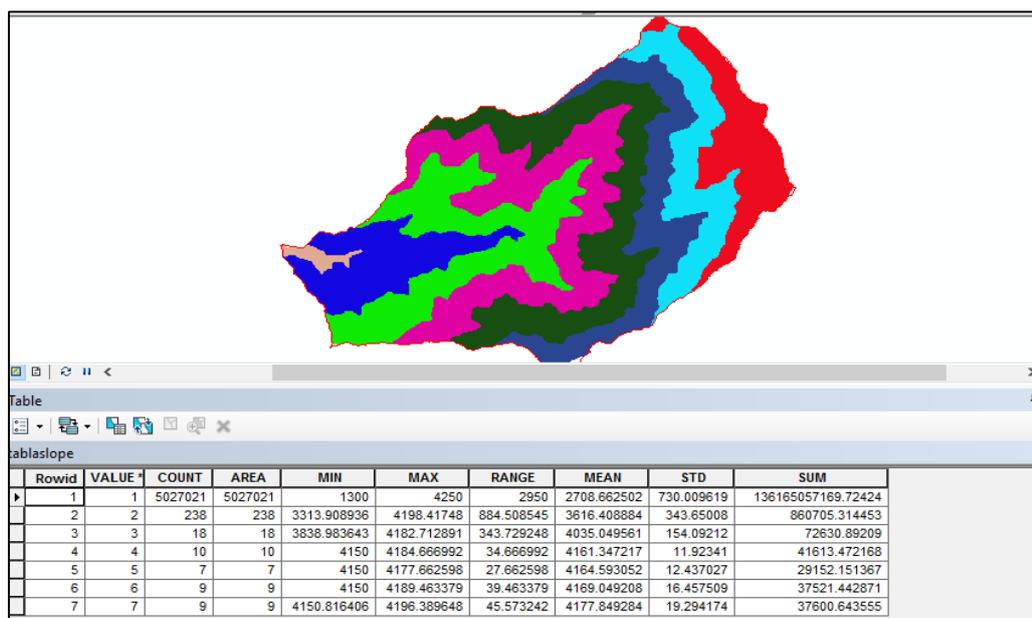


Fig. N°30: Clasificación por cotas y áreas de la cuenca río Tingo.

CUADRO DE ÁREAS ENTRE CURVAS DE NIVEL

Nº ORDEN	COTA MIN	COTA MAX	Área Parcial (km ²)	Área Acumulada (km ²)	Área que queda sobre la superficie (km ²)	Porcentaje de area entre C.N.	Porcentaje de área sobre C.N.
1	1300	1400	0.46	0.46	50.27	0.91%	100.00%
2	1400	1800	5.09	5.54	49.82	10.12%	99.09%
3	1800	2200	8.66	14.21	44.73	17.23%	88.97%
4	2200	2600	10.04	24.24	36.07	19.97%	71.74%
5	2600	3000	9.18	33.42	26.03	18.26%	51.77%
6	3000	3400	6.33	39.75	16.85	12.59%	33.51%
7	3400	3800	5.30	45.05	10.52	10.54%	20.92%
8	3800	4250	5.22	50.27	5.22	10.38%	10.38%
			50.27			100%	

Tabla N°05: Cuadro de áreas entre curvas de nivel de la cuenca

6.2.3 PARÁMETROS DE RELIEVE

6.2.3.1 CURVA HIPSOMETRICA

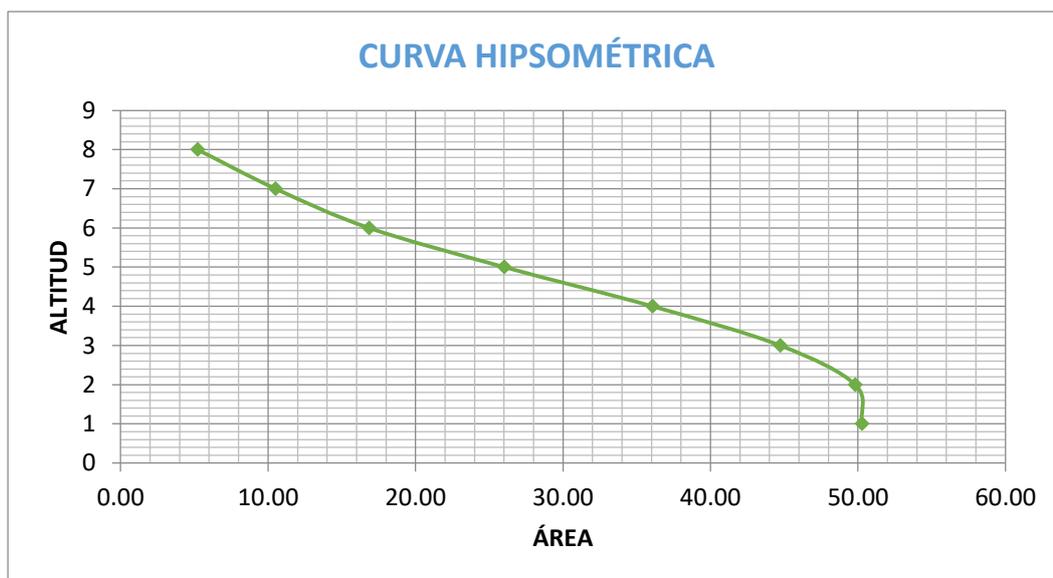


Fig. N°31: Curva hipsométrica altitud vs área de la cuenca.

6.2.3.2 FRECUENCIA DE ALTITUDES

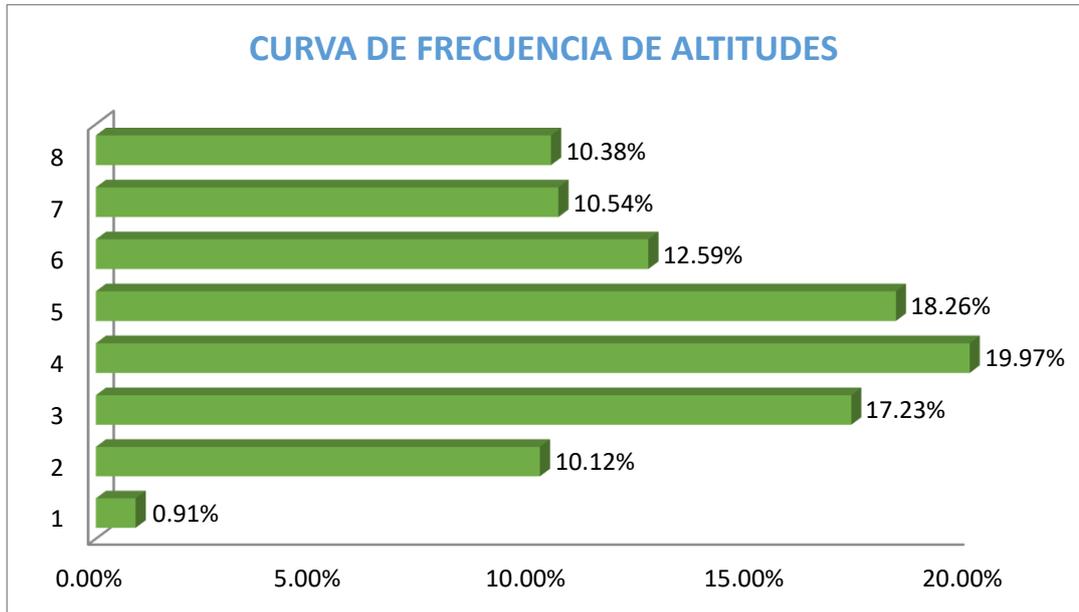


Fig. N°32: Grafica barras de la frecuencia de altitudes por porcentajes.

ALTITUDES CARACTERÍSTICAS

Altitud media de la Cuenca:	2775.00	m.s.n.m.
Altitud más frecuente:	2400.00	m.s.n.m.
Altitud de Frecuencia media (Em):	2709.50	m.s.n.m.

$$Em = \frac{\sum ae}{A}$$

e: Elevación media entre dos contornos

a: Área entre contornos

A: Área total

Factor de forma de una cuenca (F):

$$F = \frac{A}{L^2}$$

0.27

Relación de elongación (R):

$$R = 1.128 \frac{\sqrt{A}}{L}$$

0.59

Relación de circularidad (Rc):

$$Rc = \frac{4A\pi}{p^2}$$

0.58

Índice de compacidad o índice de Gravelious (k):

$$K = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

1.30

6.2.4 PENDIENTE DE LA CUENCA

CUADRO PARA EL CÁLCULO DE PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA

Nº	RANGO PENDIENTE		PROMEDIO	NÚMERO DE OCURRENCIA	PROMEDIO x OCURRENCIA
	INFERIOR	SUPERIOR			
1	0	15	7.5	50270219	377026642.5
2	15	30	22.5	238	5355
3	30	45	37.5	18	675
4	45	60	52.5	10	525
5	60	75	67.5	7	472.5
6	75	90	82.5	9	742.5
7	90	100	95.0	9	855
				50270510	377035267.5

Tabla N°06: Cuadro de rangos pendiente para la pendiente media.

Pendiente media de la Cuenca: 7.50 % Ligeramente Ondulado

Pendiente media del cauce principal: 53.52 % Ligeramente Ondulado

6.3 PARÁMETROS RED HIDROGRÁFICA

Densidad de drenaje (D_d):

2.75

L_t : Longitud total de Cauce:

A : Área de la cuenca

Constantes de estabilidad del Río (C):

0.36

$$C = \frac{A}{L_t}$$

Densidad de corriente (D_c) o Densidad hidrográfica (D_h):

1.91

δ : Coeficiente Adimensional = 0,694

$$D_h = \delta D_d^2$$

6.4 ESTUDIO HIDROLÓGICO

Una vez obtenida la información de precipitación proveniente del Senamhi. Se procede a clasificarla y evaluarla de acuerdo a los métodos contemplados en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC. Esta información es procesada mediante Excel y resumida en precipitaciones máximas en 24 horas (mm) mensuales por años promedios según como se observó en la tabla N°03, así mismo para promedio de años secos y años húmedos como se observó en la tabla N°04.

REGISTRO DE PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

AÑOS	PMAX24
1990	36.2
1991	33.5
1992	30.5
1993	52.2
1994	39.2
1995	34.7
1996	35.1
1997	35.7
1998	49.4
1999	32.1
2000	34.0
2001	31.2
2002	24.8
2003	43.3
2004	43.1
2005	51.1
2007	38.9
2008	28.0
2009	31.5
2010	47.3
PROM	37.6
DESV. STA	7.8
MAX	52.2
MIN	24.8

Tabla N°07: Registro de precipitaciones máximas x 24Hr.

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL EN EL AREA DEL PROYECTO - AÑOS PROMEDIOS

MES	P mm
ENE	23.5
FEB	27.4
MAR	26.1
ABR	21.2
MAY	14.2
JUN	7.7
JUL	4.4
AGO	6.8
SET	12.9
OCT	22.8
NOV	23.5
DIC	21.0

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL EN EL AREA DEL PROYECTO - AÑOS HUMEDOS

MES	P mm
ENE	23.0
FEB	24.4
MAR	26.5
ABR	16.2
MAY	12.1
JUN	6.6
JUL	3.4
AGO	4.0
SET	9.3
OCT	21.8
NOV	22.1
DIC	22.6

**PRECIPITACION TOTAL MENSUAL
EN EL AREA DEL PROYECTO - AÑOS
SECOS**

MES	P mm
ENE	19.0
FEB	23.5
MAR	27.6
ABR	22.4
MAY	14.4
JUN	5.1
JUL	8.5
AGO	6.7
SET	11.6
OCT	20.3
NOV	25.4
DIC	22.5

Tabla N°08: Precipitaciones secos y húmedos mensual de todos los años.

De la data obtenida de precipitaciones se evalúa, cual es la precipitación máxima anual y en el mes que se ha dado. Esta se anota en un cuadro resumen, tal como se muestra en la tabla N° 08. Además, se contemplan más adelante los parámetros estadísticos como desviación estándar y promedio.

6.5 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

El objetivo básico de la aplicación de la estadística en Hidrología es el análisis de la información hidrológica en forma de muestras, a fin de inferir las características con que debe ser esperado en el futuro el fenómeno que se estudia. Así poder extraer la información esencial de un conjunto de datos, reduciendo un conjunto grande de números a un conjunto pequeño de números. Las estadísticas son números calculados de una muestra los cuales resumen sus características más importantes. Estos datos registrados de precipitación máximas en 24 horas por el Senamhi fueron corregidos multiplicando por un factor de 1.13 que relaciona la variación existente entre la P máx. diaria y la P máx. instantánea.

DATOS DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS *

Nº	AÑO	ESTACION HUAMACHUCO - P MAX 24
		mm
1	1989	40.9
2	1990	37.9
3	1993	34.5
4	1994	59.0
5	1995	44.3
6	1996	39.2
7	1997	39.7
8	1998	40.3
9	1999	55.8
10	2000	36.3
11	2001	38.4
12	2002	35.3
13	2003	28.0
14	2004	48.9
15	2005	48.7
16	2006	57.7
17	2007	44.0
18	2008	31.6
19	2009	35.6
20	2010	53.4
Número de datos n		20
Promedio x		42.5

Parámetros	Resultados
Media	42.725
Varianza	94.2
Desviación Estándar	9.7058
Coficiente Variación	0.2272
Coficiente de Sesgo	0.3858
Coficiente de Curtosis	2.612

Tabla N°09: Precipitación y parámetros estadísticos agrupando datos.

6.6 CALCULO DE PRECIPITACIONES MAXIMAS

Para obtener las máximas precipitaciones y hallar los caudales de máximos de diseño empleamos dos métodos: por plantillas y cálculos de Excel y por el software estadístico Hidroesta, para analizar los márgenes de diferencia de dichos resultados y elegir los valores más altos para poder tener un mejor resultado óptimo en el diseño de nuestras defensas rivereñas.

6.6.1 METODO ORDINARIO POR PLANTILLAS EN EXCEL

Ingresamos las precipitaciones máximas (X_i) originales, es decir que no están multiplicado por el factor de corrección 1.13 como esta en la tabla N°09. Estos valores tomados de 20 años con su mes ocurrido de dicho evento, y una columna de su ecuación cuadrática para poder hallar sus cálculos probabilísticos.

Nº	Año	Mes Max. Precip.	Precipitación (mm)	
			x_i	$(x_i - \bar{x})^2$
1	1989	mar	36.20	1.93208193
2	1990	ene	33.50	16.7282104
3	1993	nov	30.50	50.2681496
4	1994	feb	52.20	213.45229
5	1995	abr	39.20	2.59212093
6	1996	feb	34.70	8.35212023
7	1997	oct	35.10	6.20006763
8	1998	feb	35.70	3.57211323
9	1999	feb	49.40	139.476254
10	2000	feb	32.10	30.1401384
11	2001	dic	34.00	12.8880533
12	2002	dic	31.20	40.8321447
13	2003	nov	24.80	163.583934
14	2004	nov	43.30	32.60406
15	2005	mar	43.10	30.3600614
16	2006	ene	51.10	182.520276
17	2007	oct	38.90	1.71609083
18	2008	abr	28.00	91.9681671
19	2009	mar	31.50	37.0881426
20	2010	mar	47.30	94.284032
20		Suma	751.8	1160.6

Cálculo variables probabilísticas

$$\text{Media} \quad \bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 37.59 \text{ mm}$$

$$\text{Desviación} \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 7.82 \text{ mm}$$

$$\text{Coeficientes} \quad \alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s = 6.09 \text{ mm}$$

$$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha = 34.07 \text{ mm}$$

Cálculo de las Precipitaciones Diarias Máximas Probables para distintas frecuencias mediante Gumbel.

Reemplazando datos hallamos su variable reducida, su probabilidad de ocurrencia utilizando el método de Gumbel como se observa la ecuación y así poder multiplicar por 1.13 para la corrección del intervalo fijo y se obtiene los siguientes resultados.

$$F_{(x)} = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$$

Periodo Retorno	Variable Reducida	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección intervalo fijo
Años	YT	XT'(mm)	F(xT)	XT (mm)
2	0.3665	36.3061	0.5000	41.0259
5	1.4999	43.2129	0.8000	48.8306
10	2.2504	47.7858	0.9000	53.9980
25	3.1985	53.5637	0.9600	60.5269
50	3.9019	57.8500	0.9800	65.3705
100	4.6001	62.1047	0.9900	70.1783
500	6.2136	71.9367	0.9980	81.2884

Coeficientes para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas

Duraciones, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.30	0.39	0.46	0.52	0.57	0.61	0.68	0.80	0.91	1.00

Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias

Donde finalmente obtenemos los valores principales que son las precipitaciones máximas Pd (mm) por tiempos de duración y para cada periodo de retorno, resaltando las precipitaciones con una duración por 24 horas como se observa en la tabla.

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	X24	41.0259	48.8306	53.9980	60.5269	65.3705	70.1783	81.2884
18 hr	X18 = 91%	37.3336	44.4358	49.1381	48.4216	59.4872	63.8623	73.9725
12 hr	X12 = 80%	32.8207	39.0645	43.1984	48.4216	52.2964	56.1427	65.0308
8 hr	X8 = 68%	27.8976	33.2048	36.7186	41.1583	44.4520	47.7213	55.2761
6 hr	X6 = 61%	25.0258	29.7867	32.9388	36.9214	39.8760	42.8088	49.5860
5 hr	X5 = 57%	23.3848	27.8334	30.7788	34.5004	37.2612	40.0016	46.3344
4 hr	X4 = 52%	21.3335	25.3919	28.0789	31.4740	33.9927	36.4927	42.2700
3 hr	X3 = 46%	18.8719	22.4621	24.8391	27.8424	30.0704	32.2820	37.3927
2 hr	X2 = 39%	16.0001	19.0439	21.0592	23.6055	25.4945	27.3695	31.7025
1 hr	X1 = 30%	12.3078	14.6492	16.1994	18.1581	19.6112	21.0535	24.3865

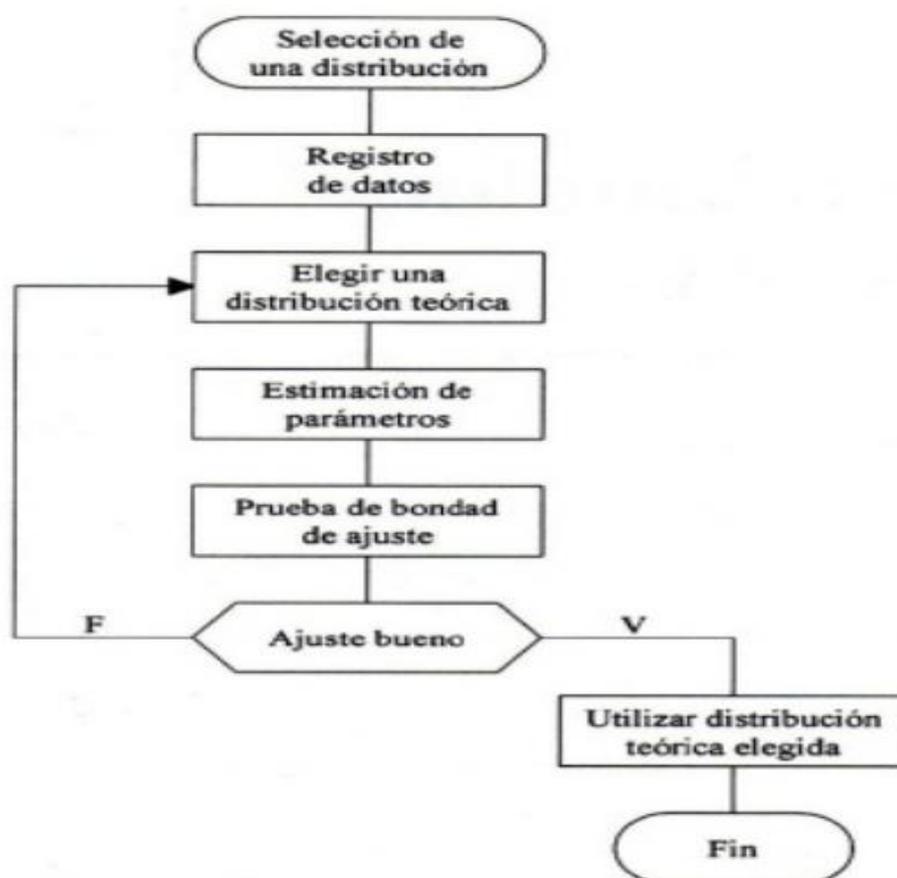
En resumen:

PRECIPITACIONES MAXIMAS INSTANTANEAS ANUALES EN 24 HORAS							
Tr	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
X (mm)	41.03	48.83	54.00	60.53	65.37	70.18	81.29

6.6.2 METODO POR EL SOFTWARE HIDROESTA

Con la finalidad de obtener el análisis estadístico óptimo, se establece una regresión. Esta evaluación se elaboró con el software "HIDROESTA", cuyo autor es el Dr. Máximo Villón. Con un promedio de 42.72 mm de precipitación mensual y una desviación estándar de 9.7 se calculó ingresando el registro de precipitaciones máximas por 24 horas corregidas (Tabla N°09).

Distribuciones

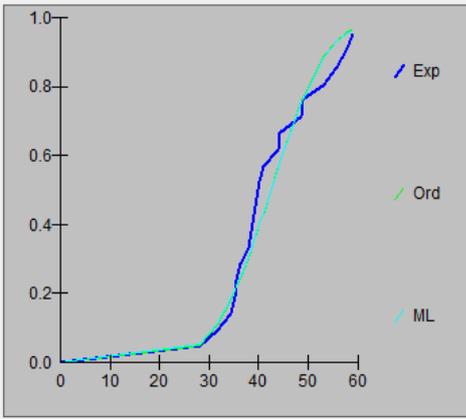


Se evalúan los parámetros estableciendo como delta mínimo el valor más adecuado que determina el método de análisis restando el delta teórico menos el delta tabular (0.3041). A continuación se calcula las distribuciones solo para un periodo de retorno de 500 años por medio de los siguientes cuadros:

DISTRIBUCION NORMAL

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	40.9
2	37.9
3	34.5
4	59.0
5	44.3
6	39.2
7	39.7
8	40.3
9	55.8
10	36.3
11	38.4
12	35.3
13	28.0
14	48.9



Caudal de diseño:
 Caudal (Q): 67.87 m³/s
 Período de retorno (T): 500.4 años
 Probabilidad (P): 99.80 %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Parámetros distribución normal:
 Con momentos ordinarios:
 De localización (Xm): 42.475
 De escala (S): 8.8226

Con momentos lineales:
 Media lineal (Xl): 42.475
 Des. Estandar (Sl): 8.9377

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Ajuste con momentos ordinarios:
 Como el delta teórico 0.1423, es menor que el delta tabular 0.3041. Los datos se ajustan a la distribución Normal, con un nivel de significación del 5%

Archivos y resultados:

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	28.0	0.0476	0.0504	0.0534	0.0028
2	31.6	0.0952	0.1089	0.1128	0.0136
3	34.5	0.1429	0.1830	0.1871	0.0402
4	35.3	0.1905	0.2080	0.2120	0.0176
5	35.6	0.2381	0.2179	0.2218	0.0202
6	36.3	0.2857	0.2420	0.2457	0.0437
7	37.9	0.3333	0.3020	0.3051	0.0313
8	38.4	0.3810	0.3221	0.3249	0.0589

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	28.0	0.0476	0.0504	0.0534	0.0028
2	31.6	0.0952	0.1089	0.1128	0.0136
3	34.5	0.1429	0.1830	0.1871	0.0402
4	35.3	0.1905	0.2080	0.2120	0.0176
5	35.6	0.2381	0.2179	0.2218	0.0202
6	36.3	0.2857	0.2420	0.2457	0.0437
7	37.9	0.3333	0.3020	0.3051	0.0313
8	38.4	0.3810	0.3221	0.3249	0.0589
9	39.2	0.4286	0.3552	0.3576	0.0733
10	39.7	0.4762	0.3766	0.3786	0.0996
11	40.3	0.5238	0.4026	0.4042	0.1212
12	40.9	0.5714	0.4292	0.4303	0.1423
13	44.0	0.6190	0.5686	0.5675	0.0504
14	44.3	0.6667	0.5819	0.5806	0.0847
15	48.7	0.7143	0.7598	0.7561	0.0455
16	48.9	0.7619	0.7668	0.7630	0.0049
17	53.4	0.8095	0.8922	0.8883	0.0827
18	55.8	0.8571	0.9345	0.9312	0.0774
19	57.7	0.9048	0.9578	0.9551	0.0530
20	59.0	0.9524	0.9695	0.9672	0.0171
DELTA TEORICO =					0.1423

Tabla N° 10 : Distribución normal

DISTRIBUCION LOG NORMAL 2 PARAMETROS

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	40.9
2	37.9
3	34.5
4	59.0
5	44.3
6	39.2
7	39.7
8	40.3
9	55.8
10	36.3
11	38.4
12	35.3
13	28.0
14	48.9

Caudal de diseño:
Caudal (Q): 75.02 m³/s
Período de retorno (T): 500.0 años
Probabilidad (P): 99.80 %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Parámetros distribución log-normal:
Con momentos ordinarios:
De escala (μy): 3.7289
De forma (Sy): 0.2046
Con momentos lineales:
De escala (μyl): 3.7289
De forma (Syl): 0.2101

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
Como el delta teórico 0.1060, es menor que el delta tabular 0.3041. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Archivos y resultados:
Crear Accesar Reporte

Calcular

Graficar

Limpiar

Imprimir

Menú Principal

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	28.0	0.0476	0.0262	0.0295	0.0214
2	31.6	0.0952	0.0888	0.0947	0.0064
3	34.5	0.1429	0.1791	0.1855	0.0363
4	35.3	0.1905	0.2099	0.2161	0.0195
5	35.6	0.2381	0.2220	0.2281	0.0160
6	36.3	0.2857	0.2514	0.2571	0.0343
7	37.9	0.3333	0.3230	0.3274	0.0103
8	38.4	0.3810	0.3464	0.3502	0.0346
9	39.2	0.4286	0.3842	0.3872	0.0443
10	39.7	0.4762	0.4081	0.4105	0.0681
11	40.3	0.5238	0.4368	0.4384	0.0870
12	40.9	0.5714	0.4654	0.4663	0.1060
13	44.0	0.6190	0.6065	0.6038	0.0125
14	44.3	0.6667	0.6193	0.6162	0.0474
15	48.7	0.7143	0.7783	0.7722	0.0640
16	48.9	0.7619	0.7842	0.7781	0.0223
17	53.4	0.8095	0.8882	0.8820	0.0786
18	55.8	0.8571	0.9239	0.9183	0.0668
19	57.7	0.9048	0.9447	0.9398	0.0399
20	59.0	0.9524	0.9558	0.9515	0.0035
DELTA TEORICO =					0.1060

Tabla N° 11 : Distribución Log normal

DISTRIBUCION GAMMA 2 PARAMETROS

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER.

N°	X
1	40.9
2	37.9
3	34.5
4	59.0
5	44.3
6	39.2
7	39.7
8	40.3
9	55.8
10	36.3
11	38.4
12	35.3
13	28.0
14	48.9

Caudal de diseño:
Caudal (Q): 70.89 m³/s
Período de retorno (T): 500 años
Probabilidad (P): 99.80 %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Parámetros distribución Gamma 2 par:
Con momentos ordinarios:
De forma (gamma): 25.1421
De escala (beta): 1.6894
Con momentos lineales:
De forma (gamma): 11.4779
De escala (beta): 3.7006

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	28.0	0.0476	0.0297	0.1115	0.0179
2	31.6	0.0952	0.0893	0.1965	0.0060
3	34.5	0.1429	0.1736	0.2807	0.0307
4	35.3	0.1905	0.2026	0.3057	0.0121
5	35.6	0.2381	0.2140	0.3152	0.0241
6	36.3	0.2857	0.2419	0.3377	0.0438
7	37.9	0.3333	0.3108	0.3900	0.0226
8	38.4	0.3810	0.3335	0.4065	0.0475

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Ajuste con momentos ordinarios:
Como el delta teórico 0.1198, es menor que el delta tabular 0.3041. Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Calcular

Graficar

Limpiar

Imprimir

Menú Principal

Archivos y resultados:

Crear

Accesar

Reporte

18:36
14/09/2017

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	28.0	0.0476	0.0297	0.1115	0.0179
2	31.6	0.0952	0.0893	0.1965	0.0060
3	34.5	0.1429	0.1736	0.2807	0.0307
4	35.3	0.1905	0.2026	0.3057	0.0121
5	35.6	0.2381	0.2140	0.3152	0.0241
6	36.3	0.2857	0.2419	0.3377	0.0438
7	37.9	0.3333	0.3108	0.3900	0.0226
8	38.4	0.3810	0.3335	0.4065	0.0475
9	39.2	0.4286	0.3707	0.4329	0.0579
10	39.7	0.4762	0.3943	0.4494	0.0819
11	40.3	0.5238	0.4229	0.4691	0.1009
12	40.9	0.5714	0.4516	0.4887	0.1198
13	44.0	0.6190	0.5965	0.5865	0.0226
14	44.3	0.6667	0.6098	0.5955	0.0569
15	48.7	0.7143	0.7786	0.7162	0.0643
16	48.9	0.7619	0.7850	0.7211	0.0230
17	53.4	0.8095	0.8959	0.8167	0.0864
18	55.8	0.8571	0.9330	0.8565	0.0758
19	57.7	0.9048	0.9539	0.8829	0.0491
20	59.0	0.9524	0.9647	0.8986	0.0123
			DELTA TEORICO =		0.1198

Tabla N° 12 : Distribución Gamma

DISTRIBUCION LOG PEARSON TIPO III

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	40.9
2	37.9
3	34.5
4	59.0
5	44.3
6	39.2
7	39.7
8	40.3
9	55.8
10	36.3
11	38.4
12	35.3
13	28.0
14	48.9

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): 77.94 m³/s
 Período de retorno (T): 500 años
 Probabilidad (P): 99.8 %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Parámetros distribución LogPearson3:
Momentos ordinarios:
 De posición (x0): 1.1759
 De forma (gamma): 155.7588
 De escala (beta): 0.0164
Momentos lineales:
 De posición (x0L): 2.6407
 De forma (gammaL): 26.5758
 De escala (betaL): 0.0409

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
 Como el delta teórico 0.09548, es menor que el delta tabular 0.3041. Los datos se ajustan a la distribución Log-Pearson tipo 3, con un nivel de significación del 5%

Archivos y resultados:

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	28.0	0.0476	0.0215	0.0176	0.0261
2	31.6	0.0952	0.0849	0.0853	0.0103
3	34.5	0.1429	0.1800	0.1889	0.0371
4	35.3	0.1905	0.2125	0.2237	0.0220
5	35.6	0.2381	0.2252	0.2373	0.0129
6	36.3	0.2857	0.2560	0.2698	0.0297
7	37.9	0.3333	0.3306	0.3470	0.0027
8	38.4	0.3810	0.3547	0.3715	0.0262

Calcular

Graficar

Limpiar

Imprimir

Menú Principal

18:39 14/09/2017

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom. Lineal	Delta
1	28.0	0.0476	0.0215	0.0176	0.0261
2	31.6	0.0952	0.0849	0.0853	0.0103
3	34.5	0.1429	0.1800	0.1889	0.0371
4	35.3	0.1905	0.2125	0.2237	0.0220
5	35.6	0.2381	0.2252	0.2373	0.0129
6	36.3	0.2857	0.2560	0.2698	0.0297
7	37.9	0.3333	0.3306	0.3470	0.0027
8	38.4	0.3810	0.3547	0.3715	0.0262
9	39.2	0.4286	0.3936	0.4107	0.0350
10	39.7	0.4762	0.4180	0.4350	0.0582
11	40.3	0.5238	0.4471	0.4638	0.0767
12	40.9	0.5714	0.4760	0.4921	0.0955
13	44.0	0.6190	0.6160	0.6263	0.0030
14	44.3	0.6667	0.6285	0.6380	0.0382
15	48.7	0.7143	0.7817	0.7805	0.0674
16	48.9	0.7619	0.7873	0.7857	0.0254
17	53.4	0.8095	0.8861	0.8776	0.0765
18	55.8	0.8571	0.9203	0.9103	0.0631
19	57.7	0.9048	0.9404	0.9302	0.0357
20	59.0	0.9524	0.9514	0.9413	0.0010
DELTA TEORICO =					0.0955

Tabla N° 13 : Distribución Log Pearson tipo III

DISTRIBUCION GUMBEL

Ingreso de datos:

Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	40.9
2	37.9
3	34.5
4	59.0
5	44.3
6	39.2
7	39.7
8	40.3
9	55.8
10	36.3
11	38.4
12	35.3
13	28.0
14	48.9

Caudal de diseño:

Caudal (Q): 81.25 m³/s

Período de retorno (T): 500 años

Probabilidad (P): 99.80 %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Parámetros distribución Gumbel:

Con momentos ordinarios:

De posición (μ): 38.5044

De escala (alfa): 6.8789

Con momentos lineales:

De posición (μl): 38.2589

De escala (alfal): 7.3042

Tipo de ajuste:

Parámetros ordinarios

Momentos lineales

Nivel significación:

0.20

0.10

0.05

0.01

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.0825, es menor que el delta tabular 0.3041. Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%

Archivos y resultados:

Crear Accesar Reporte

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	28.0	0.0476	0.0100	0.0170	0.0376
2	31.6	0.0952	0.0653	0.0830	0.0299
3	34.5	0.1429	0.1670	0.1877	0.0241
4	35.3	0.1905	0.2032	0.2233	0.0128
5	35.6	0.2381	0.2175	0.2371	0.0205
6	36.3	0.2857	0.2521	0.2705	0.0336
7	37.9	0.3333	0.3356	0.3498	0.0023
8	38.4	0.3810	0.3623	0.3750	0.0187

Calcular

Graficar

Limpiar

Imprimir

Menú Principal

Crear

Accesar

Reporte

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	28.0	0.0476	0.0100	0.0170	0.0376
2	31.6	0.0952	0.0653	0.0830	0.0299
3	34.5	0.1429	0.167	0.1877	0.0241
4	35.3	0.1905	0.2032	0.2233	0.0128
5	35.6	0.2381	0.2175	0.2371	0.0205
6	36.3	0.2857	0.2521	0.2705	0.0336
7	37.9	0.3333	0.3356	0.3498	0.0023
8	38.4	0.3810	0.3623	0.3750	0.0187
9	39.2	0.4286	0.4050	0.4152	0.0236
10	39.7	0.4762	0.4315	0.4400	0.0447
11	40.3	0.5238	0.4629	0.4694	0.0609
12	40.9	0.5714	0.4937	0.4983	0.0778
13	44.0	0.6190	0.6377	0.6340	0.0187
14	44.3	0.6667	0.6501	0.6458	0.0166
15	48.7	0.7143	0.7968	0.7871	0.0825
16	48.9	0.7619	0.8020	0.7922	0.0401
17	53.4	0.8095	0.8916	0.8818	0.0821
18	55.8	0.8571	0.9223	0.9134	0.0651
19	57.7	0.9048	0.9405	0.9325	0.0357
20	59.0	0.9524	0.9505	0.9432	0.0019
DELTA TEORICO =					0.0825

Tabla N° 14 : Distribución Gumbel

En resumen:

Con las precipitaciones máximas para el periodo de retorno de 500 años, se pudo determinar las demás precipitaciones máximas de diseño para los periodos de retorno de 10, 25, 50 y 100 años, tomando los valores obtenidos con el método de Gumbel, en vista de que su delta teórico es menor a la del crítico y es el que más se ajusta a los parámetros.

Tr (años)	P(X≤x_T)	GUMBEL P (mm)
5	0.800	48.82
10	0.900	53.98
25	0.960	60.51
50	0.980	65.35
100	0.990	70.15
500	0.998	81.25

Tabla N°15: Precipitaciones máximas y probabilidad.

Se elige las precipitaciones por método hecho en el software Hidroesta porque es más exacto y se ajusta más según parámetros ordinarios.

La estación HUAMACHUCO elegida como estación de influencia para el proyecto Rio Tingo en el parámetro de Precipitación Máxima en 24 Horas.

P_{MAX24H} (mm) y Altitud (msnm)

CUENCA	ALTITUD msnm	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)				
		10	25	50	100	500
VIJUS	3158	53.93	60.51	65.35	70.15	81.25

Tabla N°16: Precipitación de diseño de la Cuenca Vijus.

6.7 CALCULO DE PARAMETROS HIDROLOGICOS Y GEOMORFOLOGICOS.

6.7.1 PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA CUENCA VIJUS

La Información, se trabaja para periodos de retorno tales como 10, 25, 50,100 y 500 años, tomando este último como dato para el cálculo de máximas avenidas extraordinarias. Así tomando su riesgo de por lo menos una excedencia del evento de diseño durante la vida útil.

Este periodo de vida útil del proyecto es de 50 años, para lo cual corresponde un periodo de retorno de 500 años. Tomando los datos que ya tenemos como su área, longitud y cotas; hallamos los demás parámetros como su pendiente, su cota media, índice de compacidad y su factor de forma, como se observa en la tabla N°17, la cual nos da una descripción de la cuenca Vijus de su predominancia a pastizales y bosques con mediana cobertura y suelos de baja permeabilidad. Concordante con lo visto en la realidad al momento de la visita al campo o zona de estudio.

Cuenca	PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS								
	AREA A km ²	PERIMETRO P km	LONGITUD CAUCE L km	COTA MINIMA msnm	COTA MAXIMA msnm	PENDIENTE s m/m	COTA MEDIA msnm	INDICE DE COMPACIDAD	FACTOR DE FORMA
VIJUS	50.270	33.030	13.664	1300.0	4250.0	0.216	2775.0	1.31	0.27
DESCRIPCION DE LA CUENCA									
CUENCA VIJUS, predominancia de pastizales y bosques con mediana cobertura; suelos de moderada a baja permeabilidad.									

Tabla N°17: Parámetros geomorfológicos de la cuenca Vijus.

Número de Curva (CN)

Los números de curva han sido tabulados por el método de Soil Conservation Service (SCS) con base en el tipo de suelo y el uso de la tierra. Se definen cuatro grupos de suelos:

A: Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, limos agregados.

B: Suelos poco profundos depositados por el viento, manga arenosa.

C: Mangas arcillosas, mangas arenosas poco profundas, suelo con bajo contenido orgánico y suelos con altos contenidos de arcilla.

D: Suelos que se expanden significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos

Descripción del uso de la tierra	Grupo hidrológico del suelo			
	A	B	C	D
Tierra cultivada ¹ : sin tratamientos de conservación	72	81	88	91
con tratamientos de conservación	62	71	78	81
Pastizales: condiciones pobres	68	79	86	89
condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos: condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas,	45	66	77	83
cubierta buena ²	25	55	70	77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.				
óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75% o más	39	61	74	80
condiciones aceptables: cubierta de pasto en el 50 al 75%	49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)	89	92	94	95
Distritos industriales (72% impermeables)	81	88	91	93
Residencial ³ :				
Tamaño promedio del lote				
Porcentaje promedio impermeable ⁴				
1/8 acre o menos	65	77	85	90
1/4 acre	38	61	75	83
1/3 acre	30	57	72	81
1/2 acre	25	54	70	80
1 acre	20	51	68	79
Parqueaderos pavimentados, techos, accesos, etc. ⁵	98	98	98	98
Calles y carreteras:				
Pavimentados con cunetas y alcantarillados ⁵	98	98	98	98
grava	76	85	89	91
tierra	72	82	87	89

Fig. N°35: Tabla número curva de escorrentía. (Fuente: Ven Te Chow)

Cuenca	AREA A KM2	NUMERO DE CURVA CN
VIJUS	50.270	76.6

Tabla N°18: Curva número y tiempo de retraso, pico y base.

6.7.2 PARÁMETROS HIDROLOGICOS

Se calcula el tiempo de concentración de la cuenca por los métodos considerados en el manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, para poder calcular el tiempo de retardo (T_{lag}) en minutos por métodos de tiempo de concentración en horas tomando en cuenta las precipitaciones máximas (mm) por periodos de retorno como se muestra en la tabla N°16. Fórmulas para calcular el tiempo de concentración (T_c):

Fórmula de Kirpich:

$$T_c = 0.06628 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Fórmula del US Corps of Engineers (Temez):

$$T_c = 0.3 \frac{L^{0.76}}{S^{0.19}}$$

Fórmula de Bransby - Williams:

$$T_c = 0.2433 \frac{L}{A^{0.1} S^{0.2}}$$

Fórmula de Hathaway

$$T_c = 36.60 \frac{(L.n)^{0.467}}{S^{0.234}}$$

Donde:

T_c = Tiempo de concentración en horas.

L = Longitud del cauce en Km.

S = Pendiente en m/m.

A = Área Km².

Calculamos el tiempo de concentración en horas, es decir, es el tiempo que demora en llegar a la estación de salida de una cuenca, una gota de agua considerada hipotéticamente situada en el punto hidrológicamente más alejado de la misma. A partir de ese momento, el caudal es máximo y no podrá incrementarse, si se mantiene una

intensidad de precipitación constante. Dando resultado de 0.90 hr o 54 min (por Kirpich) (Tc).

Para finalmente hallar el tiempo de retardo es decir, el tiempo que transcurre desde el centro de gravedad del Hietograma de precipitaciones al centro de gravedad del hidrograma de caudales (TLAG): 66 minutos, hallada después de calcular el promedio de los cuatro métodos y multiplicar por el coef. 0.60 y por 60 para su transformación en minutos como se observa en la tabla N°19.

CUENCA	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (hr)					T LAG min
	KIRPICH	HATHAWAY	BRANSBY WILLIAMS	US CORP. ING.	MEDIA GEOMETRICA	
VIJUS	0.90	1.39	3.05	2.93	1.83	66.00

Tabla N°19: Tiempo de concentración Tr y tiempo de retardo Tlag.

Intensidad de lluvia (I)

El estudio de frecuencias para las intensidades máximas arrojó la siguiente expresión para las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia en la región:

$$I = \frac{615 \cdot Tr^{0.18}}{(D + 5)^{0.685}}$$

Reemplazando los datos para un periodo de retorno (Tr) de 500 años y con una duración o tiempo de concentración obtenida por el método de kirpich:

$$T_c = 0.06628 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Nos arroja un tiempo de 0.90 horas que convertidas a minutos sale un tiempo de 54 minutos de duración. Calculando finalmente nuestra intensidad de lluvia da como resultado: 50.31mm/Hr

6.8 CALCULO DE HIETOGRAMAS DE DISEÑO MENORES A 24 HORAS.

En los hietogramas haremos una representación gráfica de la precipitación o intensidad caída, en un intervalo de tiempo, en función del tiempo. Con los datos de las precipitaciones máximas de la tabla N°16, esta información se hizo para precipitaciones de diseño menores a 24 horas (Tabla N°20), y poder obtener los hietogramas de diseño con sus intensidades de diseño (Tabla N°21) y hallar sus graficas de curva intensidad, duración y frecuencia, con el fin de generar sus ecuaciones y tener la variable de duración y así de graficar los hietogramas.

PRECIPITACION DE DISEÑO PARA DURACIONES MENORES A 24 HORAS

ZONA DEL PROYECTO : RIO TINGO						
DURACION		PERIODO DE RETORNO				
Hr	min	10	25	50	100	500
0.17	10.00	15.58	17.47	18.86	20.25	23.45
0.33	20.00	18.53	20.77	22.43	24.08	27.89
0.50	30.00	20.51	22.99	24.83	26.65	30.87
0.67	40.00	22.04	24.70	26.68	28.64	33.17
0.83	50.00	23.30	26.12	28.21	30.28	35.07
1.00	60.00	24.39	27.34	29.53	31.69	36.71
1.50	90.00	26.99	30.26	32.68	35.08	40.63
2.00	120.00	29.00	32.51	35.11	37.69	43.65
4.00	240.00	34.49	38.66	41.75	44.82	51.91
6.00	360.00	38.17	42.79	46.21	49.60	57.45
7.00	420.00	39.67	44.47	48.02	51.55	59.71
8.00	480.00	41.02	45.98	49.66	53.30	61.74
10.00	600.00	43.37	48.62	52.50	56.36	65.28
11.00	660.00	44.41	49.79	53.77	57.72	66.85
12.00	720.00	45.39	50.88	54.95	58.99	68.32
24.00	1440.00	53.98	60.51	65.35	70.15	81.25

Tabla N°20: Precipitación de diseño con duración menor a 24 hr.

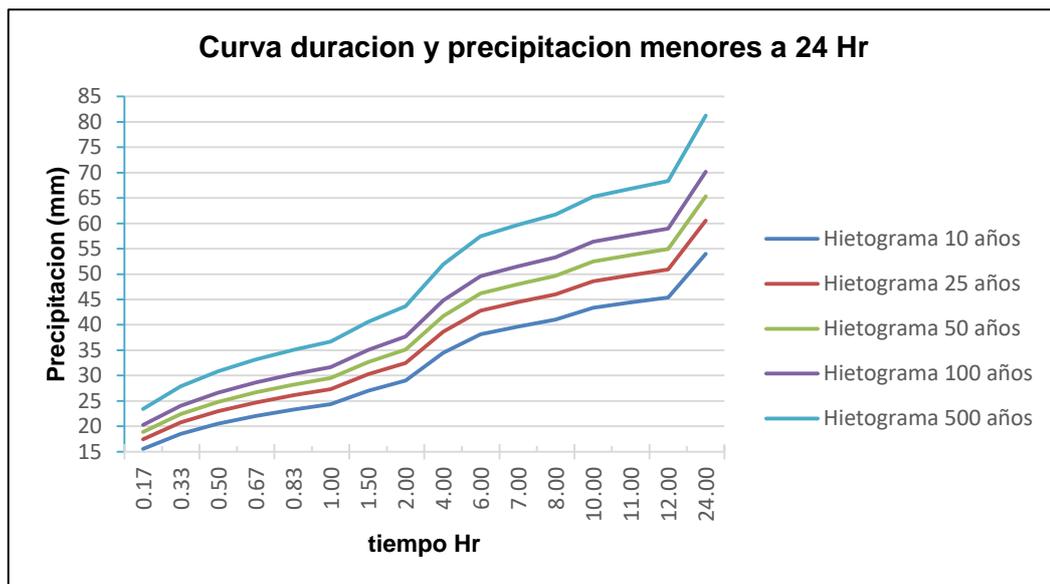


Fig. N°34: Método del SCS, para T= 10, 25, 50, 100 y 500 Años.

INTENSIDADES DE DISEÑO PARA DURACIONES MENORES A 24 HORAS

ZONA DEL PROYECTO						
DURACION		PERIODO DE RETORNO				
Hr	min	10	25	50	100	500
0.17	10.00	93.50	104.81	113.19	121.50	140.73
0.33	20.00	55.59	62.32	67.30	72.25	83.68
0.50	30.00	41.02	45.98	49.66	53.30	61.74
0.67	40.00	33.06	37.05	40.02	42.96	49.76
0.83	50.00	27.96	31.34	33.85	36.34	42.09
1.00	60.00	24.39	27.34	29.53	31.69	36.71
1.50	90.00	17.99	20.17	21.78	23.38	27.08
2.00	120.00	14.50	16.26	17.56	18.85	21.83
4.00	240.00	8.62	9.67	10.44	11.21	12.98
6.00	360.00	6.36	7.13	7.70	8.27	9.58
7.00	420.00	5.67	6.35	6.86	7.36	8.53
8.00	480.00	5.13	5.75	6.21	6.66	7.72
10.00	600.00	4.34	4.86	5.25	5.64	6.53
11.00	660.00	4.04	4.53	4.89	5.25	6.08
12.00	720.00	3.78	4.24	4.58	4.92	5.69
24.00	1440.00	2.25	2.52	2.72	2.92	3.39

Tabla N°21: Intensidades de diseño con duración menor a 24 hr.

La finalidad de esto es obtener las intensidades de diseño para duraciones menores a 24 horas, no obstante, se debe tener en cuenta que estas deben ser evaluadas mediante una regresión, exponencial y generada sus ecuaciones.

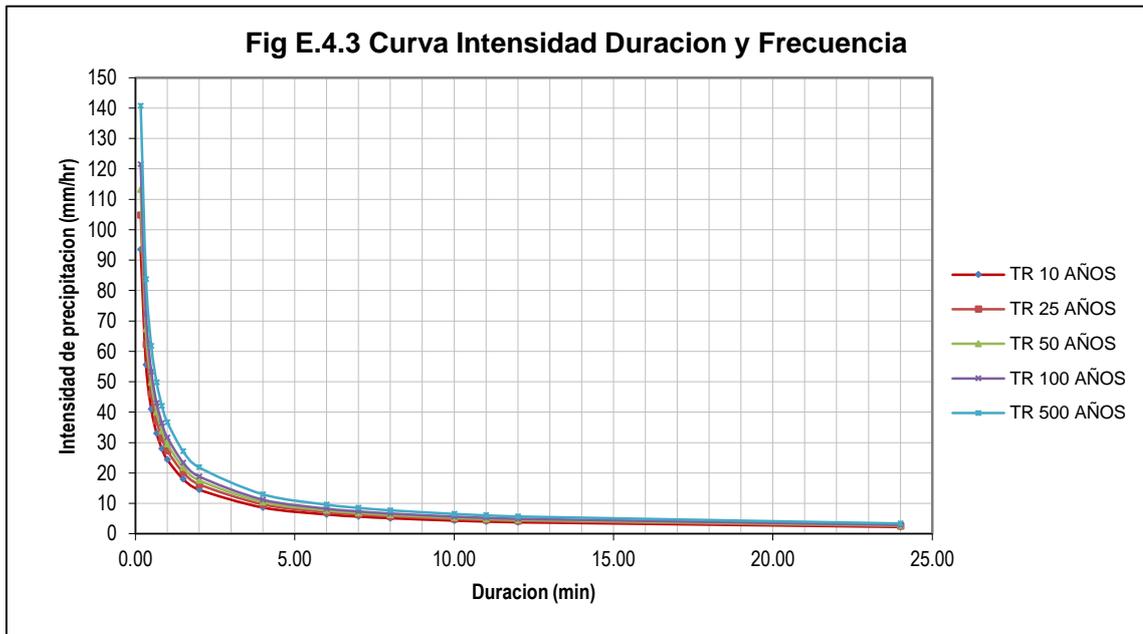


Fig. N°35: Curva de intensidad duracion y frecuencia menor a 24 horas.

$$I_{10} = 525.77D^{-0.75} \quad I_{25} = 589.37D^{-0.75} \quad I_{50} = 636.51D^{-0.75} \quad I_{100} = 683.26D^{-0.75} \quad I_{500} = 791.38D^{-0.75}$$

Esta información debe ser manejada con cuidado, puesto que el resultado contemplará una serie de curvas las cuales se muestran en el grafico anterior, que evaluarán la intensidad, duración y frecuencia de la precipitación, aplicada en la zona de estudio. Los Hietogramas son el resultado de la evaluación de las curvas IDF, mediante el método de Bloques Alternados.

Hietograma para Tr = 10 años

Tiempo (min)	I	Lamina (mm)		P (mm)
60.00	24.39	24.38834692	24.38834692	0.5902
120.00	14.50	29.00279568	4.614448761	0.6329
180.00	10.70	32.0968696	3.09407392	0.6836
240.00	8.62	34.49033098	2.393461378	0.7449
300.00	7.29	36.46908485	1.978753865	0.8207
360.00	6.36	38.1698257	1.700740855	0.9175
420.00	5.67	39.66951348	1.499687781	1.0458
480.00	5.13	41.016147	1.34663352	1.2257
540.00	4.69	42.24185598	1.22570898	1.4997
600.00	4.34	43.36929518	1.127439195	2.3935
660.00	4.04	44.41508888	1.0457937	3.0941
720.00	3.78	45.3918283	0.976739426	24.3883
780.00	3.56	46.3092985	0.917470196	4.6144
840.00	3.37	47.17526768	0.865969183	2.3935
900.00	3.20	47.99601484	0.82074716	1.7007
960.00	3.05	48.77669385	0.780679002	1.3466
1020.00	2.91	49.52159163	0.744897789	1.1274
1080.00	2.79	50.23431569	0.712724051	0.9767
1140.00	2.68	50.9179329	0.683617218	0.8660
1200.00	2.58	51.5750744	0.657141495	0.7807
1260.00	2.49	52.2080158	0.632941404	0.7127
1320.00	2.40	52.81873971	0.610723905	0.6571
1380.00	2.32	53.40898483	0.590245124	0.6107
1440.00	2.25	53.98028518	0.571300351	0.5713

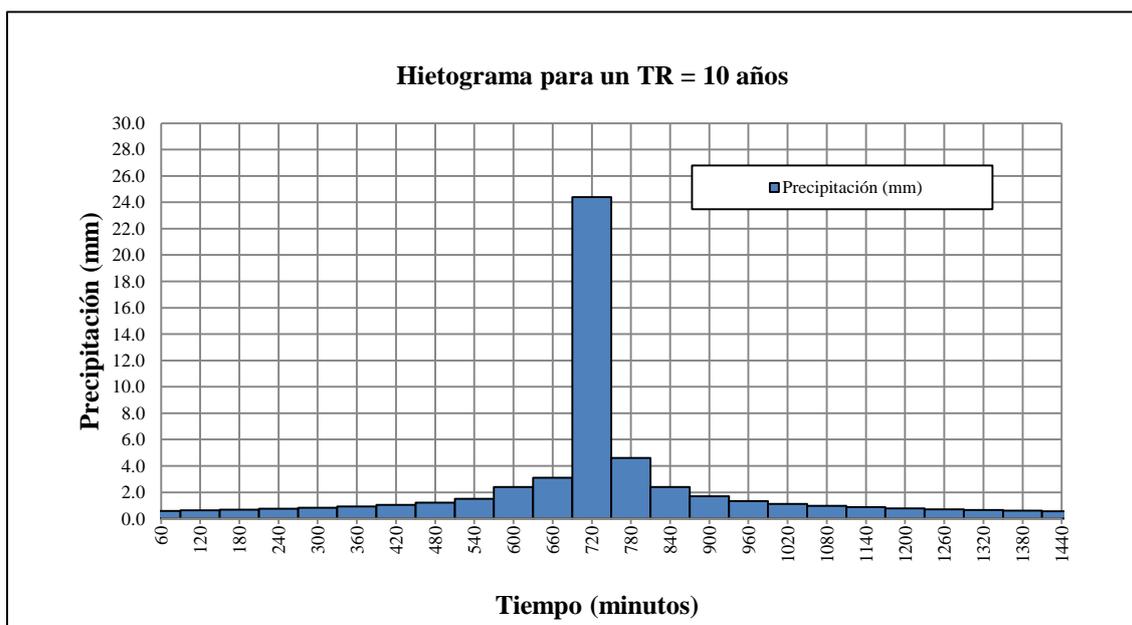


Fig. N°36: Hietograma unitario para Tr de 10 años. (Fuente: Propia)

Hietograma para Tr = 25 años

Tiempo (min)	I	lamina (mm)		P (mm)
60.00	27.34	27.34	27.33849	0.6616
120.00	16.26	32.51	5.17264	0.7095
180.00	11.99	35.98	3.46835	0.7663
240.00	9.67	38.66	2.68299	0.8350
300.00	8.18	40.88	2.21811	0.9200
360.00	7.13	42.79	1.90647	1.0285
420.00	6.35	44.47	1.68110	1.1723
480.00	5.75	45.98	1.50953	1.3740
540.00	5.26	47.35	1.37398	1.6811
600.00	4.86	48.62	1.26382	2.6830
660.00	4.53	49.79	1.17230	3.4683
720.00	4.24	50.88	1.09489	27.3385
780.00	3.99	51.91	1.02845	5.1726
840.00	3.78	52.88	0.97072	2.6830
900.00	3.59	53.80	0.92003	1.9065
960.00	3.42	54.68	0.87511	1.5095
1020.00	3.27	55.51	0.83500	1.2638
1080.00	3.13	56.31	0.79894	1.0949
1140.00	3.00	57.08	0.76631	0.9707
1200.00	2.89	57.81	0.73663	0.8751
1260.00	2.79	58.52	0.70951	0.7989
1320.00	2.69	59.21	0.68460	0.7366
1380.00	2.60	59.87	0.66164	0.6846
1440.00	2.52	60.51	0.64041	0.6404

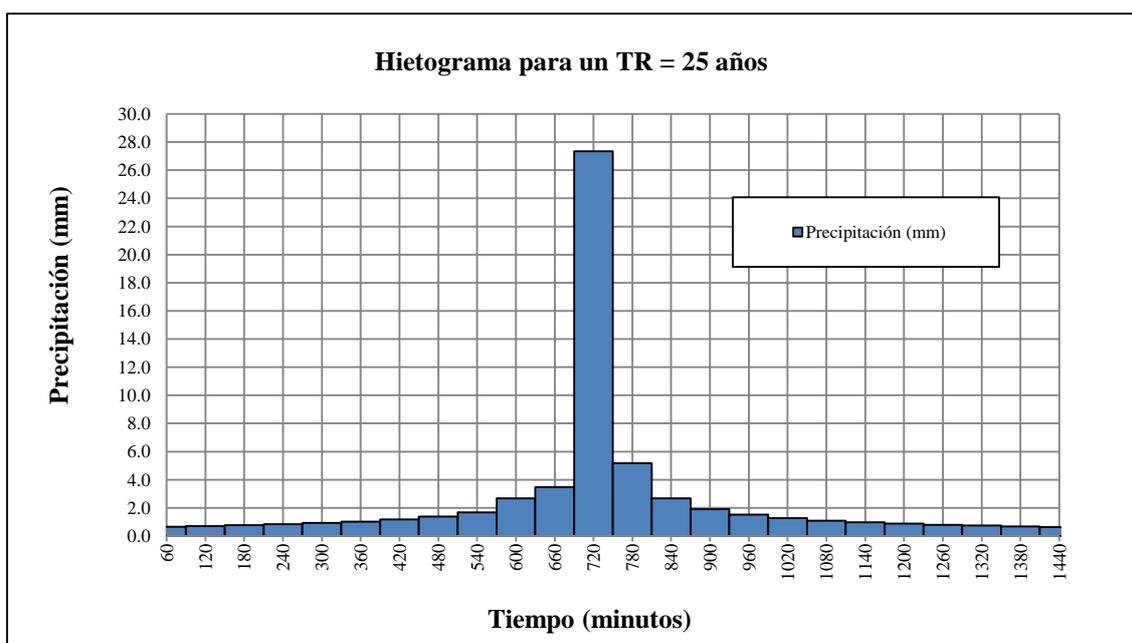


Fig. N°37: Hietograma unitario para Tr de 25 años. (Fuente: Propia)

Hietograma para Tr = 50 años

Tiempo (min)	I	lamina (mm)		P (mm)
60.00	29.5251	29.53	29.53	0.7146
120.00	17.5557	35.11	5.59	0.7663
180.00	12.9524	38.86	3.75	0.8276
240.00	10.4387	41.75	2.90	0.9018
300.00	8.8301	44.15	2.40	0.9936
360.00	7.7016	46.21	2.06	1.1107
420.00	6.8607	48.02	1.82	1.2661
480.00	6.2069	49.66	1.63	1.4839
540.00	5.6821	51.14	1.48	1.8156
600.00	5.2504	52.50	1.36	2.8976
660.00	4.8882	53.77	1.27	3.7458
720.00	4.5794	54.95	1.18	29.5251
780.00	4.3126	56.06	1.11	5.5864
840.00	4.0794	57.11	1.05	2.8976
900.00	3.8737	58.11	0.99	2.0590
960.00	3.6906	59.05	0.95	1.6303
1020.00	3.5266	59.95	0.90	1.3649
1080.00	3.3786	60.81	0.86	1.1825
1140.00	3.2443	61.64	0.83	1.0484
1200.00	3.1219	62.44	0.80	0.9451
1260.00	3.0097	63.20	0.77	0.8628
1320.00	2.9065	63.94	0.74	0.7956
1380.00	2.8112	64.66	0.71	0.7394
1440.00	2.7229	65.35	0.69	0.6916

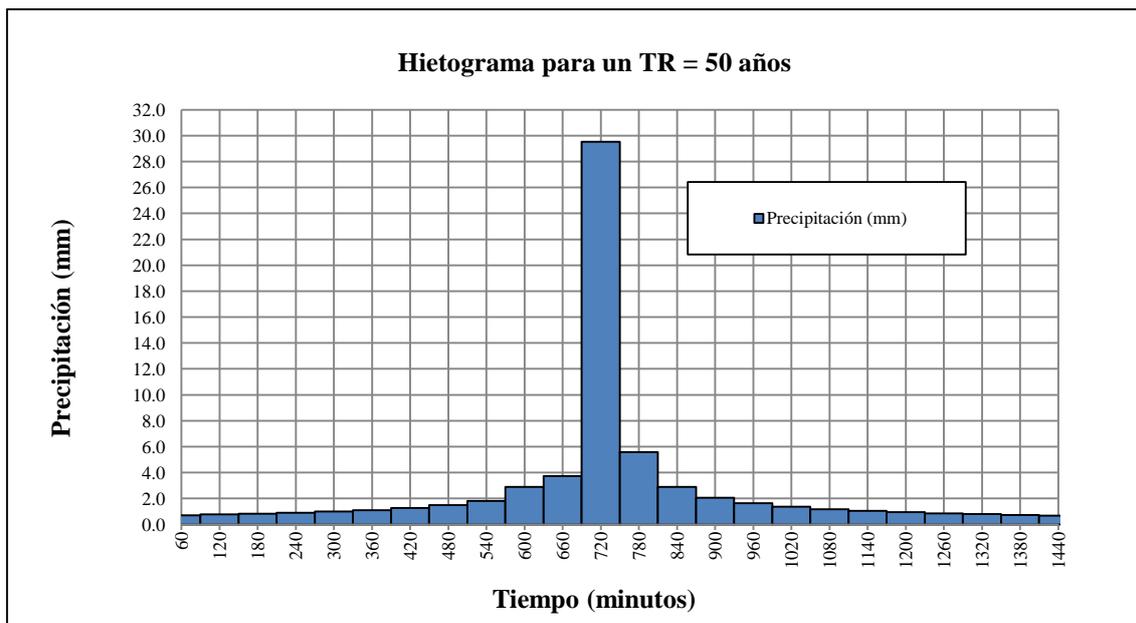


Fig. N°38: Hietograma unitario para Tr de 50 años. (Fuente: Propia)

Hietograma para Tr = 100 años

Tiempo (min)	I	lamina(mm)		P (mm)
60.00	31.69	31.69	31.6937	0.7670
120.00	18.85	37.69	5.9967	0.8225
180.00	13.90	41.71	4.0209	0.8884
240.00	11.21	44.82	3.1104	0.9680
300.00	9.48	47.39	2.5715	1.0666
360.00	8.27	49.60	2.2102	1.1923
420.00	7.36	51.55	1.9489	1.3591
480.00	6.66	53.30	1.7500	1.5929
540.00	6.10	54.90	1.5929	1.9489
600.00	5.64	56.36	1.4652	3.1104
660.00	5.25	57.72	1.3591	4.0209
720.00	4.92	58.99	1.2693	31.6937
780.00	4.63	60.18	1.1923	5.9967
840.00	4.38	61.31	1.1254	3.1104
900.00	4.16	62.37	1.0666	2.2102
960.00	3.96	63.39	1.0145	1.7500
1020.00	3.79	64.36	0.9680	1.4652
1080.00	3.63	65.28	0.9262	1.2693
1140.00	3.48	66.17	0.8884	1.1254
1200.00	3.35	67.02	0.8540	1.0145
1260.00	3.23	67.85	0.8225	0.9262
1320.00	3.12	68.64	0.7937	0.8540
1380.00	3.02	69.41	0.7670	0.7937
1440.00	2.92	70.15	0.7424	0.7424

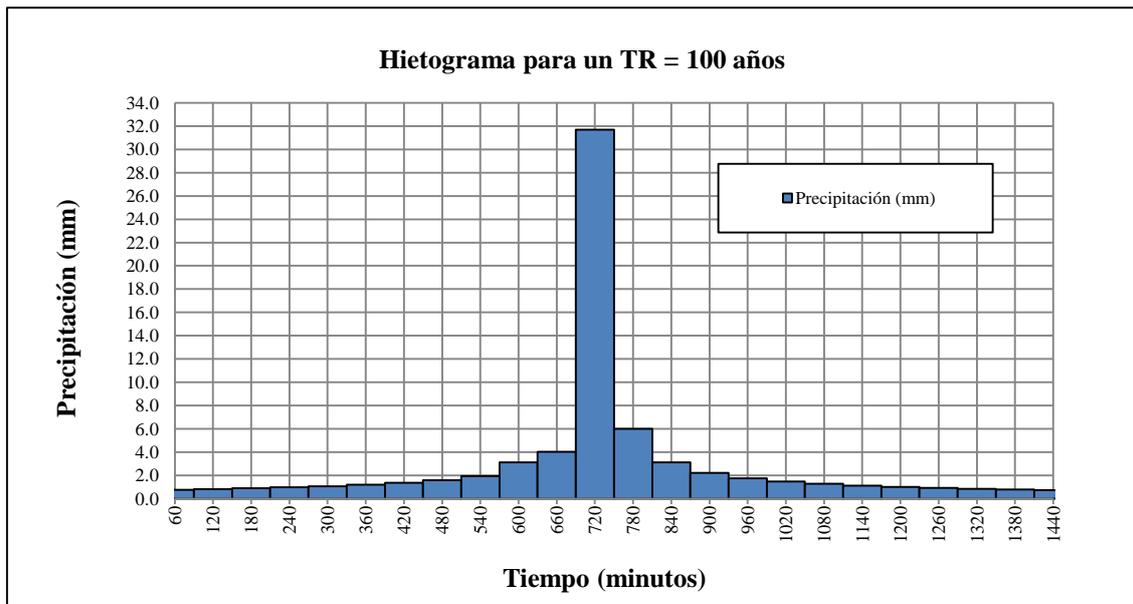


Fig. N°39: Hietograma unitario para Tr de 100 años. (Fuente: Propia)

Hietograma para Tr = 500 años

Tiempo (min)	I	lamina(mm)		P (mm)
60.00	36.71	36.7089	36.71	0.8884
120.00	21.83	43.6545	6.95	0.9527
180.00	16.10	48.3117	4.66	1.0290
240.00	12.98	51.9143	3.60	1.1212
300.00	10.98	54.8926	2.98	1.2354
360.00	9.58	57.4526	2.56	1.3810
420.00	8.53	59.7099	2.26	1.5741
480.00	7.72	61.7368	2.03	1.8449
540.00	7.06	63.5817	1.84	2.2573
600.00	6.53	65.2787	1.70	3.6026
660.00	6.08	66.8528	1.57	4.6571
720.00	5.69	68.3230	1.47	36.7089
780.00	5.36	69.7040	1.38	6.9456
840.00	5.07	71.0074	1.30	3.6026
900.00	4.82	72.2428	1.24	2.5599
960.00	4.59	73.4178	1.18	2.0269
1020.00	4.38	74.5391	1.12	1.6970
1080.00	4.20	75.6118	1.07	1.4702
1140.00	4.03	76.6408	1.03	1.3034
1200.00	3.88	77.6299	0.99	1.1751
1260.00	3.74	78.5826	0.95	1.0728
1320.00	3.61	79.5019	0.92	0.9891
1380.00	3.50	80.3903	0.89	0.9193
1440.00	3.39	81.2502	0.86	0.8599

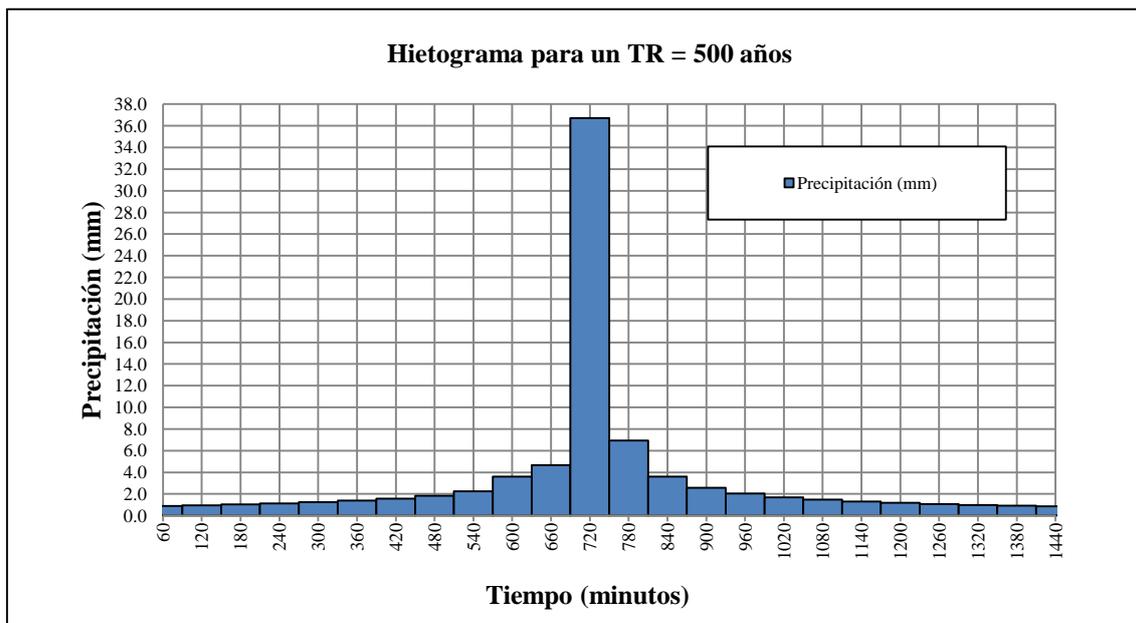


Fig. N°40: Hietograma unitario para Tr de 500 años. (Fuente: Propia)

6.9 CALCULO DE CAUDAL MÁXIMO DE DISEÑO EN HEC-HMS.

El software HEC-HMS es un programa de simulación hidrológica tipo evento, lineal y semi distribuido, desarrollado para estimar las hidrógrafas de salida en una cuenca o varias subcuencas (caudales máximos y tiempos al pico) a partir de condiciones extremas de lluvias, aplicando para ello algunos de los métodos de cálculo de hietogramas de diseño, pérdidas por infiltración, flujo base y conversión en escorrentía directa, en este caso tenemos los hietogramas de diseño con las precipitaciones de la cuenca rio Tingo influenciadas de la estación de Huamachuco las cuales se trabajaron para esta tesis.

Dichos registros de datos (Tabla N°22) se ingresan en el Software HEC-HMS, para el cálculo de los caudales de diseño. Para los cuales se obtienen diversos resultados de acuerdo al periodo de retorno ingresado.

T (Hr)	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
1	0,59	0,66	0,71	0,77	0,89
2	0,63	0,71	0,77	0,82	0,95
3	0,68	0,77	0,83	0,89	1,03
4	0,74	0,84	0,90	0,97	1,12
5	0,82	0,92	0,99	1,07	1,24
6	0,92	1,03	1,11	1,19	1,38
7	1,05	1,17	1,27	1,36	1,57
8	1,23	1,37	1,48	1,59	1,84
9	1,50	1,68	1,82	1,95	2,26
10	2,39	2,68	2,90	3,11	3,60
11	3,09	3,47	3,75	4,02	4,66
12	24,39	27,34	29,53	31,69	36,71
13	4,61	5,17	5,59	6,00	6,95
14	2,39	2,68	2,9	3,11	3,60
15	1,70	1,91	2,06	2,21	2,56
16	1,35	1,51	1,63	1,75	2,03
17	1,13	1,26	1,36	1,47	1,70
18	0,98	1,09	1,18	1,27	1,47
19	0,87	0,97	1,05	1,13	1,30
20	0,78	0,88	0,95	1,01	1,18
21	0,71	0,80	0,86	0,93	1,07
22	0,66	0,74	0,80	0,85	0,99
23	0,61	0,68	0,74	0,79	0,92
24	0,57	0,64	0,69	0,74	0,86

Tabla N°22: Cuadro de precipitaciones de los hietogramas de diseño.

En la siguiente imagen se puede observar el modelo del software y a continuación creamos un registro de datos empezando por crear la cuenca Vijus importando su imagen en formato shp. del ArcGis y añadiéndolo en el explorador de cuencas en cual este se divide en tres partes: componentes, cálculos y resultados.

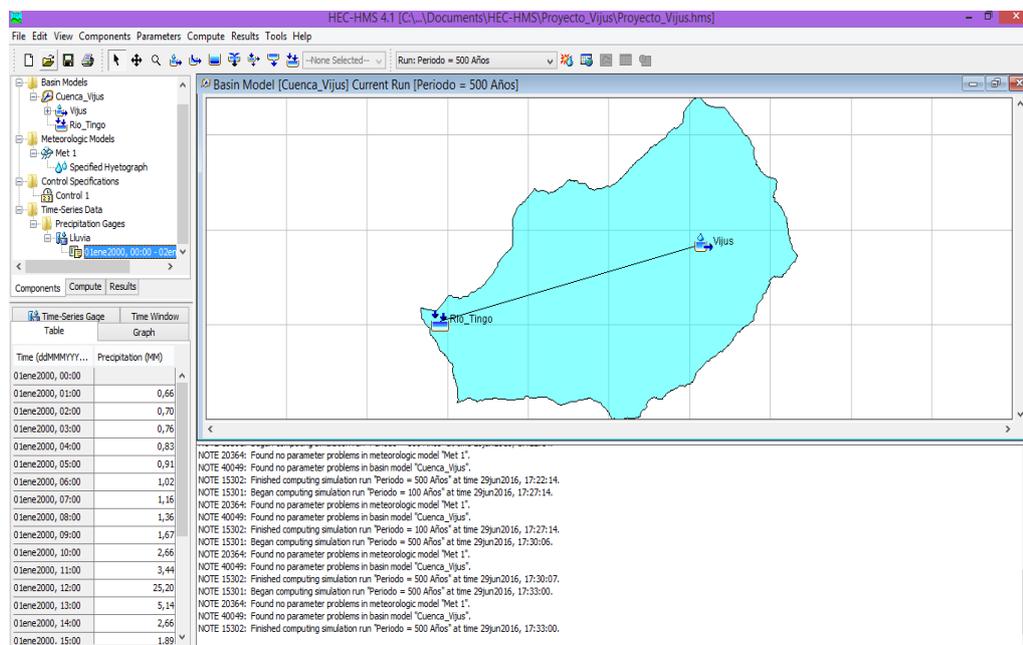
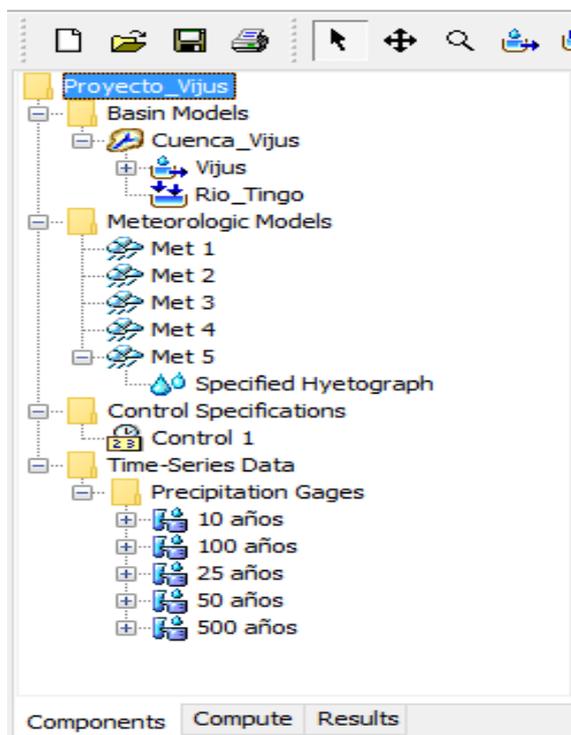


Fig. N°41: Corrida de datos de precipitación en el software HEC-HMS. (Fuente: Propia)

Datos de insumos:

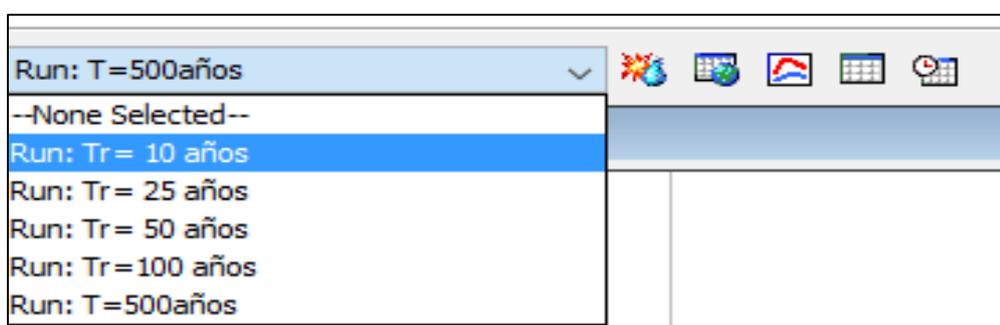
- ✓ Área de la cuenca
- ✓ Tiempo de retardo
- ✓ Curva numero
- ✓ Precipitaciones
- ✓ Hietograma de diseño
- ✓ Intervalo de tiempo :
24 horas
- ✓ Tiempo: 01ene2017 –
02ene2017 (fecha
opcional)
- ✓ Intervalo de tiempo para
hidrogramas: 15min



Se procede a registrar los datos requeridos por el software el cual utilizara como opción el método SCS curva número, donde se hará para cada periodo de retorno y se procederá a correr los datos para activar las opciones de resultados de hidrogramas de entrada y salida como los reportes de caudales y volúmenes que por defecto nos arroja el software.

El volumen total de agua disponible para escorrentía superficial es el resultado de descontar de la precipitación total, el agua interceptada por la vegetación, infiltrada en el suelo, almacenada en la superficie del mismo, evaporada desde diferentes superficies o transpiradas a través de las plantas.

El programa contempla diferentes alternativas a la hora de cuantificar estas pérdidas. En este estudio se ha utilizado el concepto del número de curva (CN), desarrollado por el Soil Conservation Service (SCS), teniendo en cuenta los usos del suelo, el tipo de suelo y el contenido de humedad previo al episodio lluvioso que se considera.



Dando los siguientes resultados para cada periodo de retorno:

Periodo de retorno de 10 años

Project: Proyecto_Vijus Simulation Run: Tr= 10 años
Subbasin: Vijus

Start of Run: 01ene2017, 00:00	Basin Model: Cuenca_Vijus
End of Run: 02ene2017, 00:00	Meteorologic Model: Met 5
Compute Time: 16sep2017, 10:05:22	Control Specifications: Control 1

Volume Units: MM 1000 M3

Computed Results

Peak Discharge: 47,5 (M3/S)	Date/Time of Peak Discharge: 01ene2017, 13:00
Precipitation Volume: 54,39 (MM)	Direct Runoff Volume: 12,50 (MM)
Loss Volume: 41,42 (MM)	Baseflow Volume: 0,00 (MM)
Excess Volume: 12,97 (MM)	Discharge Volume: 12,50 (MM)

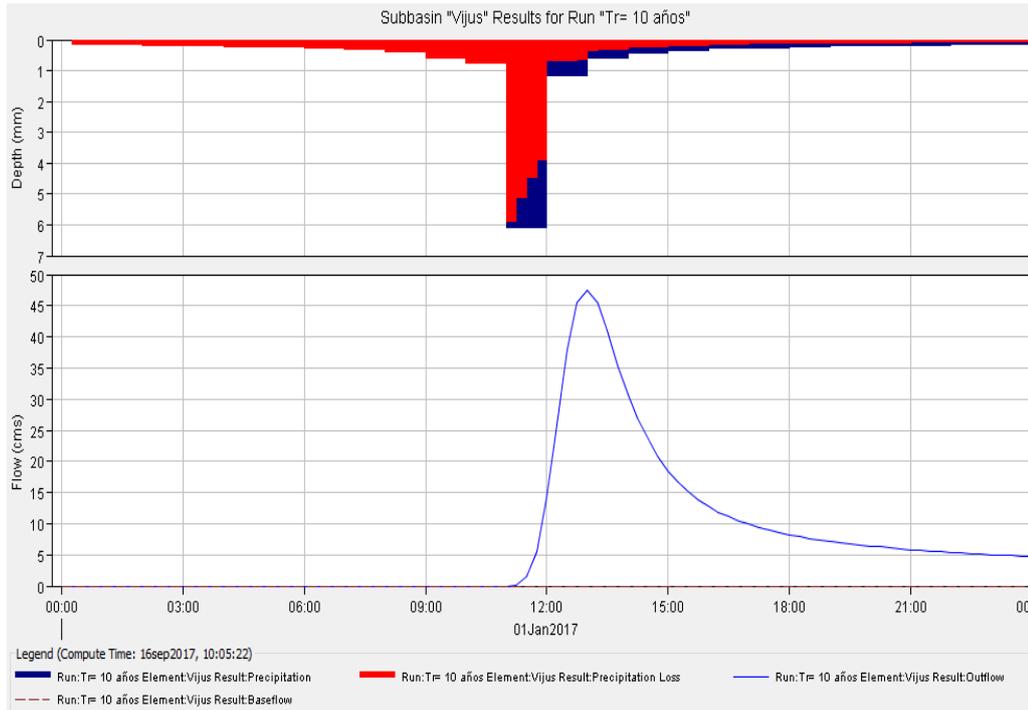
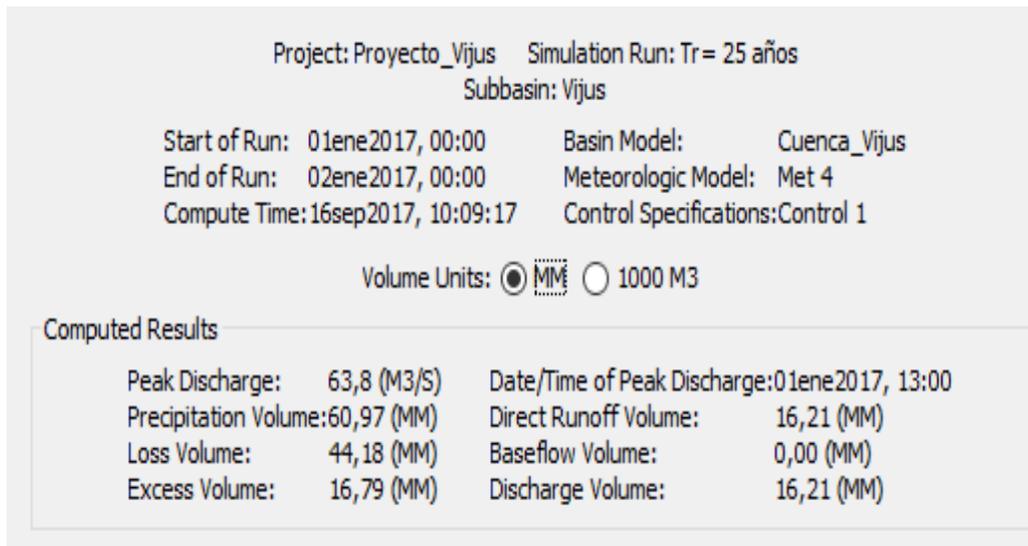


Fig. N°42: Hidrograma de salida para Tr de 10 años. (Fuente: Propia)

Periodo de retorno de 25 años

A continuación se observa el hietograma de precipitación para la cuenca del Rio Tingo, las pérdidas de precipitación y el hidrograma de salida que en ella se genera.



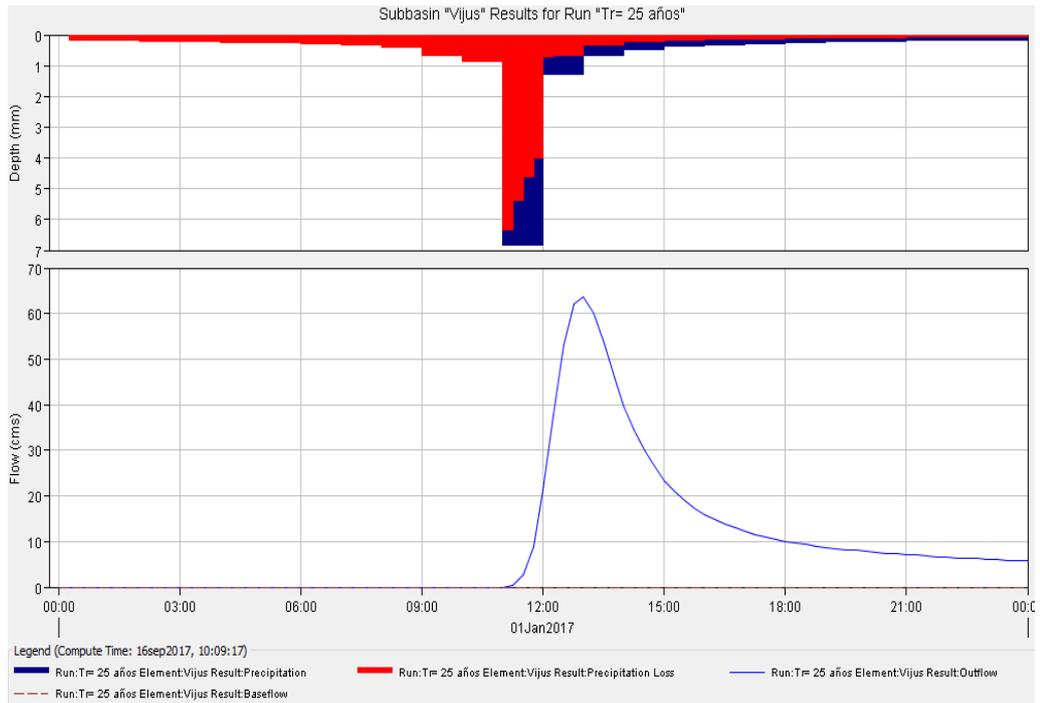
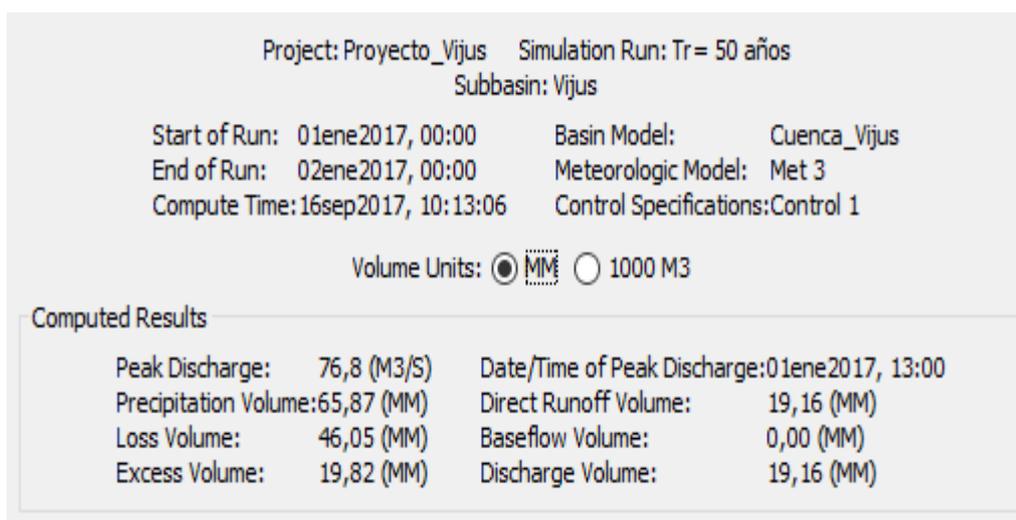


Fig. N°43: Hidrogramas de salida para Tr de 25 años. (Fuente: Propia)

Periodo de retorno de 50 años

A continuación se observa los resultados de descarga pico, volumen de precipitaciones, pérdida de volumen y exceso de volumen así como el hietograma de precipitación para la cuenca del Rio Tingo, la pérdida de precipitación y el hidrograma de salida que en ella se genera para un periodo de retorno de 50 años.



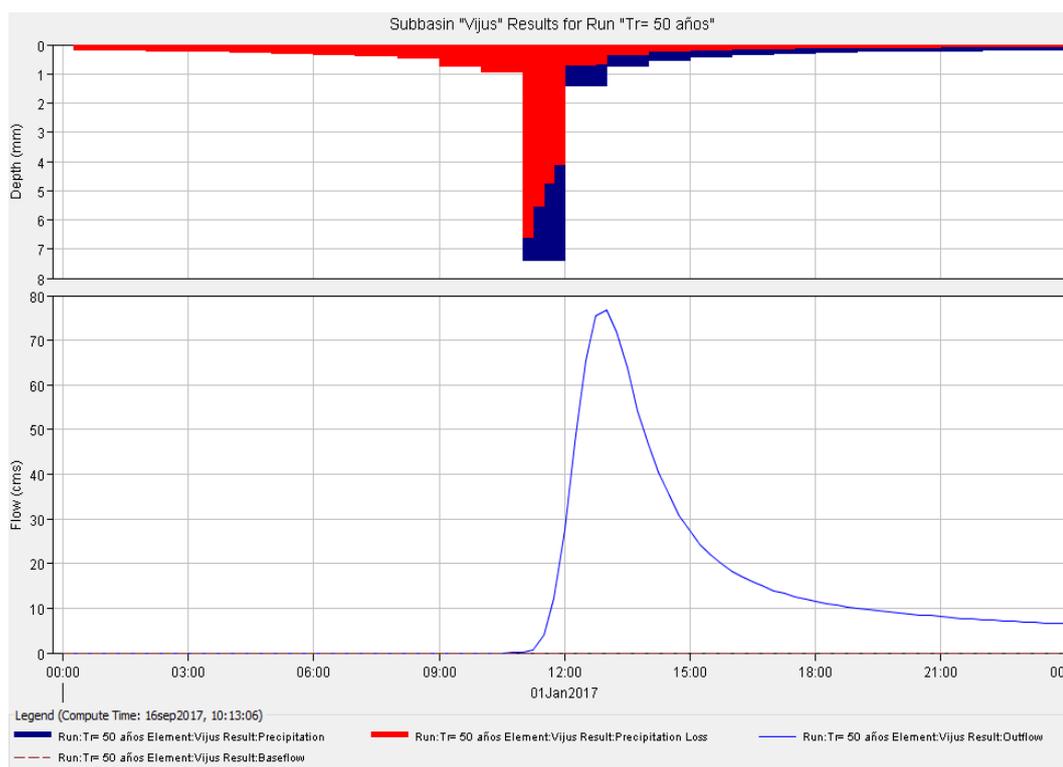
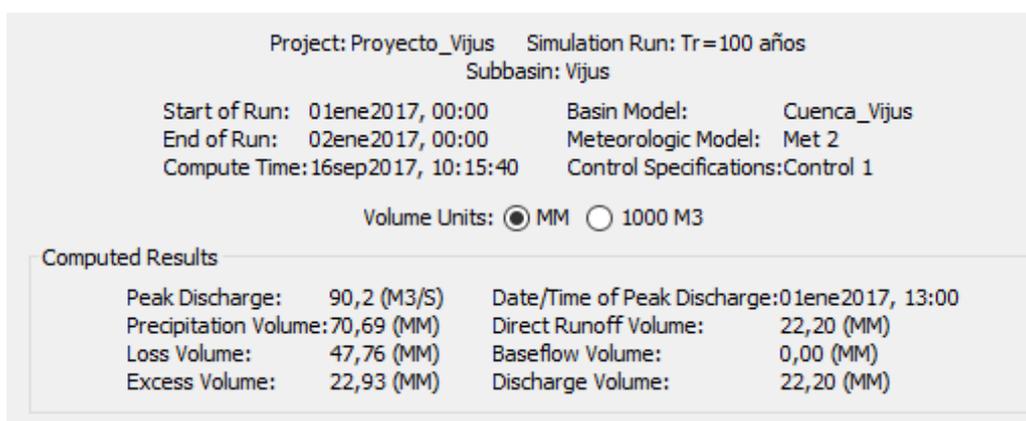


Fig. N°44: Hidrogramas de salida para Tr de 50 años. (Fuente: Propia)

Periodo de retorno de 100 años

A continuación se observa los resultados de descarga pico, volumen de precipitaciones, pérdida de volumen y exceso de volumen así como el hietograma de precipitación para la cuenca del Rio Tingo, la pérdida de precipitación y el hidrograma de salida que en ella se genera para un periodo de retorno de 100 años.



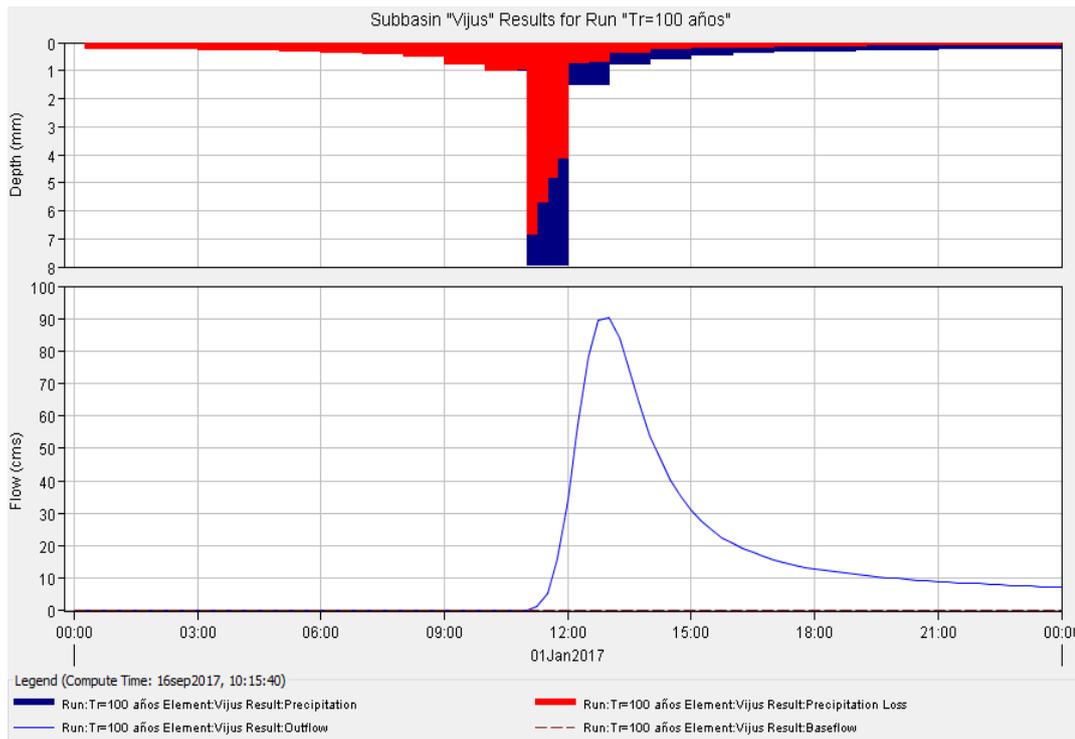


Fig. N°45: Hidrogramas de salida para Tr de 100 años. (Fuente: Propia)

Periodo de retorno de 500 años

A continuación se observa los resultados de descarga pico, volumen de precipitaciones, pérdida de volumen y exceso de volumen así como el hietograma de precipitación para la cuenca del Rio Tingo, la pérdida de precipitación y el hidrograma de salida que en ella se genera para un periodo de retorno de 500 años.

Project: Proyecto_Vijus		Simulation Run: T=500años	
Subbasin: Vijus			
Start of Run:	01ene2017, 00:00	Basin Model:	Cuenca_Vijus
End of Run:	02ene2017, 00:00	Meteorologic Model:	Met 1
Compute Time:	16sep2017, 10:18:29	Control Specifications:	Control 1
Volume Units: <input checked="" type="radio"/> MM <input type="radio"/> 1000 M3			
Computed Results			
Peak Discharge:	120,7 (M3/S)	Date/Time of Peak Discharge:	01ene2017, 12:45
Precipitation Volume:	81,17 (MM)	Direct Runoff Volume:	29,18 (MM)
Loss Volume:	51,08 (MM)	Baseflow Volume:	0,00 (MM)
Excess Volume:	30,09 (MM)	Discharge Volume:	29,18 (MM)

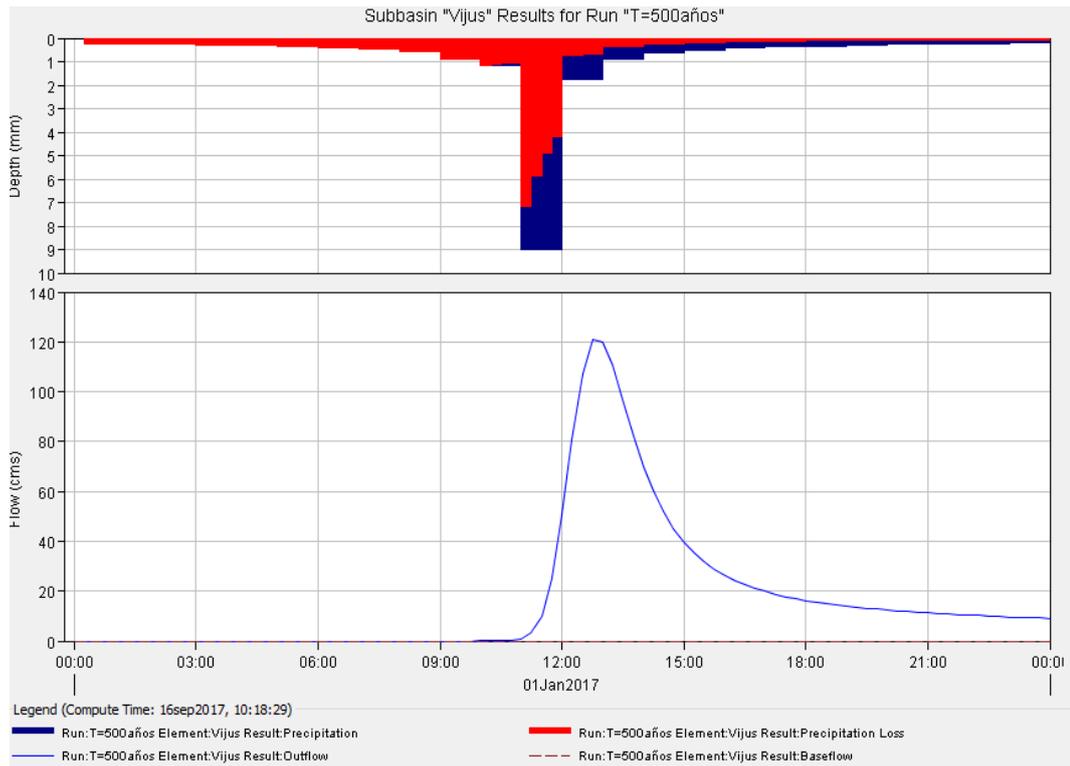


Fig. N°46: Hidrogramas de salida para Tr de 500 años. (Fuente: Propia)

Los hidrogramas generados se puede interpretar que la parte de color rojo es el volumen (mm) que se ha filtrado durante la escorrentía al subsuelo y la parte de color azul es la que aporta al cauce del río Tingo. Por último se aprecian los caudales máximos instantáneos (Tabla N°23), contemplados para los periodos de retorno elegidos en este proyecto de tesis.

CAUDAL MAXIMO m3/s					
CUENCA	PERIODO DE RETORNO				
	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
VIJUS	47.5	63.8	76.8	90.2	120.70

Tabla N°23: Cuadro de caudales máximos de diseño del río tingo.

6.10 SIMULACIÓN HIDRÁULICA DEL RIO TINGO

Para realizar el modelamiento con el Programa **HEC RAS versión 4.1.0**, se trabajó con los caudales que fueron obtenidos en el cálculo de la hidrología del Rio Tingo para los diversos periodos de retorno, e ingresados al programa para su estudio de modelación como vemos a continuación:

Este programa nos ayudara a obtener un modelamiento de cómo sería el comportamiento hidráulico del rio para los diversos tiempos de retorno (10, 50,100 y 500 años), donde obtendremos vistas de:

- ✓ Secciones transversales para los diversos Periodos de Retorno.
- ✓ Perfil Longitudinal para los diversos periodos de retorno
- ✓ Velocidad que toma el agua del rio en todo el tramo en estudio
- ✓ Simulación en 3D según el Periodo de Retorno.



Fig. N°47: Software HEC-RAC para la simulación hidráulica del rio Tingo

Cálculos Obtenidos.

Con la topográfica procesada, y exportada del ArcGis gracias a la extensión Hec-GeoRas se obtuvo la información forma detallada para entonces evaluar la zona de embalse, erosiones por sedimentos y vulnerabilidad identificando dicha progresiva en el plano topográfico. El periodo de retorno considerado para el nivel de avenidas máximas extraordinarias es de 500 años.

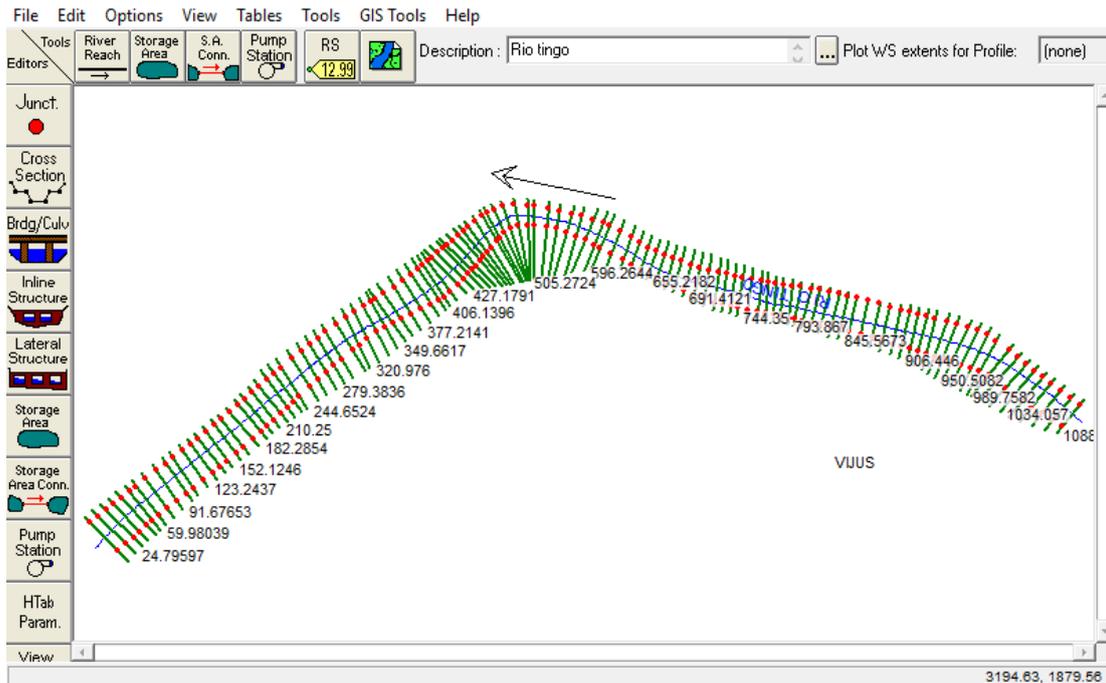


Fig. N°48: Topografía trabajada que se importó del ArcGis para su simulación.

Para empezar, se ingresó la información de la topografía (Fig. 48), como las secciones transversales (Fig.49) y se estableció el ancho del cauce natural. Obteniendo así el alineamiento del cauce a evaluar. Además, se ingresan los coeficientes de rugosidad del cauce.

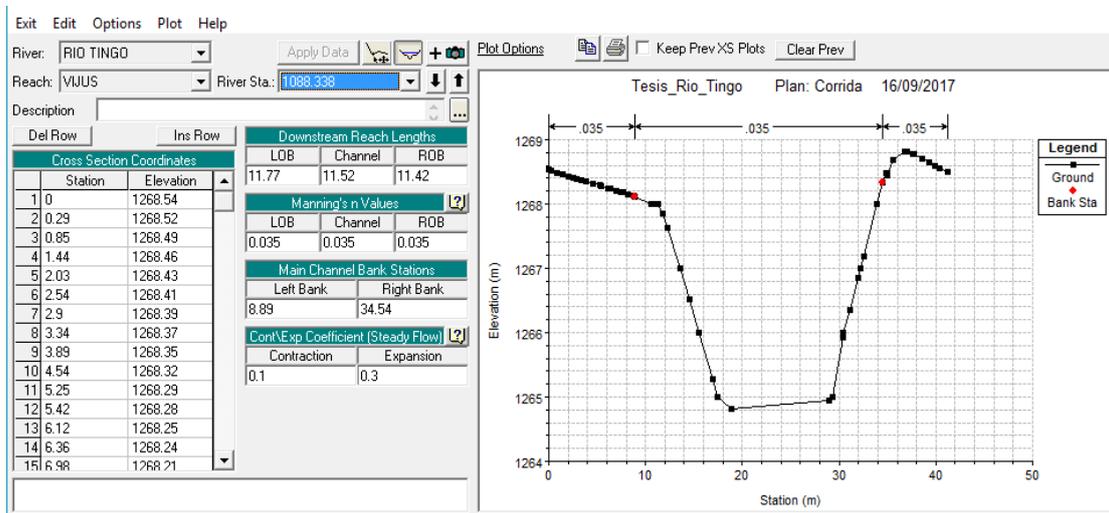


Fig. N°49: Muestra de sección 1088.338, generada y editada en el Software.

Por ultimo ingresamos los datos de los caudales de diseño hallados en HEC-HMS como se observa en la figura 50 y las condiciones de

contorno en la figura 51, donde se eligió un régimen supercrítico ya que para cada sección inicial como la final dio como resultados mayores que 1.00, considerando que el cauce tiene mucha variación de pendientes a lo largo de su recorrido. Así mismo se edita el valor de Manning 0.035, como se ve en la figura 52, listo para poder computarizar y darnos los resultados de la simulación hidráulica.

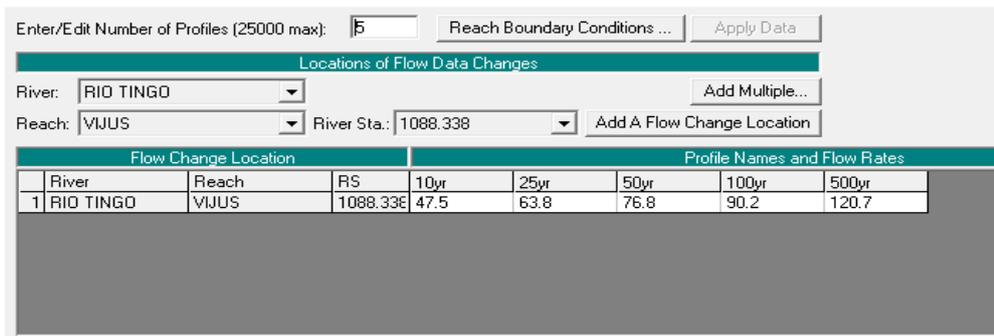


Fig. N°50: Ingresando caudales de diseño.

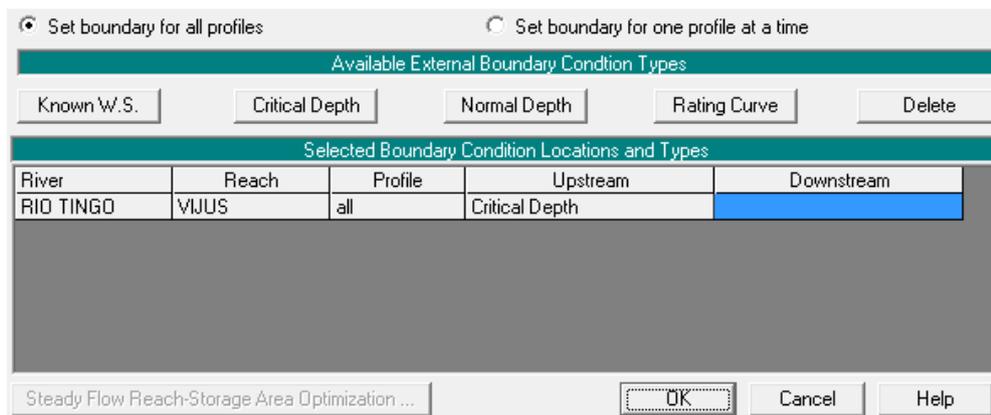


Fig. N°51: Seleccionando las condiciones régimen de flujo supercrítico.

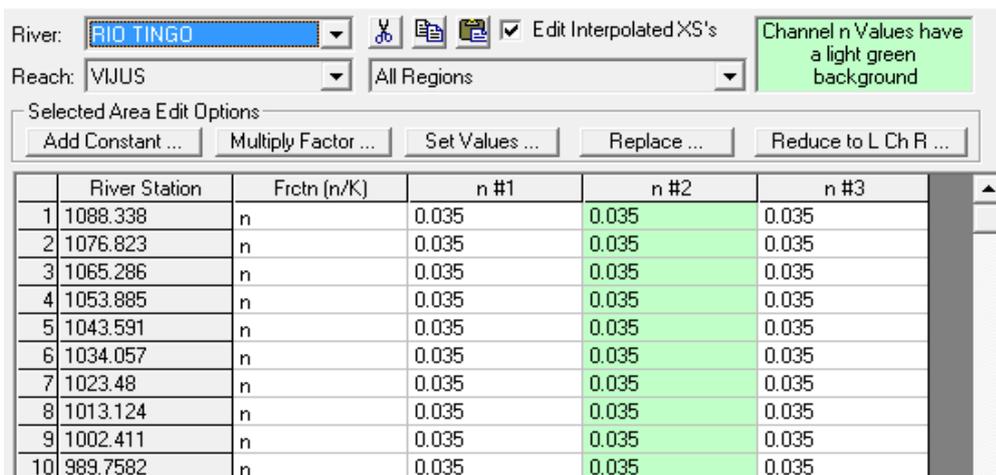


Fig. N°52: Editando el coeficiente de Manning o K, para todas las secciones.

Por último se corre el modelo haciendo clic en compute como se ve en la figura 53, teniendo en cuenta el régimen supercrítico de flujo. Una vez hecho todo esto se puede ya apreciar los resultados.



Fig. N°53: Flujo de régimen y corrida.

Generando los tirantes medios, tirante críticos y líneas de gradiente de energía definiendo con un periodo de retorno de 500 años, para cada sección transversal del cauce del rio Tingo. Así como su vista en 3D y mejor visualización como en la figura 55.

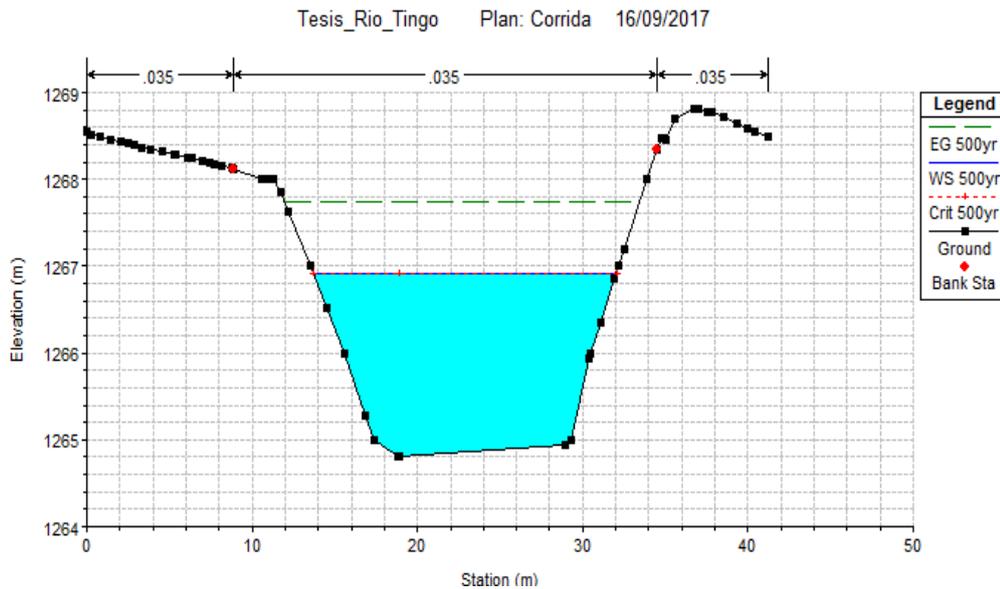


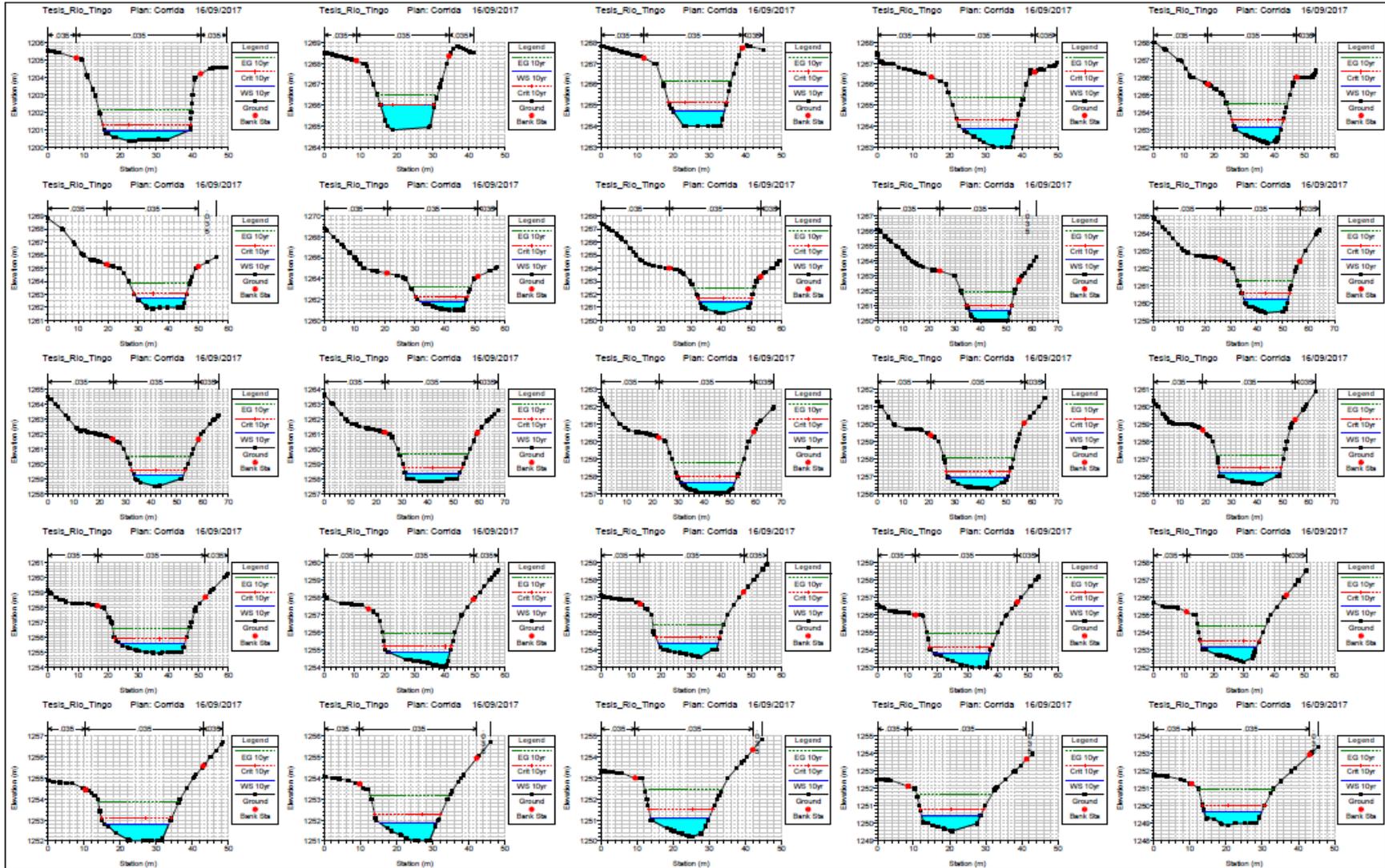
Fig. N°54: Vista del tirante de agua y su tirante crítico en la sección 1088.338.

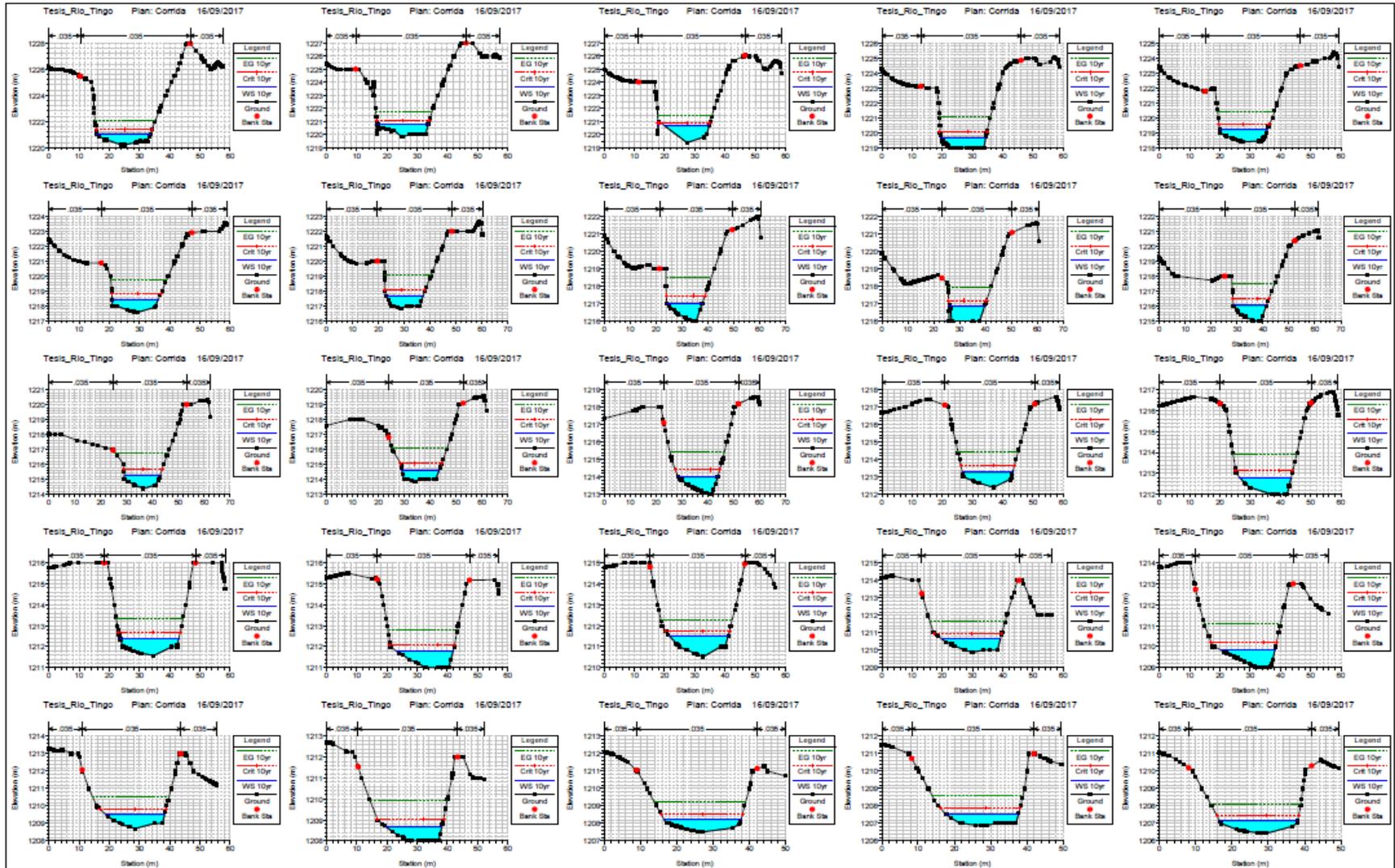
Luego de haber ingresado las secciones transversales del río Tingo, sus caudales, coeficiente Manning, rugosidad del río y régimen de flujo. El software nos ayuda hacer el modelamiento según el caudal de diseño ingresado para cada periodo de retorno 10, 25, 50, 100 y 500 años, pues esto ayudara a mejorar e identificar las zonas más vulnerables que existen a lo largo del río, por lo consiguiente diseñar estructuras de protección para proteger las viviendas, terrenos agrícolas e infraestructura que están expuestos a un desborde e inundación.

Presentamos el modelamiento de las secciones transversales generadas por el software HEC-RAS para cada periodo de retorno, algunas de ellas mostramos a continuación.

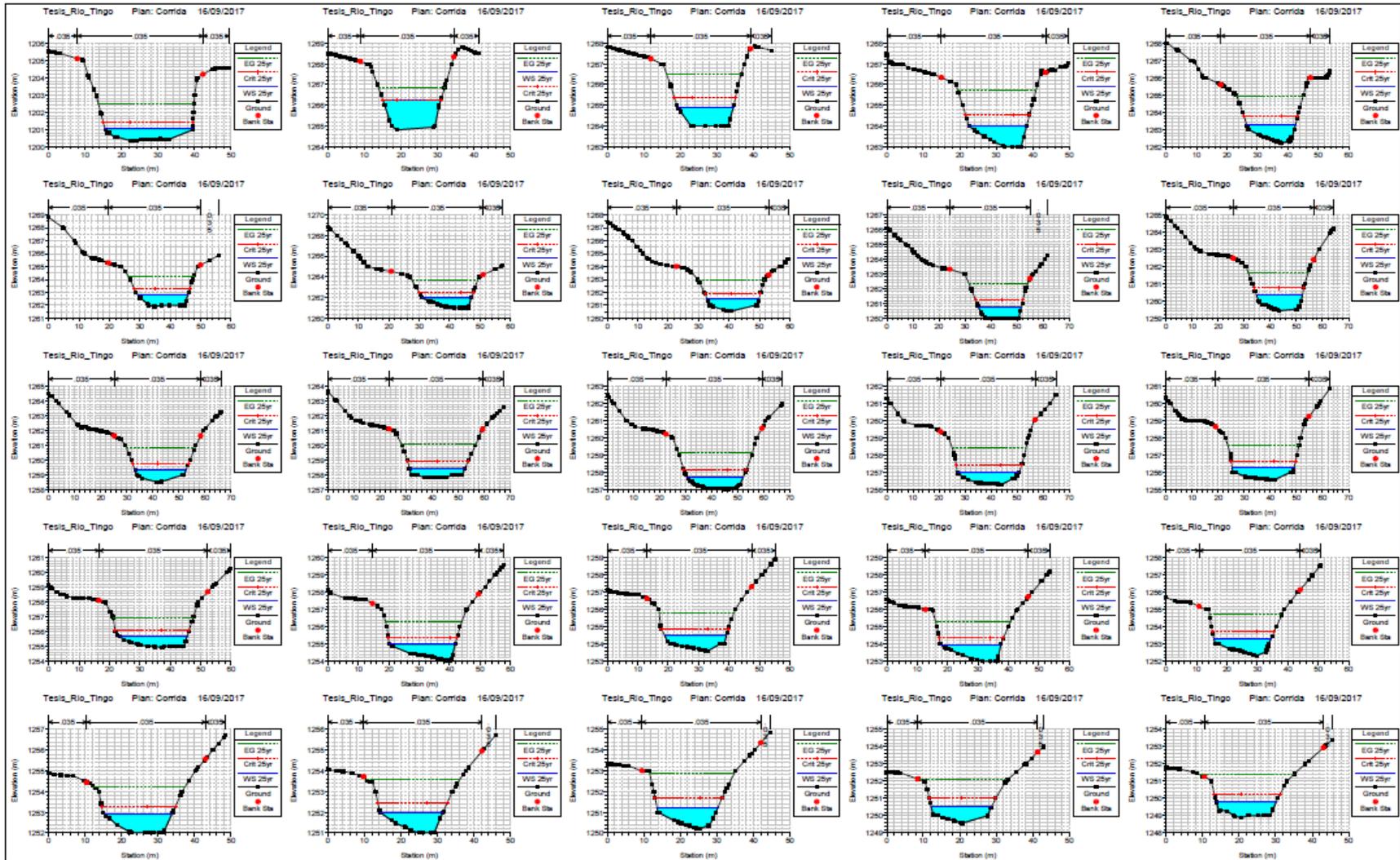
- En esta visualización puedes ver las velocidades del flujo es una representación que esta, dividida en tres tramos (Left OverBank, Main Channel y Right OverBank), siempre es útil poder disponer de esa información. Si hacemos clic en algún punto de tramo coloreado aparece una ventana con la velocidad media de este tramo.
- En la siguiente secciones se muestra el perfil de la lámina de agua calculado, correspondiente a la avenida de 10, 25, 50, 100 y 500 años de periodo de retorno, con estas modificaciones. En él se observa como la lámina de agua discurre en régimen supercrítico.

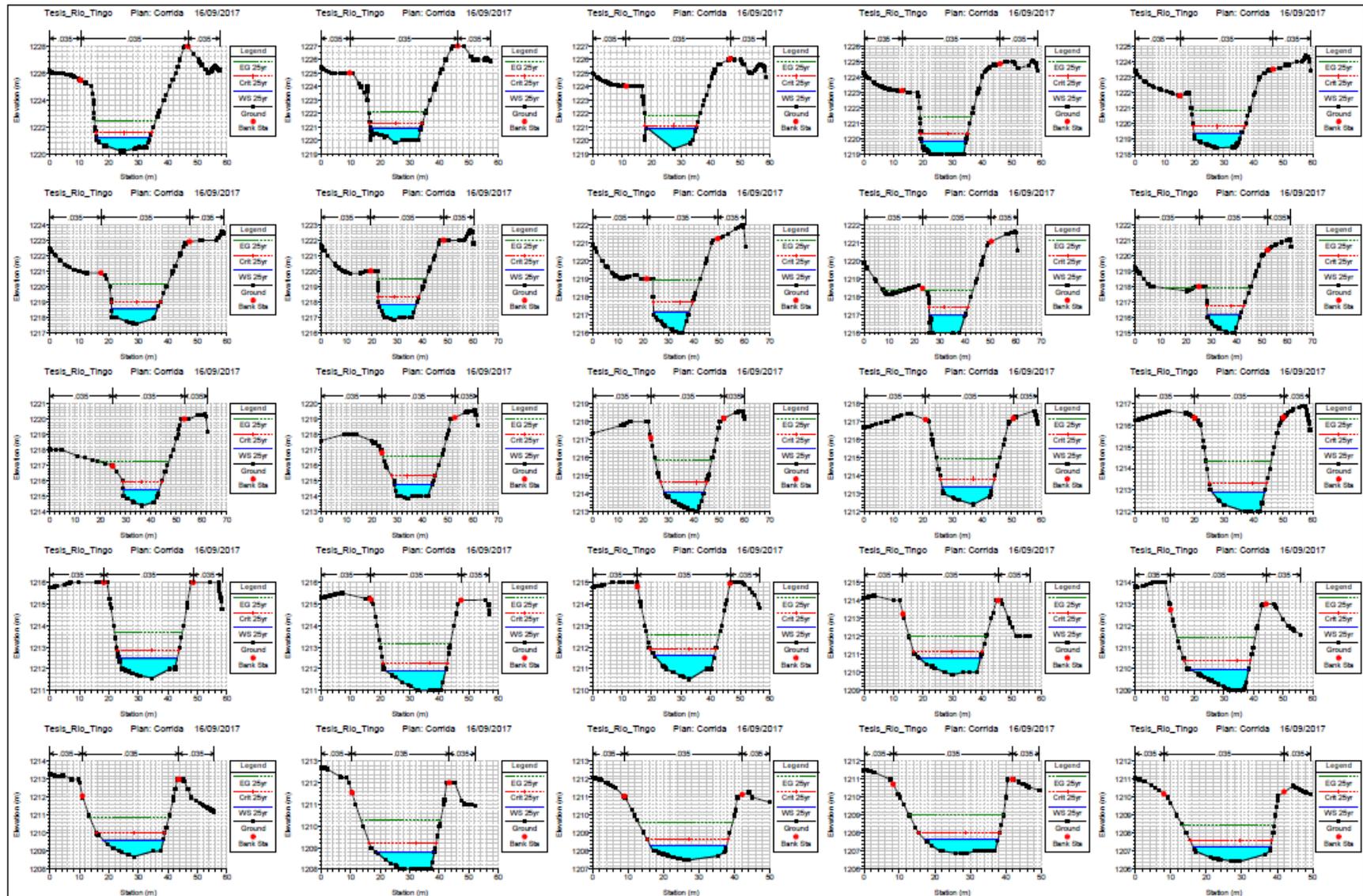
Periodo de retorno 10 años



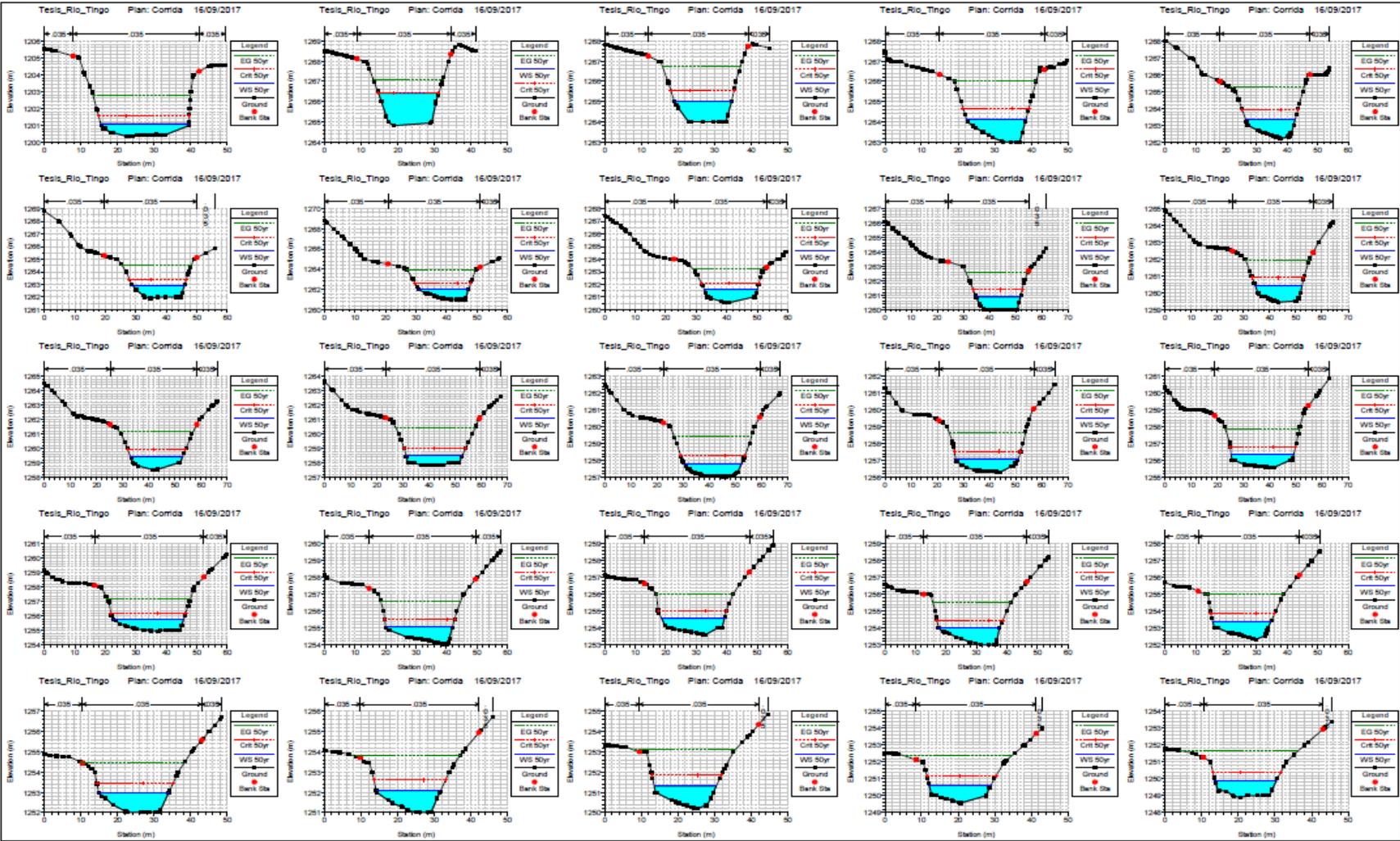


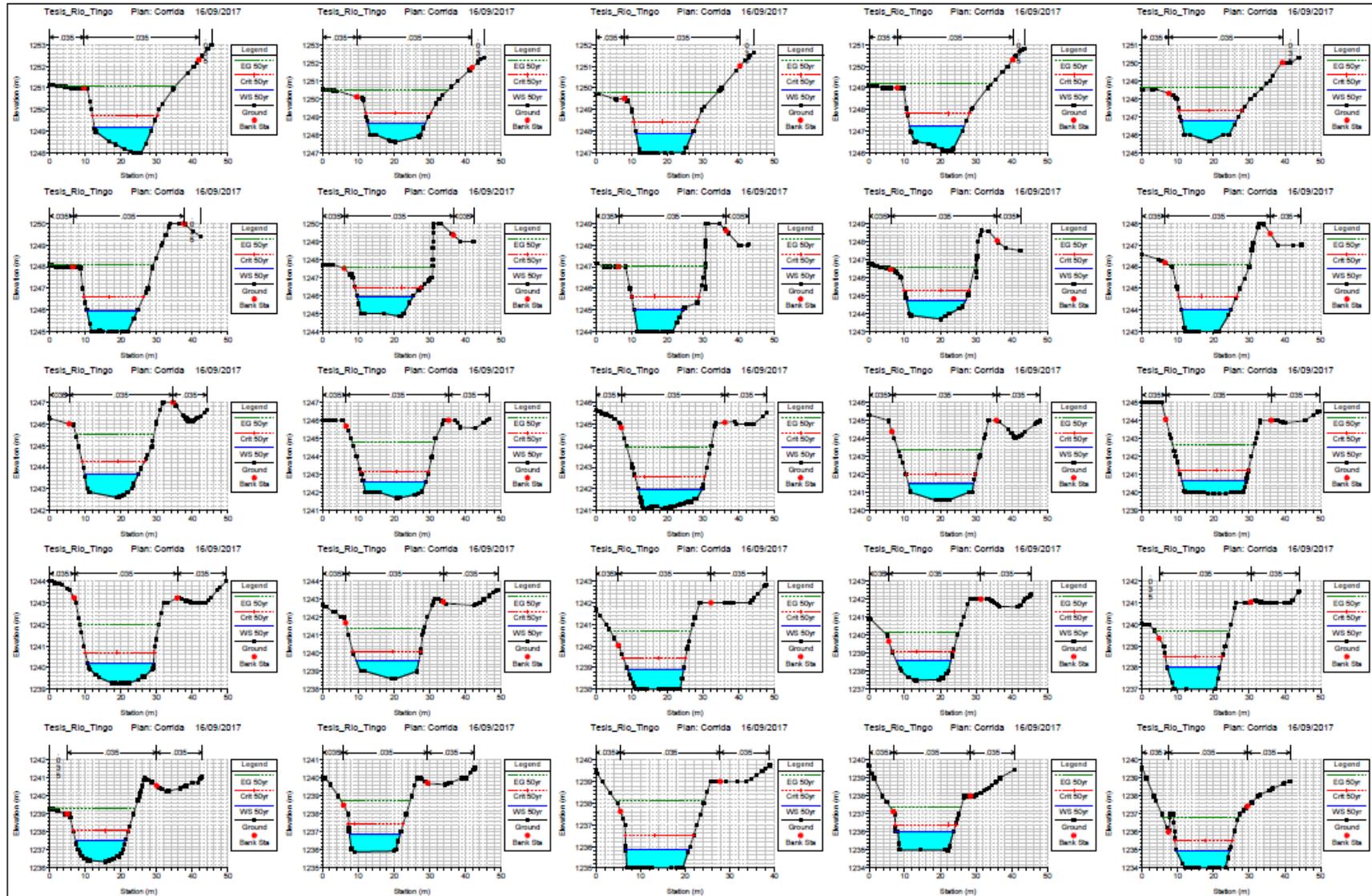
Periodo de retorno 25 años:



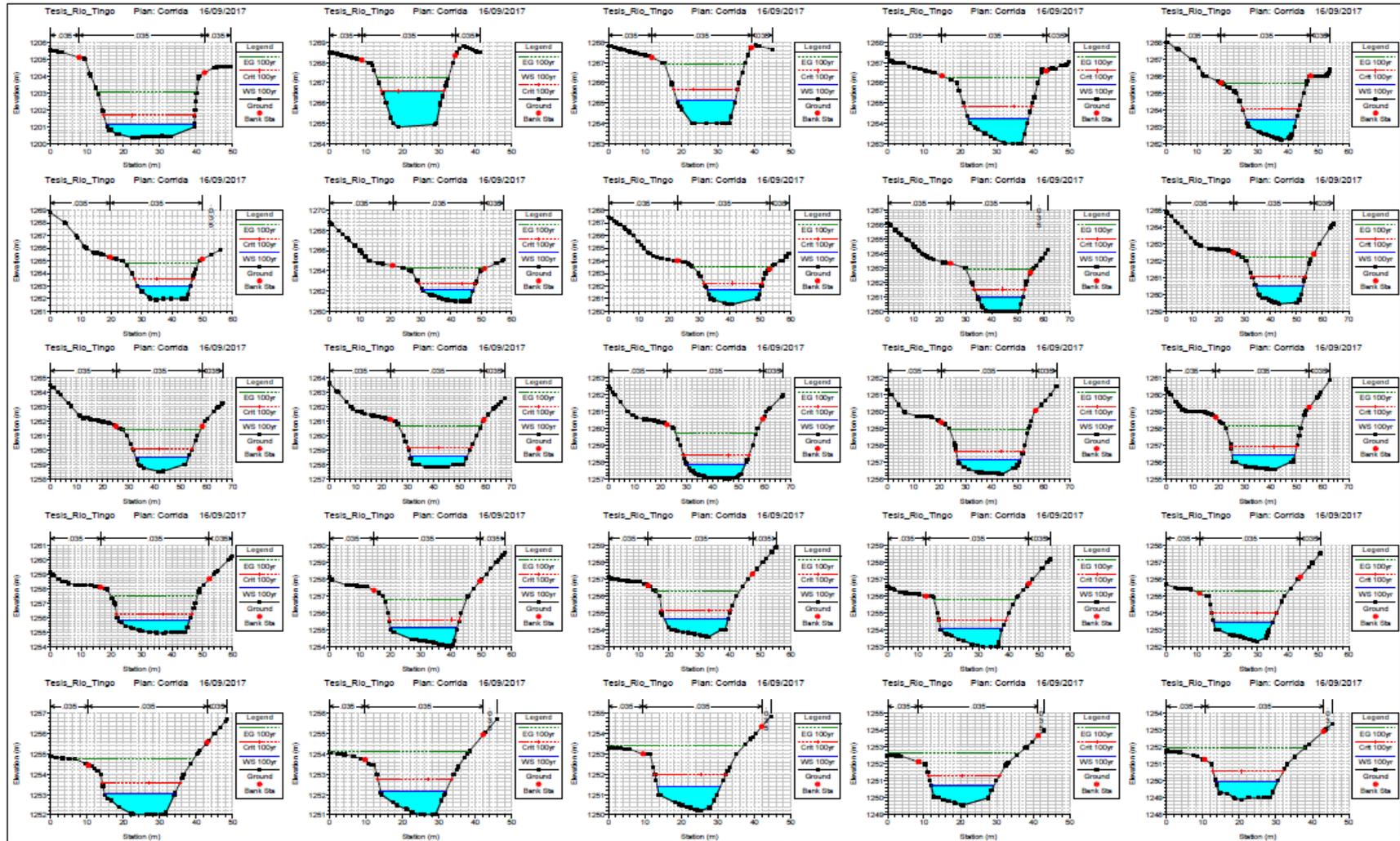


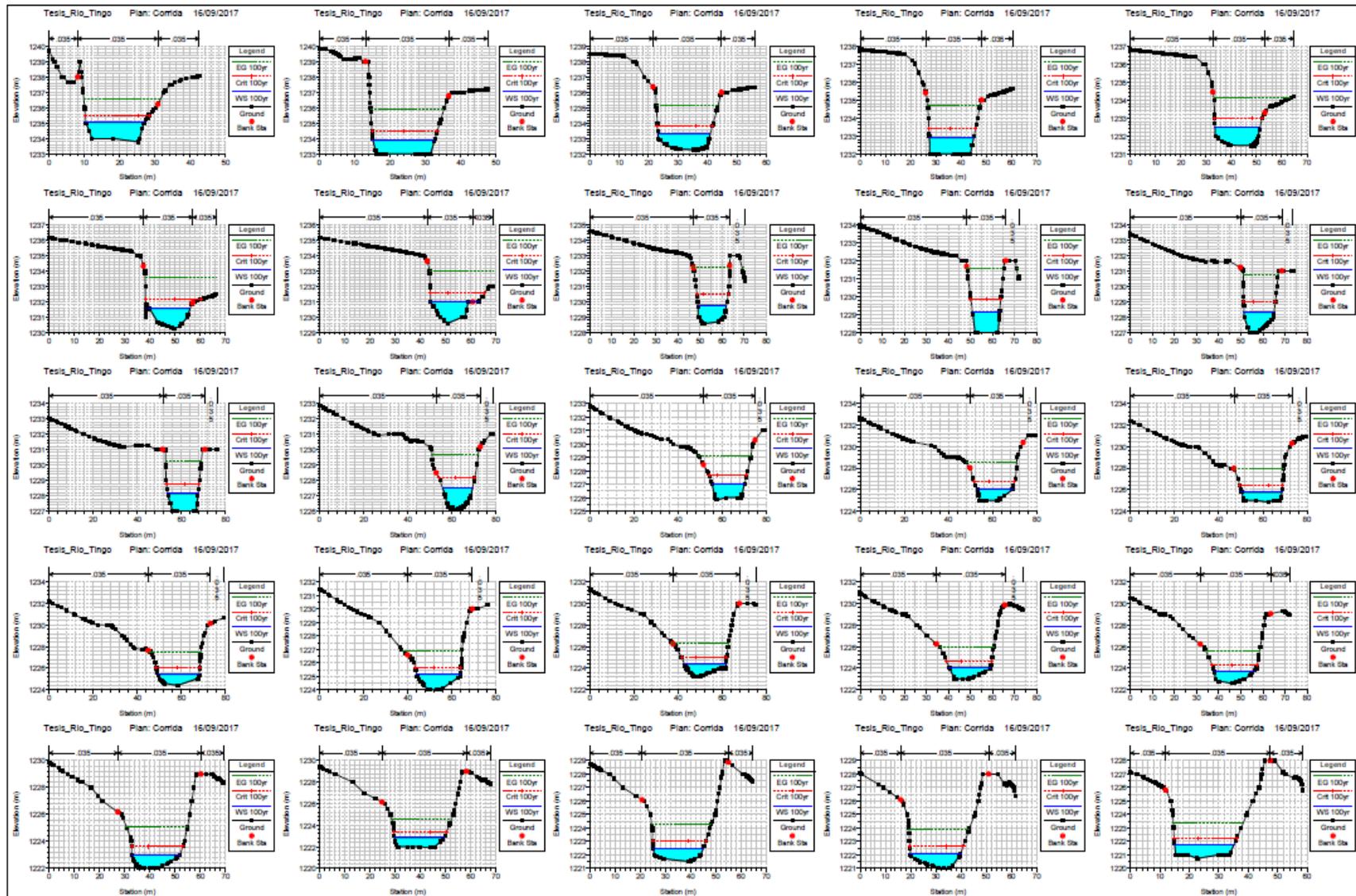
Periodo de retorno 50 años:



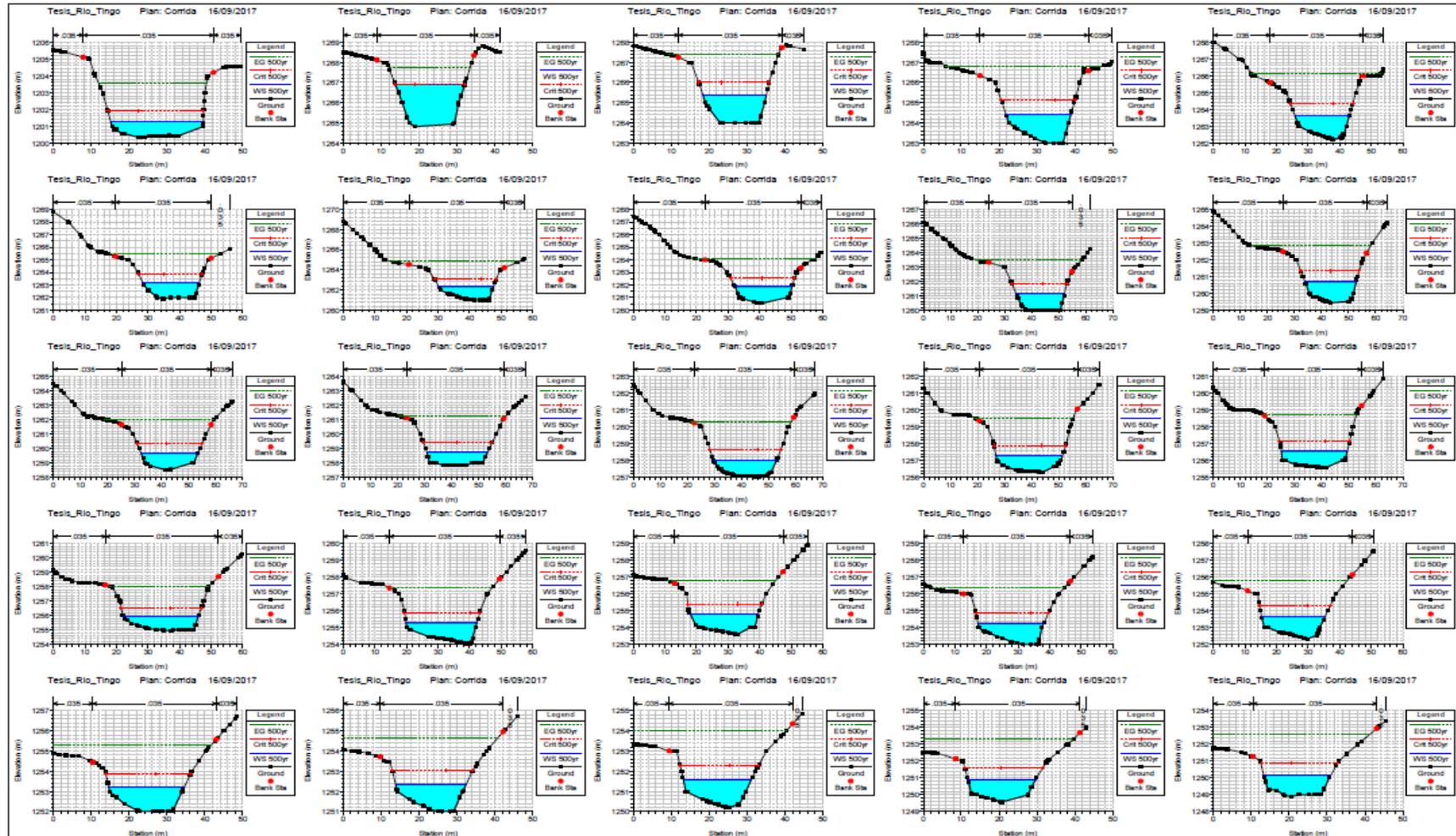


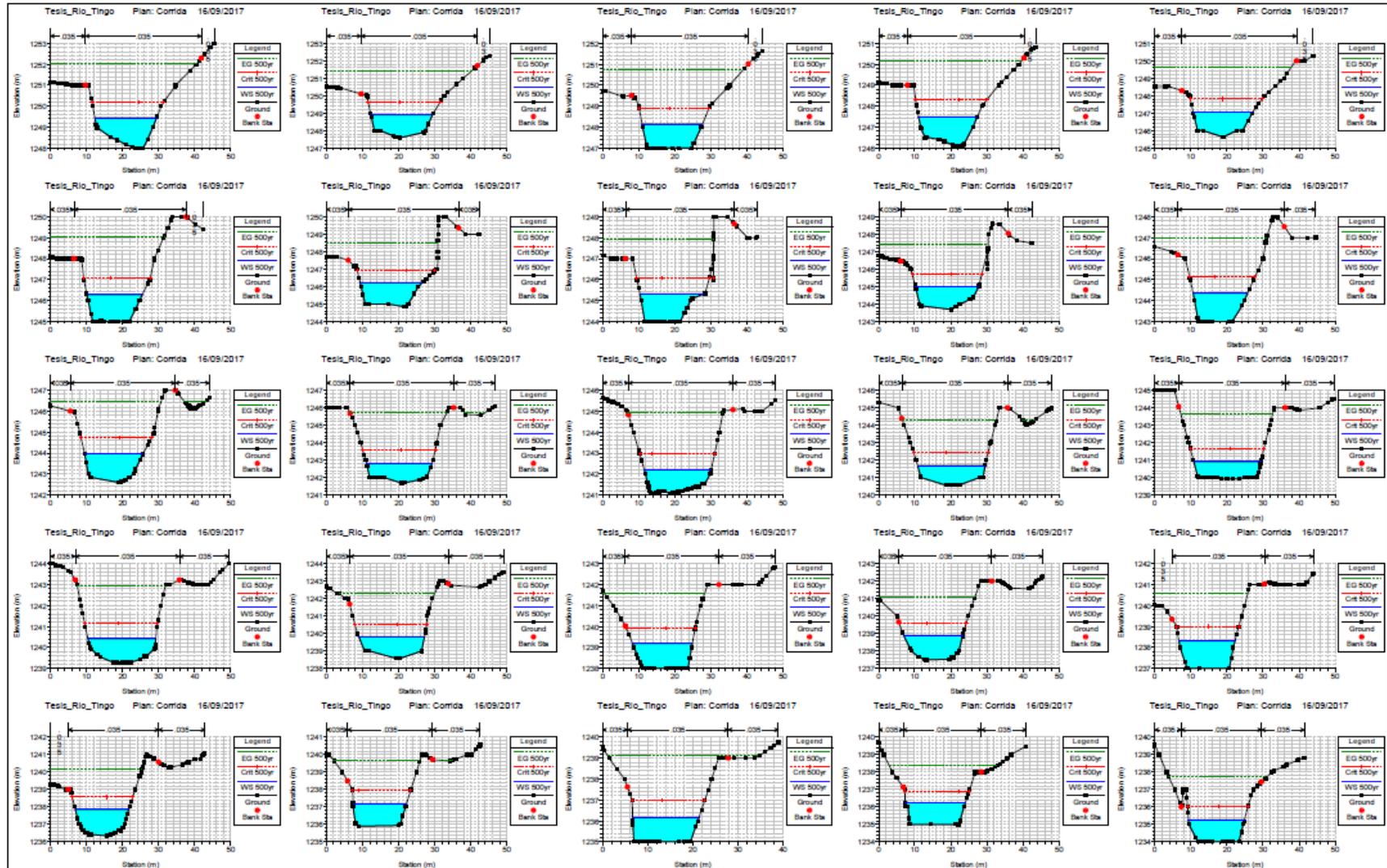
Periodo de retorno 100 años:





Periodo de retorno 500 años:





En vista tridimensional de la topográfica y las secciones del cauce del rio Tingo.

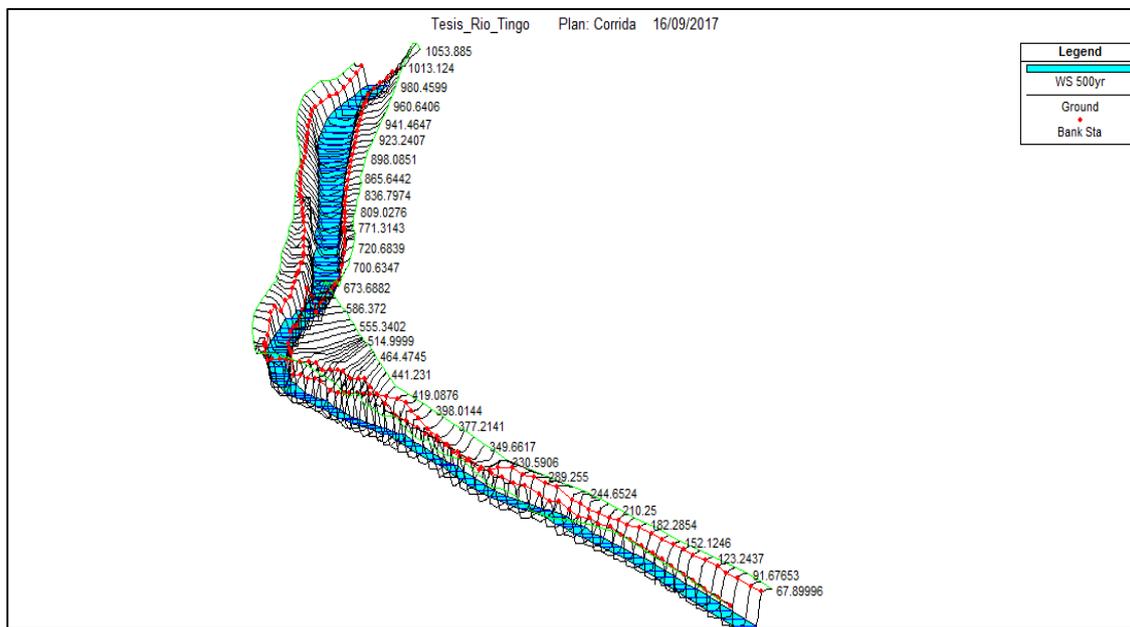


Fig. N°55: Vista en tres dimensiones del modelamiento del cauce del rio tingo.

Perfil longitudinal del flujo del cauce del rio Tingo para periodo de retorno de 500 años:

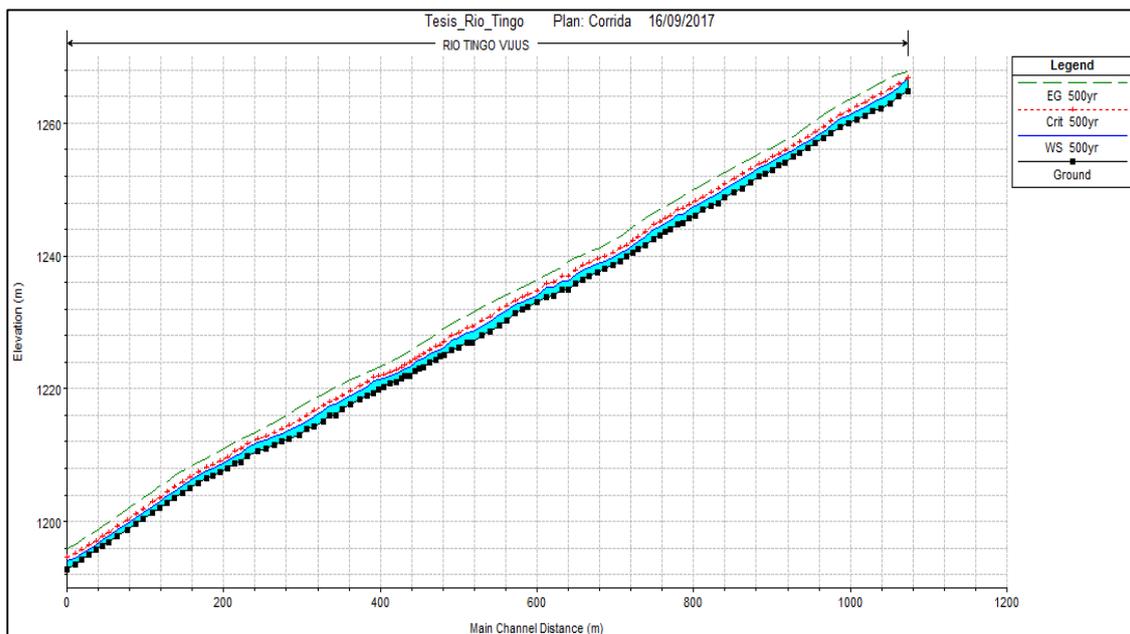


Fig. N°56: Vista de perfil de flujo del cauce.



Fig. N°57: Grafica de curva de tirante medio vs caudal de diseño.

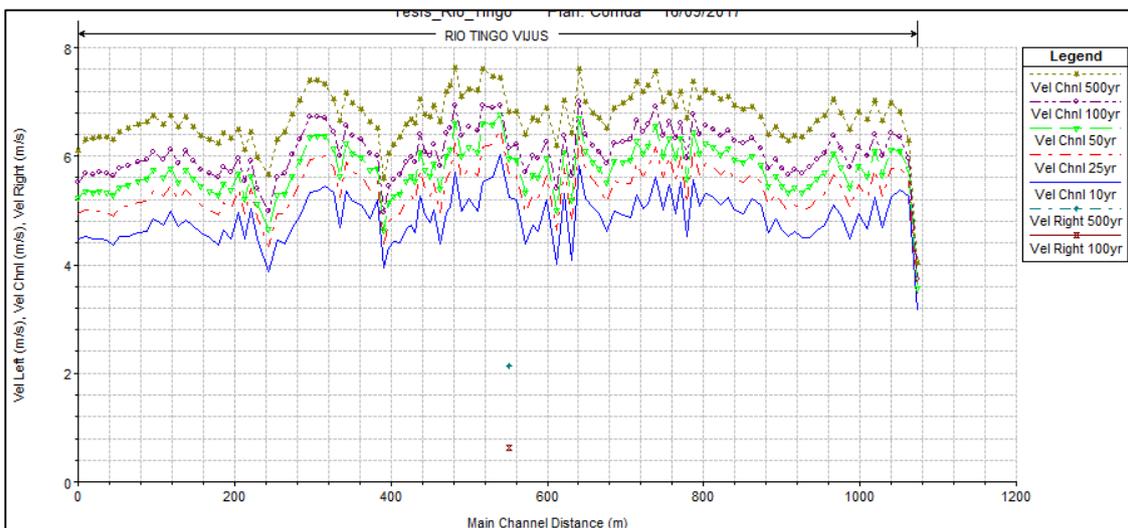


Fig. N°58: Grafica de distribución de velocidades.

Entonces se procede a evaluar las secciones, para determinar de qué manera afecta la inundación para $Tr=500$ años y cuáles serían las zonas más vulnerables, puesto que estas serían las que se encauzarían para evitar desbordamiento. Los reportes finales para cada una de las secciones en el anexo 3.

6.11 CALCULO DEL DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS.

Después, se procede a encauzar las zonas vulnerables determinando la necesidad de un muro de contención de concreto armado o gaviones, si fuese necesario. Hay zonas donde se proyectan muros de contención y gaviones, esto se debe a que son zonas en las cuales ambos MARGENES son vulnerables y requieren dichas estructuras. Una vez terminada la propuesta de encauzamiento, se procede a calcular las estructuras proyectadas.

6.11.1 CALCULO HIDRÁULICO

Primero se calcula la sección de ancho estable del río, la cual indica bajo que amplitud de ensanchamiento el río Tingo tiene un comportamiento aceptable. Con un caudal de diseño de 120.70 m³/seg para un periodo de retorno de 500 años. Y con una pendiente de terreno en la zona del área de estudio de 0.070 (m/m).

Q_{DISEÑO} (m³/seg)
120.70

Pendiente Zona del Proyecto (m/m)
0.070

6.11.1.1 SECCIÓN ESTABLE O AMPLITUD DEL CAUCE

La sección estable o amplitud del cauce (B) del río Tingo se establece del promedio de diferentes métodos hidráulicos de Simons y Henderson; método de Pettis; método de Altunin Manning y método de Blench. Así mismo para desarrollar y obtener los resultados se debe conocer variables como las condiciones de fondo del río, la rugosidad, el coeficiente de material del cauce, el coeficiente del tipo de río y factor de fondo y orilla. Como el promedio de los valores obtenidos el resultado redondeado dando un ancho estable de B= 30.00 m.

MÉTODO DE SIMONS Y HENDERSON		
$B = K_1 Q^{1/2}$		
Condiciones de Fondo de río	K₁	B (m)
Fondo y orillas de grava	2.9	31.86

MÉTODO DE PETTIS	
$B = 4.44 Q^{0.5}$	
B (m)	
48.78	

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	25.14
Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo = 0.035	0.035	
Coeficiente Material del Cauce		
Descripción	K	
Material aluvial = 8 a 12	12	
Coeficiente de Tipo de Río		
Descripción	m	
Para cauces aluviales	1	

MÉTODO DE BLENCH		
$B = 1.81(Q F_b/F_s)^{1/2}$		
Factores		B (m)
Factor de Fondo	F_b	48.71
Material Grueso	1.20	
Factor de Orilla	F_s	
Materiales ligeramente cohesivos	0.20	

MÉTODOS (Resumen)	B (m)
MÉTODO DE SIMONS Y HENDERSON	31.86
MÉTODO DE PETTIS	48.78
MÉTODO DE ALTUNIN - MANNING	25.14
MÉTODO DE BLENCH	48.71
RECOMENDACIÓN PRACTICA	18.19
=====> PROMEDIO B :	34.54
=====> SE ADOPTA B :	30.00

6.11.1.2 CALCULO DEL TIRANTE.

CALCULO DEL TIRANTE		
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	0.70
Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo = 28	28	
Caudal de Diseño (m³/seg)		
Q = 120.7		
Ancho Estable (m)		
B = 30		
Pendiente del Tramo de estudio		
S = 0.0700		

6.11.1.3 CALCULO DE SOCAVACIÓN.

Se calcula la altura de socavación, en función al tirante, encontrado con anterioridad y a la granulometría (Anexo 2) para el diámetro medio de partículas.

CALCULO DE LA PROFUNDIDAD DE SOCAVACION (Hs)				
METODO DE LL. LIST VAN LEVEDIEV		<p>1. Perfil antes de la erosión</p> <p>2. Perfil de equilibrio tras la erosión</p>		
Suelos Granulares - No Cohesivos				
$t_s = ((\alpha t^{5/3}) / (0.68 D_m^{0.28} \beta))^{1/(x+1)} \dots\dots\dots(1)$				
Suelos Cohesivos				
$t_s = ((\alpha t^{5/3}) / (0.60 \gamma_s^{1.18} \beta))^{1/(x+1)} \dots\dots\dots(2)$				
Donde:				
$t_s =$		Tirante después de producirse la socavación (m)		
$t =$		Tirante sin socavación (m)		
$t =$		0.69 m		
$D_m =$		Diámetro Medio de las partícula (mm)		
$D_m =$		20.948 mm		
$\gamma_s =$		Peso Específico suelo (Kg/m3)		
$\mu =$		Coeficiente de Contracción		
$\alpha =$		Coeficiente >>>>> $Q / (t_m^{5/3} B \mu)$		
Tirante medio (t_m) = A/B	Q (Caudal de Diseño)	Coeficiente de Contracción (μ) Tabla N° 01	Ancho Estable	α
$t_m = 0.67$	120.70	$\mu = 0.95$	$B = 30.00$	8.33

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.

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	0.95

Tabla N°24: Valores de coeficiente contracción μ .

V_m =	5.713	Velocidad media (m/s)
B =	30.000	Ancho efectivo (m)
μ =	0.950	

Tabla n° 04 : Valores del Coeficiente β		
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
β =		0.97

Tabla N°25: Valores de coeficiente tiempo de retorno B.

SELECCIÓN DE x EN SUELOS COHESIVOS (Tn/m3) o SUELOS NO COHESIVOS (mm)					
Peso específico Tn/m3	X	1/(X +1)	D (mm)	X	1/(X +1)
0.80	0.52	0.66	0.05	0.43	0.70
0.83	0.51	0.66	0.15	0.42	0.70
0.86	0.50	0.67	0.50	0.41	0.71
0.88	0.49	0.67	1.00	0.40	0.71
0.90	0.48	0.68	1.50	0.39	0.72
0.93	0.47	0.68	2.50	0.38	0.72
0.96	0.46	0.68	4.00	0.37	0.73
0.98	0.45	0.69	6.00	0.36	0.74
1.00	0.44	0.69	8.00	0.35	0.74
1.04	0.43	0.70	10.00	0.34	0.75
1.08	0.42	0.70	15.00	0.33	0.75
1.12	0.41	0.71	20.00	0.32	0.76
1.16	0.40	0.71	25.00	0.31	0.76
1.20	0.39	0.72	40.00	0.30	0.77
1.24	0.38	0.72	60.00	0.29	0.78
1.28	0.37	0.73	90.00	0.28	0.78
1.34	0.36	0.74	140.00	0.27	0.79
1.40	0.35	0.74	190.00	0.26	0.79
1.46	0.34	0.75	250.00	0.25	0.80
1.52	0.33	0.75	310.00	0.24	0.81
1.58	0.32	0.76	370.00	0.23	0.81
1.64	0.31	0.76	450.00	0.22	0.82
1.71	0.30	0.77	570.00	0.21	0.83
1.80	0.29	0.78	750.00	0.20	0.83
1.89	0.28	0.78	1,000.00	0.19	0.84
2.00	0.27	0.79			
			D_m (mm)	X	1/(X +1) =
			20.95	0.3181	0.76

Tabla N°26: Valores de x para suelos cohesivos y no cohesivos.

CLASIFICACION SEGÚN EL TAMAÑO DE PARTICULAS			
Tamaño (mm)		Tipo de material	
4000	-	2000	Canto rodado muy grande
2000	-	1000	Canto rodado grande
1000	-	500	Canto rodado medio
500	-	250	Canto rodado pequeño
250	-	130	Cascajo grande
130	-	64	Cascajo pequeño
64	-	32	Grava muy gruesa
32	-	16	Grava gruesa
16	-	8	Grava media
8	-	4	Grava fina
4	-	2	Grava muy fina
2	-	1	Arena muy gruesa
1	-	0.500	Arena gruesa
0.500	-	0.250	Arena media
0.250	-	0.125	Arena fina
0.125	-	0.062	Arena muy fina
0.062	-	0.031	Limo grueso
0.031	-	0.016	Limo medio
0.016	-	0.008	Limo fino
0.008	-	0.004	Limo muy fino
0.004	-	0.002	Arcilla gruesa
0.002	-	0.001	Arcilla media
0.001	-	0.0005	Arcilla fina
0.0005	-	0.00024	Arcilla muy fina

Tabla N°27: Clasificación según el tamaño de partículas. (Fuente: Unión geofísica A. AGU)

Diámetro medio (D_{50}) = **20.94832** =====> **Grava gruesa**

Material : =====> **NO COHESIVO**

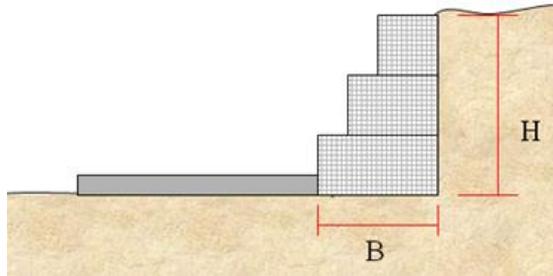
X (Tabla)	$1/x+1$	Coficiente por Tiempo de Retorno : β (Tabla)	$t_s = ((\alpha t^{5/3}) / (\beta))^{0.28 / (x+1)}$
x = 0.32	0.76	$\beta = 0.97$	$t_s = 2.24$ m
PROFUNDIDAD DE SOCAVACION (H_s)			
$H_s = t_s - t$			
$H_s = 1.55$ m			

Factor de seguridad 1.5 - 2.0 (Para grandes profundidades de erosión general $\Delta z > 1.5$ m, extender horizontalmente protección de pie de talud en una longitud $\square x > 1.5 \Delta z$.)

$H_s = 3.11$ m

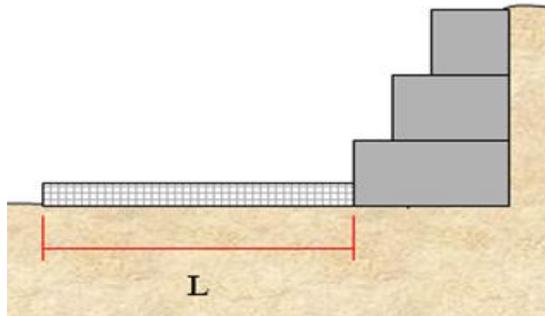
6.11.2 DISEÑO DE MUROS DE GAVIONES

6.11.2.1 PREDIMENSIONAMIENTO



H = 3.30 m

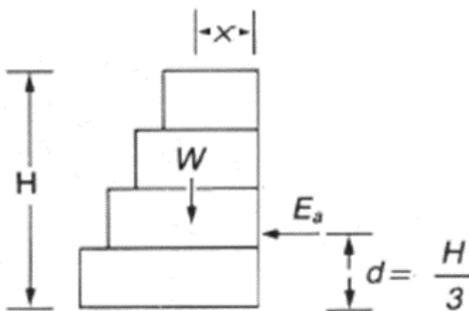
$B \geq H/2$
 $B \geq 2.65$
 $B = 3.00$



$L \geq 1.50$ a $2.00 H_s$

$H_s = 1.55$
 $L \geq 2.33$ a 3.11
 $L = 2.05$

6.11.2.2 CALCULO DE FUERZAS SOBRE EL MURO



Empuje activo por unidad de longitud (E_a):

$$E_a = 1/2 * \gamma_s * K_a * H^2 \quad (\text{kg/m})$$

K_a : coeficiente de empuje activo	Peso específico de material protegido.	
$K_a = 0.255$	$\gamma_s =$	1835
Altura del material protegido		
H = 3.30	$E_a =$	2,547.85

$$d = H/3$$

>>>>>>

$$d = 1.10 \text{ m}$$

Para hallar el coeficiente de empuje activo K_a , según la figura 57, se proyectara el ángulo de fricción interno hallado hacia la curva del ángulo que sube del terreno contenido con la horizontal según sea la topografía, en este caso es en un lecho de río el cual no se consideró ángulo ya que es terreno plano. Por lo tanto se consideró el ángulo de $\varepsilon = 0^\circ$, dando como resultado de la proyección como se ve en la figura 57 un valor de k_a de 0.025 de coeficiente de empuje activo.

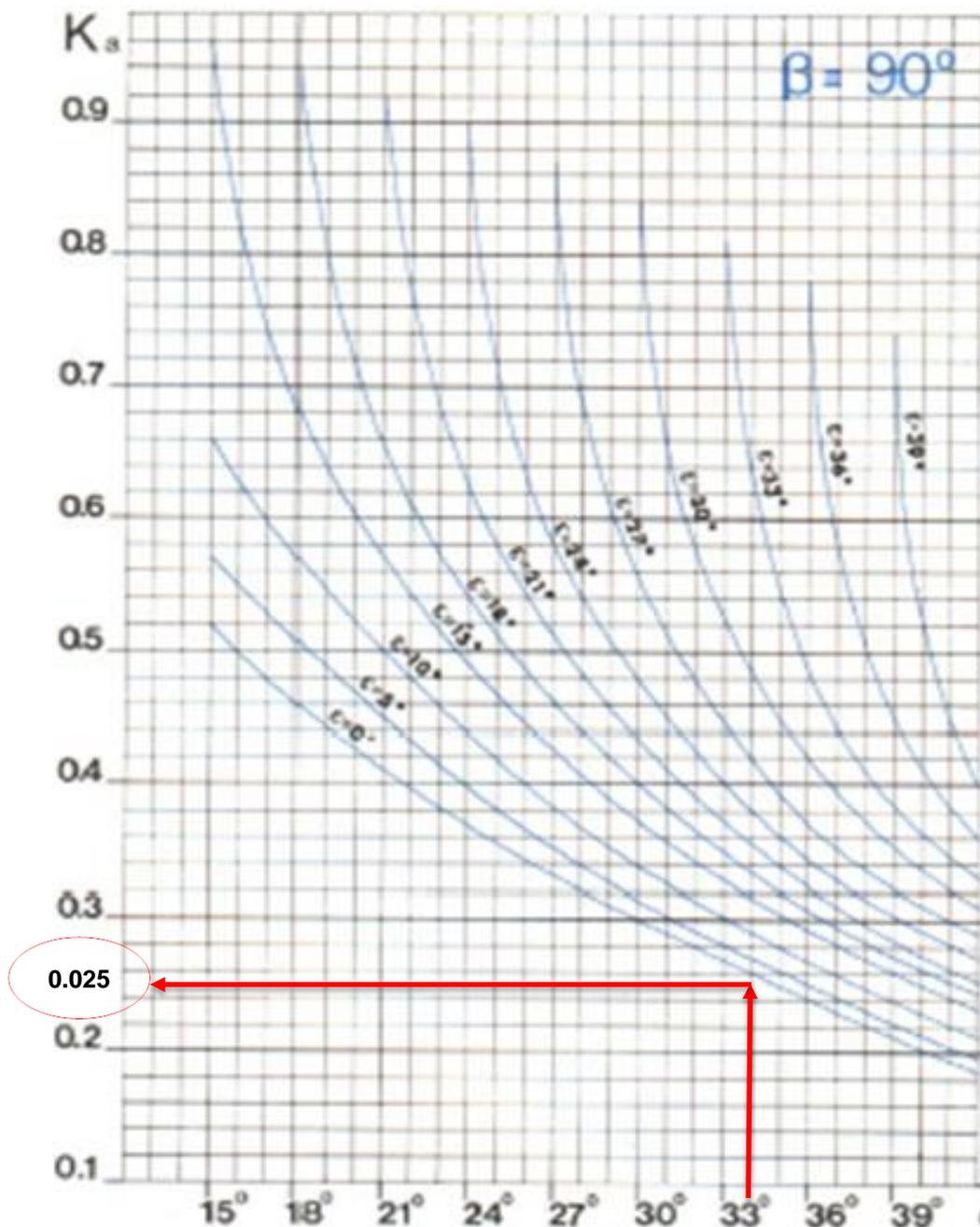


Fig. N°59: Abaco para determinar el coeficiente de empuje activo.

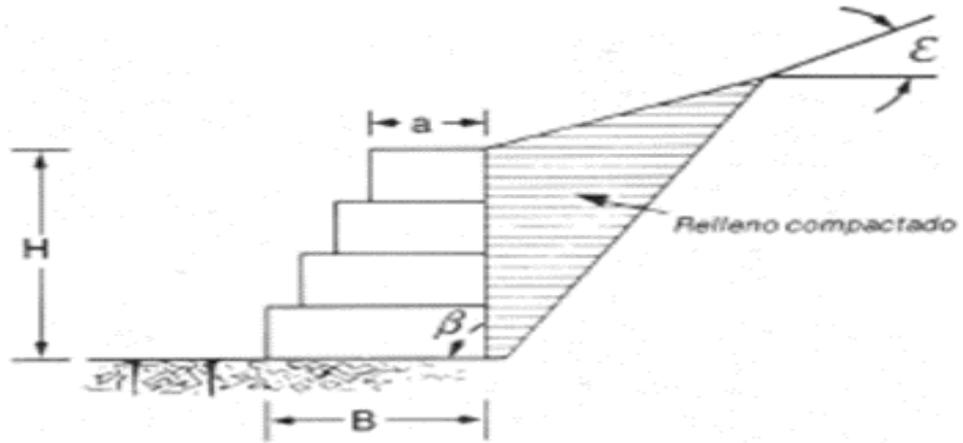


Fig. N°60: Relleno compactado según el terreno de la zona.

$$K_a = f(\beta, \epsilon, \varphi)$$

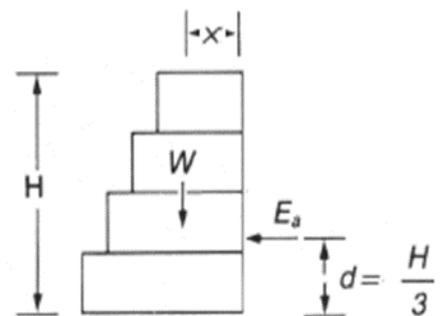
Donde:

β : Angulo que hace muro con horizontal.	ϵ : Angulo que hace terreno contenido con la horizontal.
$\beta = 9.00^\circ$	$\epsilon = 0^\circ$
φ : Angulo de fricción interno del terreno contenido	
$\varphi = 34.00^\circ$	

>>>>> $K_a = 0.255$

6.11.2.3 CARGA POR UNIDAD LONGITUD

$W = \gamma_g * A_g$ (Kg / m) >>> w	
Peso específico del gavión (Kg/m ³)	28,210.00
$\gamma_g = 1820.00$	
Área del Gavión (m ²)	
$A_g = 15.50$	



6.11.2.4 ESTABILIDAD POR DESLIZAMIENTO

Coeficiente de seguridad al deslizamiento S_s

$S_s = \frac{\sum F_r}{\sum F_d} \geq 1.3$	Sumatoria de Fuerzas Horizontales Deslizantes	
	$\sum F_d = 2,547.85$	
$S_s = 7.47$	Sumatoria de Fuerzas Horizontales Resistentes	
	$\sum F_r = \sum V * \text{Tang } \phi_b = 19,027.89$	
$S_s > 1.3 \gggg$ EL MURO ES ESTABLE AL DESLIZAMIENTO	Sumatoria de fuerzas Verticales	(Angulo de rozamiento)
	$\sum V = 28,210.00$	$\phi_b = 34^\circ.00$

6.11.2.5 ESTABILIDAD DE VOLTEO

Coeficiente de seguridad al Volteo S_v

$S_s = \frac{\sum M_s}{M_r} \geq 1.3$	Sumatoria de Momentos Resistentes
	$\sum M_s = 10,920.00$
$S_s = 3.90 \geq 1.3$	Sumatoria de momentos volcantes
	$\sum M_r = 2,802.64$
$S_s > 1.3$: EL MURO ES ESTABLE AL VOLTEO	

6.11.3 DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN.

6.11.3.1 BASES PARA DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO

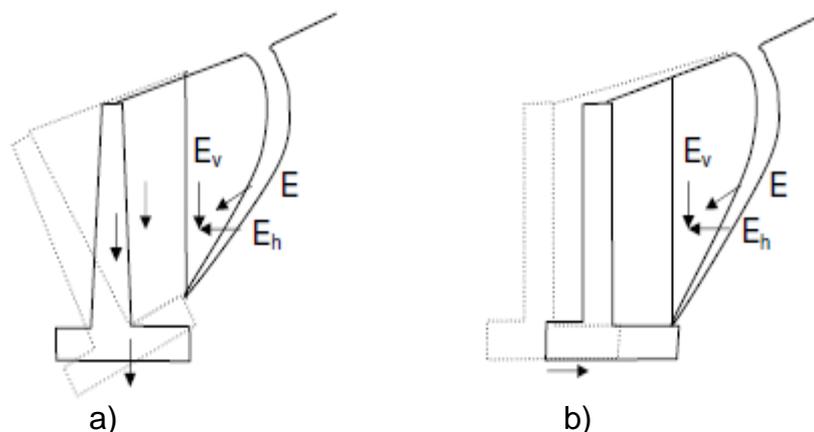
Las fuerzas que actúan sobre un muro de contención pueden dividirse en dos grupos; fuerzas horizontales provenientes del empuje del terreno, sobrecargas, etc., y fuerzas verticales provenientes del peso propio, peso del relleno, sobrecarga, etc.

La acción de las fuerzas horizontales tiende a desplazar el muro de su posición original y si ese desplazamiento es lo suficientemente grande, el muro ya no estará cumpliendo su función, o sea habrá fallado, aún si el desplazamiento tuvo lugar sin daños para las partes constitutivas del muro.

El presente trabajo de tesis tiene por finalidad calcular los empujes activos horizontales, empujes pasivos horizontales, investigación de estabilidad de taludes, cuantía máxima del acero, momentos últimos y verificar mediante métodos analíticos que el esfuerzo máximo a la cortante sea mayor a la fuerza cortante última $FVc > Vu$ en el diseño de muros de contención en voladizo.

El desplazamiento puede ser rotacional o lineal y contra ambos debe estar dirigido el diseño en lo que se denomina análisis de estabilidad. En el esquema a) puede verse como el empuje del relleno tiende a volcar el muro, junto con el relleno que hay directamente sobre el talón, alrededor del extremo del voladizo delantero (punto A); las fuerzas que se oponen a ese vuelco son precisamente las verticales, las cuales dan momentos de sentido contrario al del empuje con respecto al punto A. El factor de seguridad mínimo contra la posibilidad de volcamiento o sea relación entre momentos que impiden el volcamiento y momentos que tienden a producirlo

alrededor del punto A, debe ser 2 según especificación de la mayoría de lo código.



En el esquema b) puede apreciarse como la componente horizontal del empuje puede deslizar el muro, junto con la parte de relleno que está directamente sobre el talón, en el sentido del empuje. La fuerza que se opone a este deslizamiento es la fricción que hay entre la base del muro y el terreno de fundación principalmente; esta fricción es función de las fuerzas verticales que actúan sobre el muro del terreno de función en la forma $f \times \sum V$, siendo f el coeficiente de fricción entre el Concreto o material del muro y el terreno de fundación; este coeficiente tiene los siguientes valores usuales:

Arena o grava gruesas 0.5 a 0.7

Arena o grava finas 0.4 a 0.6

Arcillas duras 0.3 a 0.5

Arcillas blandas o limo 0.2 a 0.3

Se logró obtener información de fuente externa, como **Kinsa Group** – Laboratorio de geotecnia, concreto y resistencia de materiales que realizaron estudios de suelos en el lugar de estudio, facilitando información que detallamos a continuación:

Descripción de perfil estratigráfico:

Del acuerdo a la exploración efectuada mediante las calicatas C1, C2 Y C3, tal como se observa en el récord del estudio de exploración y en los resultados de Laboratorio adjuntados; el perfil estratigráfico presenta las siguientes características:

Presenta una Grava Bien Graduada con matriz arenosa, de compacidad media y regular humedad, color gris claro, Clasificado según SUCS como GW y según AASHTO como A-1-a(0), con presencia de aproximadamente un 25% de piedras de 4" hasta 8" de tamaño de forma sub redondeada.; yendo su potencia hasta los límites de la exploración de 3.00 m.

Propiedades del Sub Suelo:

7.1 Clasificación SUCS: Grava Bien Graduada con matriz arenosa/
GW

7.2 Humedad Natural Promedio, es igual a 5.26%

7.3 Peso Unitario (γ), la Arcilla analizada tiene un valor de
 $\gamma = 1.835 \text{ g./cm}^3$.

7.4 Angulo de Fricción Interna (ϕ), se estima un valor de $\phi = 34^\circ$

7.5. Densidad Relativa (DR %), igual a 50 %

7.6. Cohesión (c), $C = 0.00 \text{ kg/cm}^2$

7.7 Los Límites de Consistencia, $LL = NP \%$, $IP = NP \%$

7.8 Contenido de Sales Solubles Totales, es igual 0.140 %
(Moderado)

7.9 Módulo de Elasticidad (Es), es igual a 2450.0 Tn/m²

7.10 Módulo de Corte (G), es igual a 94.0 Kg/cm²

7.11 Coeficiente de Poisson (μ), es 0.30.

7.12 Capacidad de Carga Admisible, es igual a 2.25 Kg/cm³
(Df=2.00m, B=1.0m)

7.13 Asentamiento Instantáneo, es igual a 0.487cm

7.14 Coeficiente de Empuje Activo (Ka), es igual a 0.283

7.15 Diámetro Efectivo (D10), es igual a 0.35 mm

6.11.3.2 PARÁMETROS SÍSMICOS.

Perfil de suelo Tipo S2, que corresponde a un suelo intermedio, se debe considerar los siguientes parámetros: $Z=0.25$, $S=1.20$ y $T_p=0.60$ seg. (Anexo 02)

Para mejorar la estabilidad al deslizamiento conveniente no alisar mucho la superficie del terreno de fundación y dejar más bien una superficie rugosa. Nótese en el esquema b) que el muro, al deslizarse hacia la izquierda, debe empujar también el terreno que haya adelante de él, creando así un empuje pasivo que ayuda a la estabilidad al deslizamiento puesto que debe ser vencido antes de que el muro pueda deslizarse; e tendrá así que la fuerza que se opone al deslizamiento es:

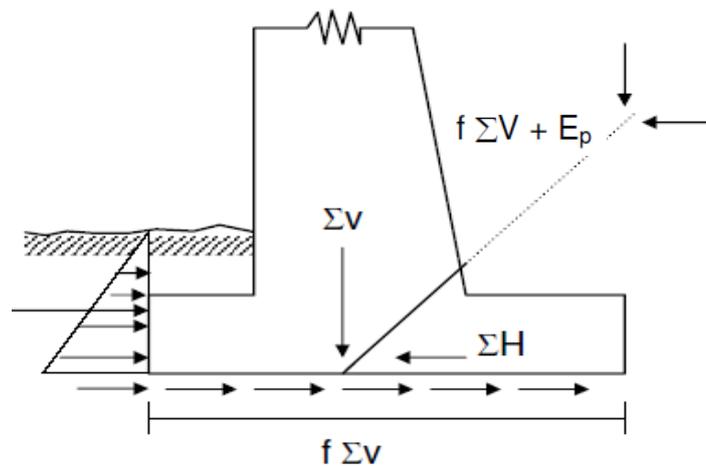


Fig. N° 61: Análisis de la estabilidad al deslizamiento.

Como la fuerza que produce el deslizamiento es la horizontal (ΣH) y el factor de seguridad contra esta eventualidad está normalmente fijado en 1.5, se deberá tener que:

$$\frac{f \sum V + E_p}{\sum H} \geq 1.5$$

Debe advertirse que para poder contar con el empuje pasivo es necesario estar seguro de que el terreno delante del muro estará siempre ahí y de que estará en su posición antes de la colocación del relleno; esto no siempre es posible y de ahí que muchos ingenieros prefieran despreciar el efecto del empuje pasivo al buscar el coeficiente de seguridad mínimo de 1.5 o aumentar este coeficiente mínimo a 1.7 ó 1.8, sí tener en cuenta el efecto del empuje pasivo.

Pre dimensionamiento de muros de sostenimiento

Para muros en voladizo el ancho de la base también varía entre el 50 y 66% de la altura, el ancho de la corona debe ser $1/24$ de la altura a 25 cm., (el mayor de los dos para facilidad de la colocación del Concreto); el ancho del muro en la base debe ser $1/12$ de la altura; el espesor de la base debe ser por lo menos igual al espesor máximo del muro ($1/12 h$) y preferiblemente un poco mayor; el vástago debe colocarse sobre la base de tal manera que el voladizo delantero sea aproximadamente $1/3$ del ancho de la base, con el objeto de que la resultante de las fuerzas exteriores caiga dentro del tercio medio de la base.

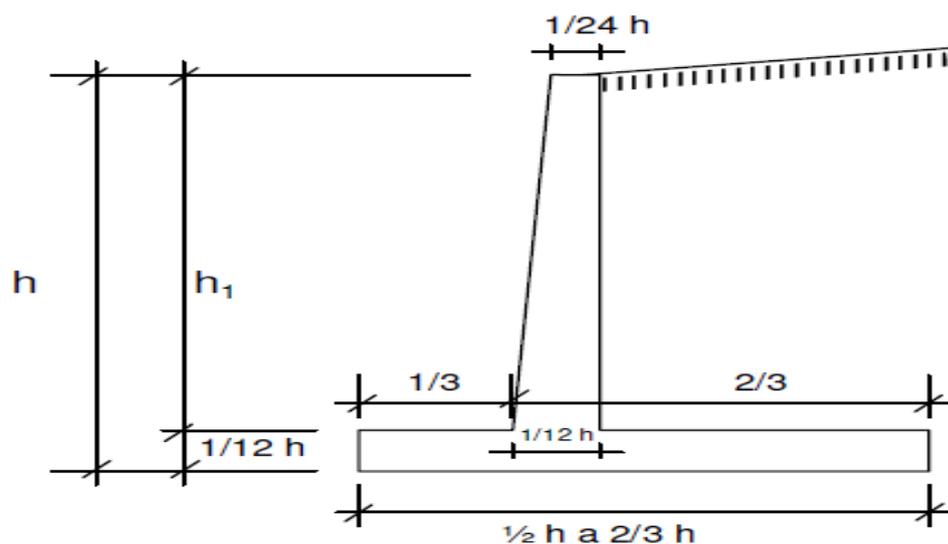


Figura N° 62. Predimensionamiento de muros.

$$L = (0.5-0.70)H$$

$$c = H/24 \text{ o } 0.25 \text{ el mayor de los dos}$$

$$\text{Espesor zapata} = H/12 \text{ m\u00ednimo.}$$

$$b = H/12$$

$$\text{Puntera} = (1/4 \sim 1/3) \text{ del ancho de la base}$$

6.11.3.3 PREDIMENSIONAMIENTO DE MUROS DE CONTENCIÓN ARMADO EN VOLADIZO.

Para el dimensionamiento de los muros, se pueden utilizar las dimensiones de tanteo, dadas en la figura n\u00b0 02 sugeridas por HUNTINGTON para muros de gravedad y muros en voladizo (Herrera M. 1994).

Informaci\u00f3n previa procesada del rio Tingo con el Software Hec Ras:

- Se determin\u00f3 que para un periodo de retorno de $T=500$ a\u00f1os las zonas m\u00e1s m\u00e1s Vulnerables son las de los ejes A, B, C, D, E, F (Figura N\u00b0 61), puesto que estas ser\u00edan las que se encauzar\u00edan para evitar desbordamiento.
- Despu\u00e9s, se procede a encauzar las zonas vulnerables determinando la necesidad de un muro de contenci\u00f3n de gaviones o de concreto armado, si fuese necesario.
- Hay zonas donde se proyectan muros de contenci\u00f3n y gaviones, esto se debe a que son zonas en las cuales ambas m\u00e1rgenes son vulnerables y requieren dichas estructuras.
- En los ejes A, C, D se proyectan muros de contenci\u00f3n de concreto armado en voladizo de diferentes alturas
- En las progresivas 0+500, 0+600 y 0+840 se ubican muros de contenci\u00f3n de concreto armado por ser las zonas m\u00e1s vulnerables ante una posible inundaci\u00f3n, calculada para un periodo de retorno de $T= 500$ a\u00f1os.

- En las progresivas 0+220, 0+440, 0+720 y 0+840 se proyectan gaviones por ser las zonas vulnerables pero con menor probabilidad de inundación.
- Hay zonas donde se proyectan muros de contención y gaviones, tal como la progresiva 0+840 esto se debe a que son zonas en las cuales **ambos márgenes** son vulnerables y requieren dichas estructuras.
- Una vez terminada la propuesta de encauzamiento, se procede a calcular las estructuras proyectadas.

Plano General – Topografía del terreno

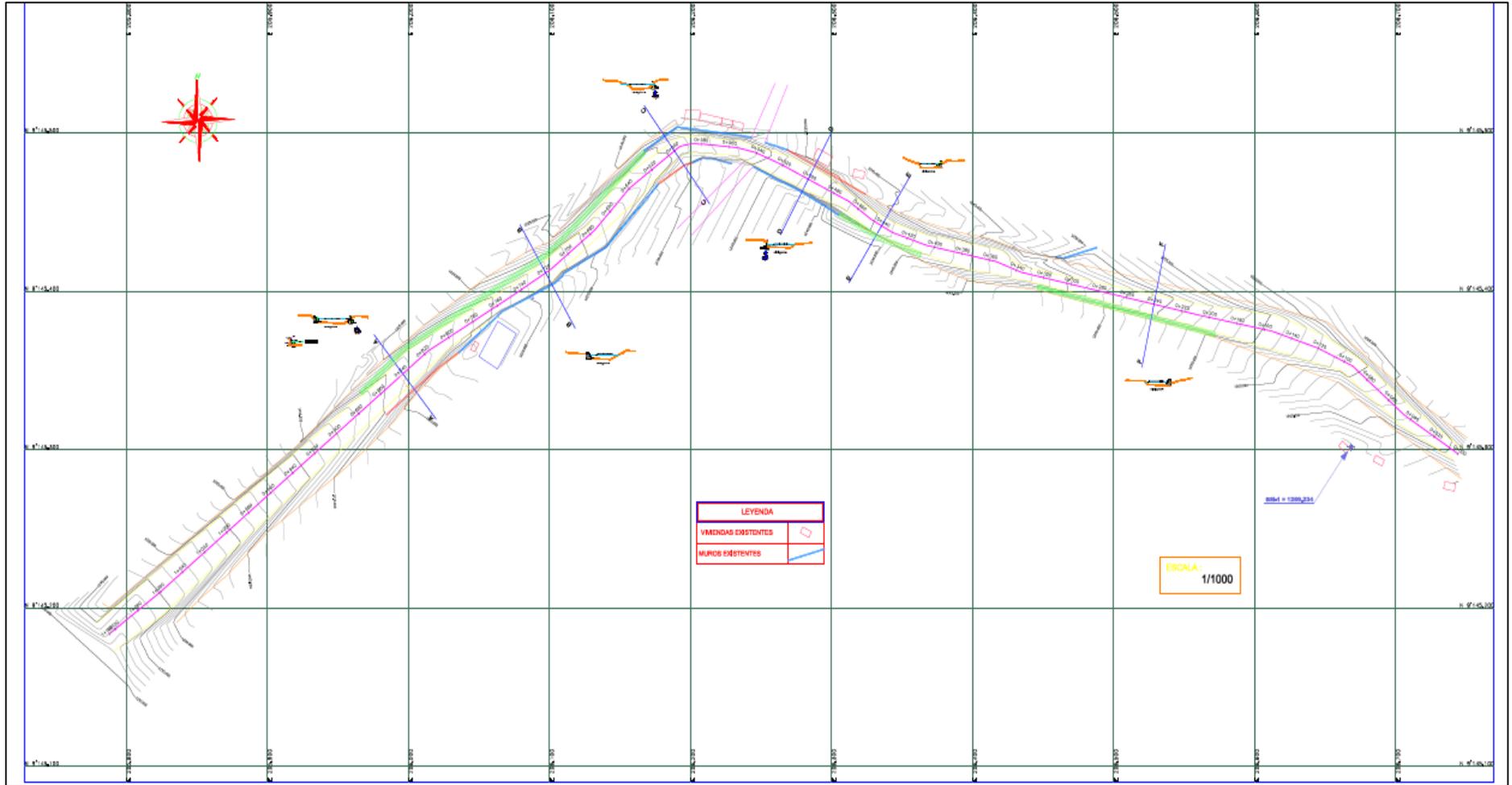


Fig. N° 63. Topografía del terreno. (Fuente propia)

DETALLE DE TOPOGRAFIA DE TERRENO - PROGRESIVA 0+500

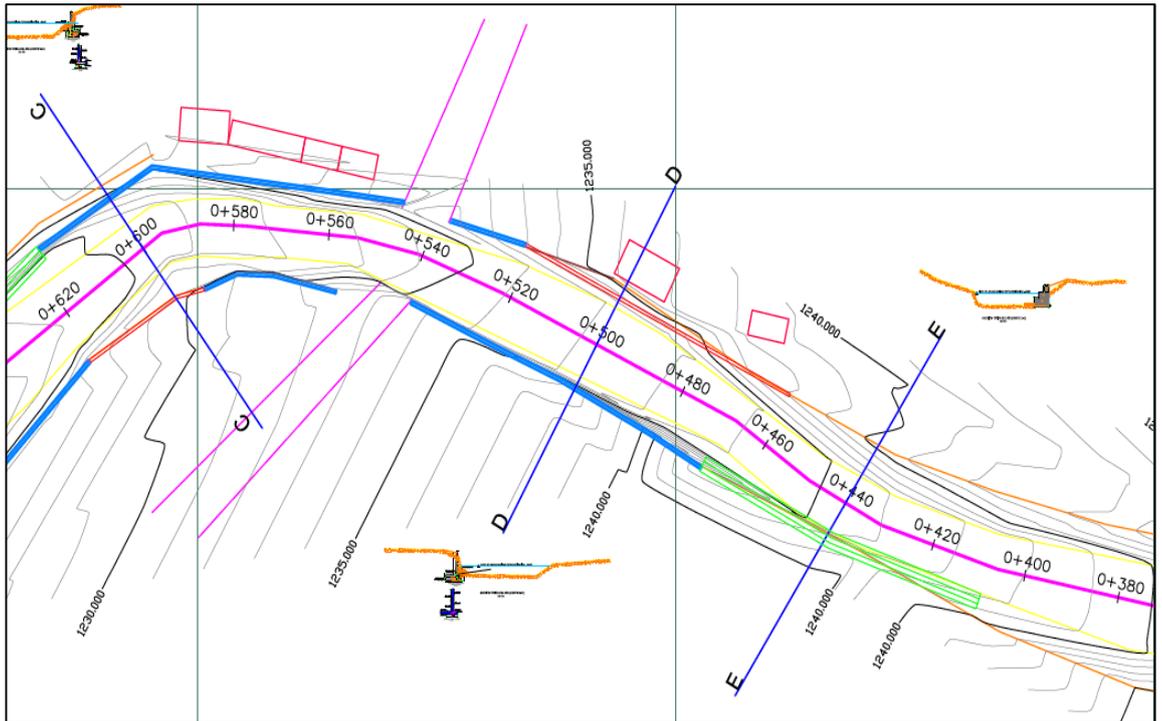


Fig. N° 64: Detalle de topografía.

PREDIMENSIONAMIENTO DE MURO DE CONTENCIÓN (CORTE D-D)

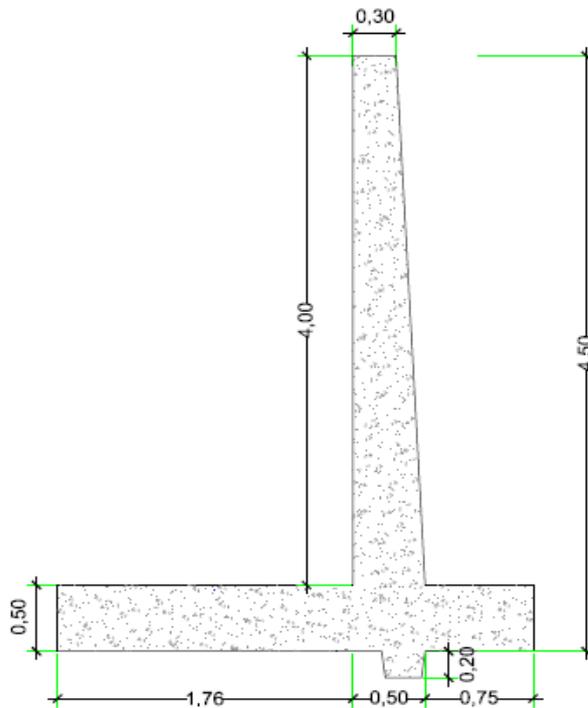


Fig. N° 65: Muro de

PREDIMENSIONAMIENTO DEL MURO DE CONTENCIÓN (CORTE D-D)

ES: 1/25

contención.

DETALLE DE MURO DE CONTENCIÓN

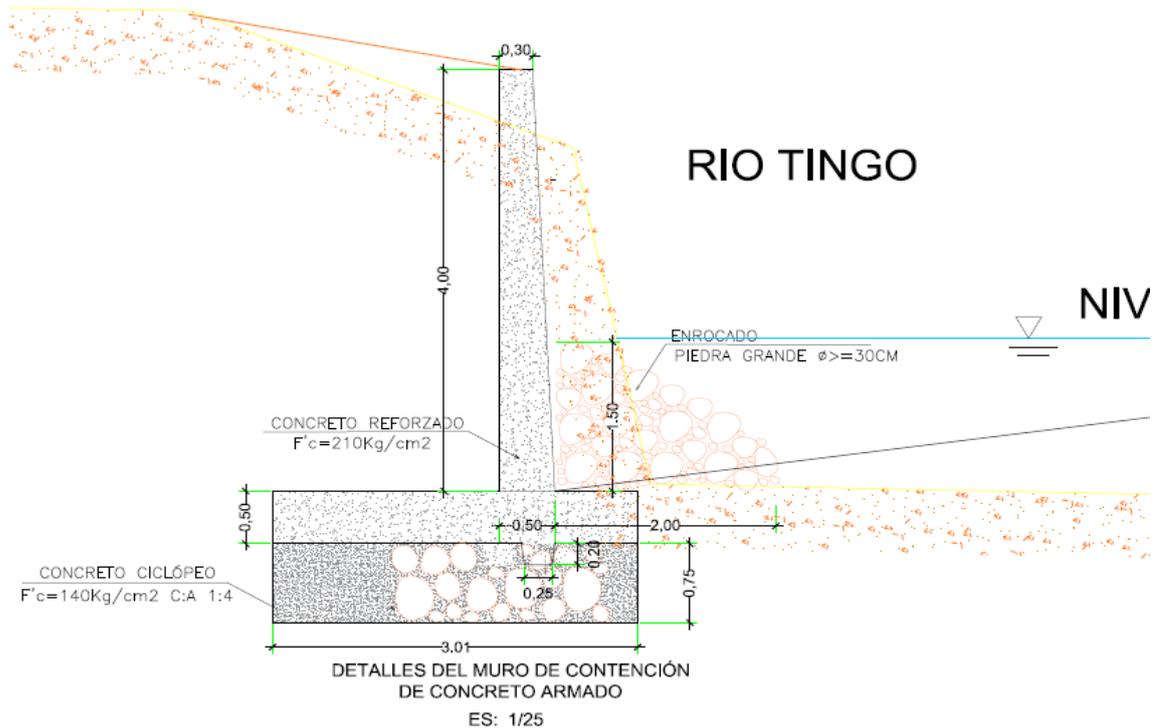


Fig. N° 66: Detalle de muro de contención.

CONDICIONES DE SUELO Y CARGA

Propiedades del suelo:

- ✓ Angulo de fricción interna $\phi = 34^\circ$
- ✓ Peso unitario (γ), la Arcilla analizada tiene un valor de $\gamma = W = 1.8 \text{ ton/m}^3$.
- ✓ Coeficiente de fricción $f = 0.40$

Carga:

- ✓ Sobre carga $S = 200 \text{ kg/m}^2$

Especificaciones Técnicas:

- ✓ $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ $W_c = 2.4 \text{ ton/m}^3$

El relleno será un *conglomerado* por lo tanto el peso unitario será igual a $W = 1.80 \text{ t/m}^3$.

A continuación se muestra el predimensionamiento calculado para muros de contención usando hojas de trabajo en Excel, el cálculo se realizará de manera detallada:

CALCULOS DE MUROS DE CONTENCIÓN (EJE D-D):

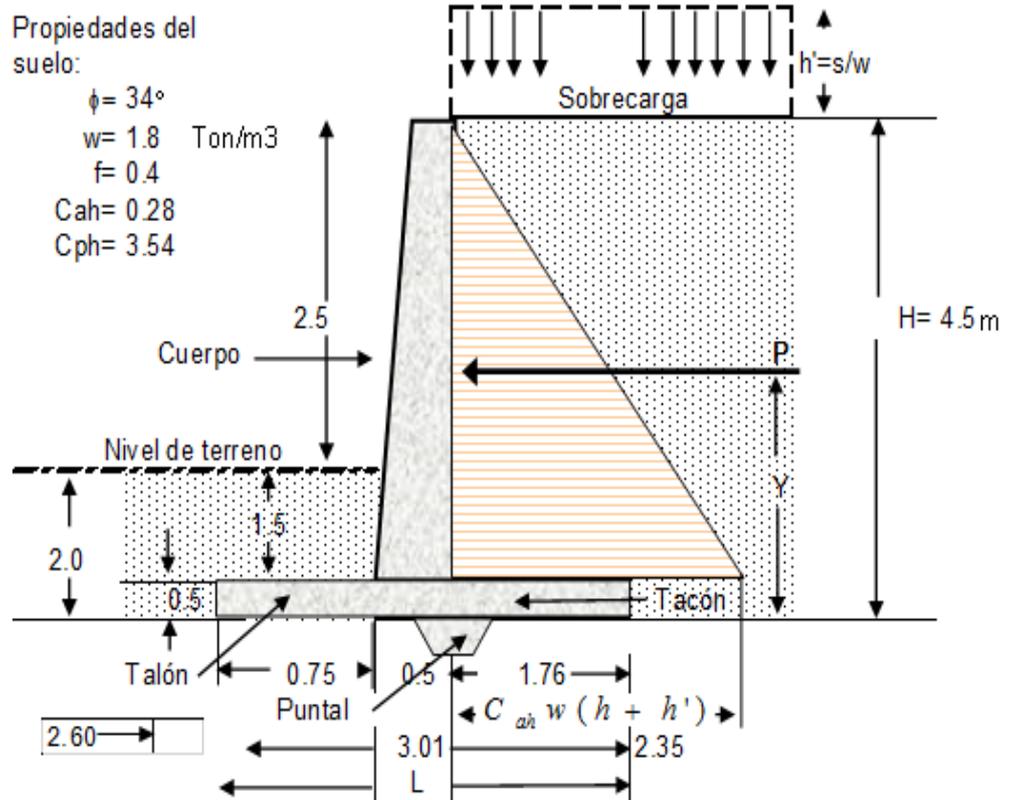


Fig. N° 67: Predimensionamiento de muro de contención.

$H = 4.5 \text{ m}$ ----- > Altura total de muro

$$L = (0.5 - 0.70)H$$

$$L = 0.67 * 4.5 = 3.01 \text{ m}$$

CORONA

$c = H/24$ o 0.25 el mayor de los dos

$c = 4.5/24 = 0.19 \text{ m}$ ----- > se considera 0.30 m

ESPESOR DE ZAPATA

Espesor zapata = $H/12$ mínimo.

$e = 4.5/12 = 0.38 \text{ m}$ ----- > se considera 0.50 m

ESPESOR INFERIOR DE MURO

$$b=H/12$$

$$b= 4.5/12= 0.38 \text{ m}$$

----- > se considera 0.50 m

PUNTERA

Puntera= (1/4 ~ 1/3) del ancho de la base

$$\text{Puntera} = 1/4L = 3.01/4 = 0.75 \text{ m}$$

BASE TALÓN

$$\text{Talón} = (2/3*L) - b$$

$$\text{Talón} = (2/3*3.01) - 0.50 = 1.51$$

m

----- > se consideró 1.76 m

6.11.3.4 CALCULO ESTRUCTURAL

- **Coefficiente del empuje activo:**

$$C_{ah} = \frac{1 - \text{sen}\phi}{1 + \text{sen}\phi} \quad C_{ah} = \frac{1 - \text{sen}\left(\frac{3.1415 \cdot 34}{180}\right)}{1 + \text{sen}\left(\frac{3.1415 \cdot 34}{180}\right)} = 0.28$$

- **Coefficiente del empuje pasivo:**

$$C_{ph} = \frac{1 + \text{sen}\phi}{1 - \text{sen}\phi} \quad C_{ph} = \frac{1 + \text{sen}\left(\frac{3.1415 \cdot 34}{180}\right)}{1 - \text{sen}\left(\frac{3.1415 \cdot 34}{180}\right)} = 3.54$$

- **Efectos de Sobrecarga :**

$$S= 200 \text{ kg/m}^2$$

$$h' = \frac{s}{W} = \frac{0.2}{1.8} = 0.11 \text{ m}$$

$$h=4.0\text{m}$$

- Empuje activo horizontal:

$$P = \frac{1}{2} C_{ah} w h (h + 2h') \quad P = 4.297 \text{ ton.}$$

- Posición de la resultante:

$$y = \frac{h^2 + 3hh'}{3(h + 2h')} \quad y = 1.526 \text{ m}$$

- Momento último:

$$M_u = 1.70 * P * y \text{ ton-m}$$

$$M_u = 1.70 * 4.297 * 1.526 = 11.15 \text{ ton-m}$$

6.11.3.5 CUANTÍA DE ACERO.

$$\rho_b = 0.85 * f'_c * \left(\frac{\beta}{f_y}\right) * \left(\frac{600372}{600372 + f_y}\right)$$

$$\beta = 0.85$$

Cuantía máxima del acero

$$\rho_{max} = 0.75 * \rho_b$$

Entonces tenemos:

$$\rho_b = 0.85 * 210 * (0.85 / 4200) * ((600372 / (600372 + 4200))) = 0.04$$

$$\rho_{max} = 0.75 * 0.04 = 0.0081$$

6.11.3.6 RESISTENCIA NOMINAL DE DISEÑO.

$$R_u = \rho_{max} * f_y * \left(1 - 0.59 * \rho_{max} * \frac{f_y}{f'_c}\right)$$

$$d = \sqrt{\frac{M_{max}}{\Phi * R_u * b}}$$

$$R_u = 0.0081 * 4200 \left(-0.59 * 0.0081 * \frac{4200}{210}\right) * 10 = 304 \text{ ton/m}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{11.15}{0.9 * 304 * 1}} = 0.202 \text{ m}$$

6.11.3.7 RESISTENCIA A LA CORTANTE.

A partir de d de la base: 0.23 m

h = 4.27 m

P = 4.88 Ton

Vu= 8.30 Ton --- Vu= fuerza cortante ultima

$\Phi = 0.85$ ----- - Vc= esfuerzo máximo a la cortante.

$$\Phi Vc = \Phi 0.53 \sqrt{f'c} b d = 15.02 \text{ Ton}$$

$\Phi Vc > Vu$ Cumple

Investigación de la estabilidad

Pesos componentes				W Ton	X m	Mr Ton-m
w1: 4.00	X	0.40 X	2.4	3.84	0.95	3.65
w2: 3.10	X	0.50 X	2.4	3.72	1.55	5.77
w3: 0.30	X	0.25 X	2.4	0.18	0.9	0.16
w4: 0.75	X	1.50 X	1.8	2.03	0.375	0.76
w5: 4.00	X	2.05 X	1.8	14.76	2.075	30.63
Total				24.53		40.96

Tabla N°28: Calculo de estabilidad

Presión total de suelo sobre todo el plano:

$$P = 5.4 \text{ Ton}$$

$$Y = 1.5 \text{ m}$$

Presiones de contactos

	En el tercio medio	En el borde del tercio medio	fuera del tercio medio
q1=	12.49	14.68	12.77
q2=	2.19	0	

En el tercio medio

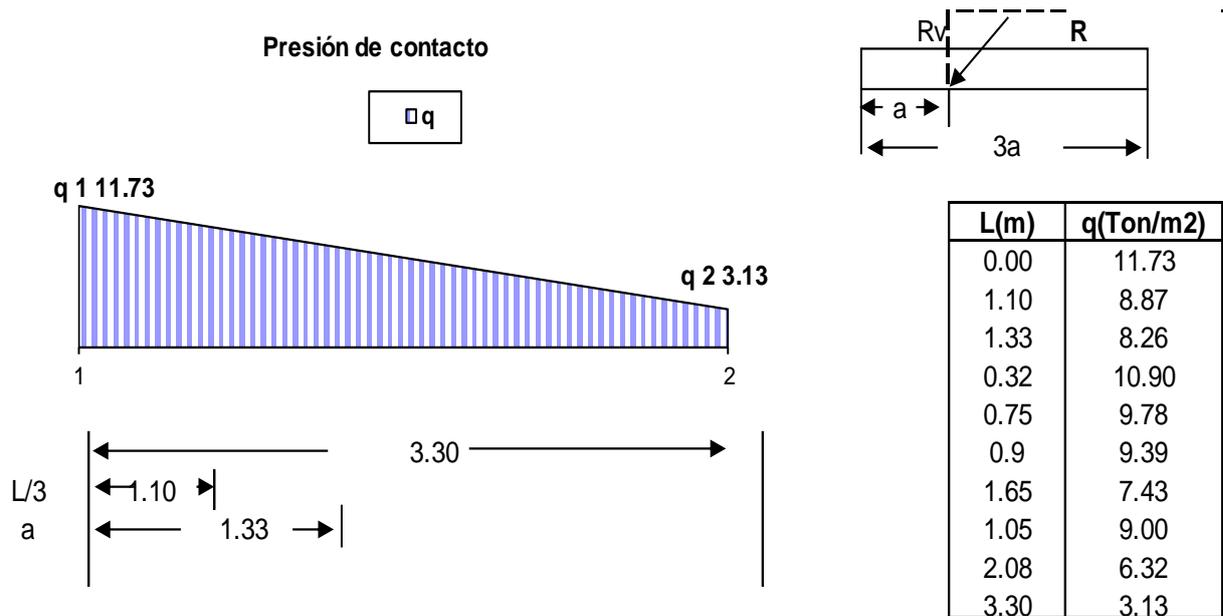
Presiones de contacto

Para $R_v = 24.5 \text{ Ton/m}$

$q_1 = 11.73 \text{ Ton/m}^2$

$q_2 = 3.13 \text{ Ton/m}^3$

Fig. N°68: Tabla de Presiones de contactos.



6.11.3.8 FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO.

$$FSV = \frac{\text{Momento Resistente}}{\text{Momento al Volcamiento}} > 1,5$$

$FSV = 8.30/33.76 = 4.07$ ----- Es amplio

Seguridad contra deslizamientos:

$\phi = 34^\circ$
 $C_{ah} = 0.28$
 $C_{ph} = 3.54$
 $f = 0.4$ *Coefficiente de fricción entre concreto y suelo*
 $f = \tan(\phi) = 0.67$

Fricción en el puntal = 5.54 Ton

Fricción en el talón y tacón = 3.68 Ton

Presión de tierra pasiva = $\frac{7.16}{16.39}$ Ton

Factor de seguridad contra el deslizamiento: $\frac{16.39}{5.4} = 3.03$ **Acceptable**

$FSD = \frac{\text{Peso total} * Tg \Phi}{PA} = 3.03$ ----- (Acceptable).

6.11.3.9 CALCULO DE

REFUERZOS.

CALCULO DEL REFUERZO

Refuerzo Cara Posterior: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$\phi = 0.9 \text{ m}$ $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

$b = 1.0 \text{ m}$ $W_c = 2.4 \text{ Ton/m}^3$

$d = 0.23 \text{ m}$

$d' = 0.07 \text{ m}$

$e = 0.30 \text{ Ton-m}$

$M_u = 11.15$

$\frac{M_u}{\phi b d^2}$

$\rho_{min} = 0.0033$

$\rho = 0.0060 \text{ cm}^2/\text{m}$

$A_s = 13.80 \text{ cm}^2/\text{m}$

$A_s = 7.59 \text{ cm}^2/\text{m}$

Varilla seleccionada: N°6

$A_s = 2.84 \text{ cm}^2$

Refuerzo vertical en el muro: 6

Varillas/m @ 16.6667

Usar varillas	N°6	espaciadas	15	cms
---------------	-----	------------	----	-----

A. Refuerzo cara Frontal

$$\rho = 0.0018$$

$$A_s = 4.14 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Varilla seleccionada: N}^\circ 5 \quad A_s = 1.99 \quad \text{cm}^2$$

$$\text{Refuerzo vertical en el muro: } 3 \quad \text{Varillas/m @ } 33.3333$$

Usar varillas	N ^o 5	espaciadas	30	cms
------------------	------------------	------------	----	-----

Peso y área de acero de refuerzo según diámetro:

		mm	cm ²	mm	kg/m
N ^o 2	1/4"	6.4	0.32	20.0	0.250
N ^o 3	3/8"	9.5	0.71	30.0	0.560
N ^o 4	1/2"	12.7	1.29	40.0	0.994
N ^o 5	5/8"	15.9	1.99	50.0	1.552
N ^o 6	3/4"	19.1	2.84	60.0	2.235
N ^o 7	7/8"	22.2	3.87	70.0	3.042
N ^o 8	1"	25.4	5.1	80.0	3.973
N ^o 9	1-1/8"	28.7	6.45	90.0	5.060
N ^o 10	1-1/4"	32.3	8.19	101.3	6.404
N ^o 11	1-3/8"	35.8	10.06	112.5	7.907
N ^o 14	1-3/4"	43.0	14.52	135.1	11.380
N ^o 18	2-1/4"	57.3	25.81	180.1	20.240

Fig. N^o69: Cuadro de pesos y áreas para calcular el refuerzo del acero.

B. Refuerzo Horizontal

	$\rho =$	0.002		
	$A_s =$	4.6 cm ² /m		
Varilla seleccionada:	N°4		$A_s =$	1.29 cm ²
Refuerzo vertical en el muro:	5 Varillas/m		@	20
Usar varillas	N°4	espaciadas		20 cms

Losa del puntal:

		$f_c =$	210 kg/cm ²
	$\phi = 0.9$	$f_y =$	4200 kg/cm ²
	b: 1.0 m	$W_c =$	2.4 Ton/m ³
	d= 0.43 m		
	d'= 0.07 m		$M_u = 32.1$
	e= 0.50 m		$\phi b d^2$
	$M_u = 5.3$ Ton-m		
		$\rho = 0.0008$	
	$A_s = 3.31$ cm ² /m	$\rho_{min} = 0.0033$	
	$A_s = 14.19$ cm ² /m		
Varilla seleccionada:	N°6	$A_s =$	2.84 cm ²
Refuerzo en el muro:	6 Varillas/m	@	16.67
Usar varillas	N°6	espaciadas	15 cms
Cortante actuante :			
	d=	0.43 m	
	L=	0.32 m	
	$V_u =$	6.27 Ton	

Resistencia a cortante del concreto:

$$\phi = 0.85$$

$$\phi V_c = 28.07 \text{ Ton}$$

Cumple

Losa del tacon:

$\phi = 0.9$	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
$b = 1.0 \text{ m}$	$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
$d = 0.43 \text{ m}$	$W_c = 2.4 \text{ Ton/m}^3$
$d' = 0.07 \text{ m}$	
$e = 0.50 \text{ m}$	$M_u = 121.3352313$
$M_u = 20.19 \text{ Ton-m}$	$\phi b d^2$
	$\rho = 0.0030$
$A_s = 12.88 \text{ cm}^2/\text{m}$	$\rho_{\min} = 0.0033$
$A_s = 14.19 \text{ cm}^2/\text{m}$	

Varilla seleccionada: N°6	$A_s = 2.84 \text{ cm}^2$
Refuerzo en el muro: 6 Varillas/m	@ 16.67
Usar varillas N°6 espaciadas	14 cms

Cortante actuante

$d = 0.43 \text{ m}$
$L = 1.33 \text{ m}$
$V_u = 13.10848 \text{ Ton}$

Resistencia a cortante del concreto

$\phi = 0.85$
$\phi V_c = 28.07 \text{ Ton}$
Cumple

Distribución de refuerzos en muros de contención

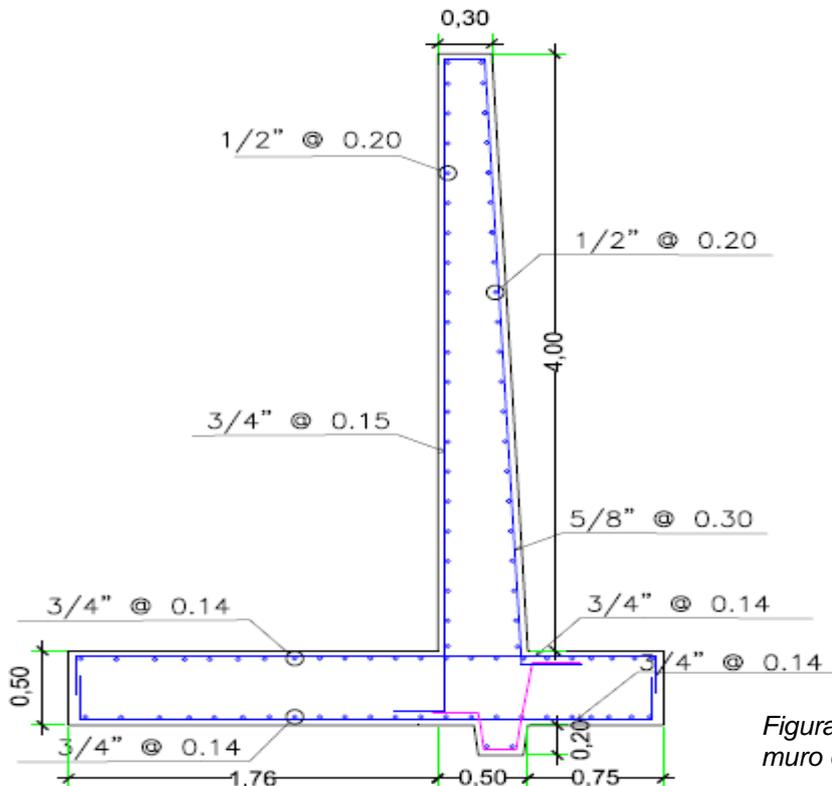


Figura N° 70: Refuerzos de muro de contención -01

$$\begin{aligned}
 P &= 2.91 \text{ Ton} \\
 V_u &= 4.94 \text{ Ton} \\
 \Phi &= 0.85 \\
 \Phi V_c &= \Phi 0.53 \sqrt{f' c b d} = 15.02 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

$\Phi V_c > V_u$ Cumple

Investigación de la estabilidad:

pesos componentes				W Ton	X m	Mr Ton-m
w1: 3.00	X	0.38	X	2.4	0.688	1.86
w2: 2.00	X	0.50	X	2.4	1	2.40
w3: 0.30	X	0.25	X	2.4	0.65	0.12
w4: 0.50	X	1.50	X	1.8	0.25	0.34
w5: 3.00	X	1.20	X	1.8	1.4	9.07
Total				13.11		13.78

Presión total de suelo sobre todo el plano:

$$P = 3.3 \text{ Ton}$$

$$Y = 1.2 \text{ m}$$

$$\text{Momento de volcamiento } M_o = 3.98 \text{ Ton-m}$$

$$\text{Distancia resultante } a = 0.75 \text{ m}$$

$$\text{Tercio medio de la base } L/3 = 0.72 \text{ m}$$

En el tercio medio

Presiones de contacto

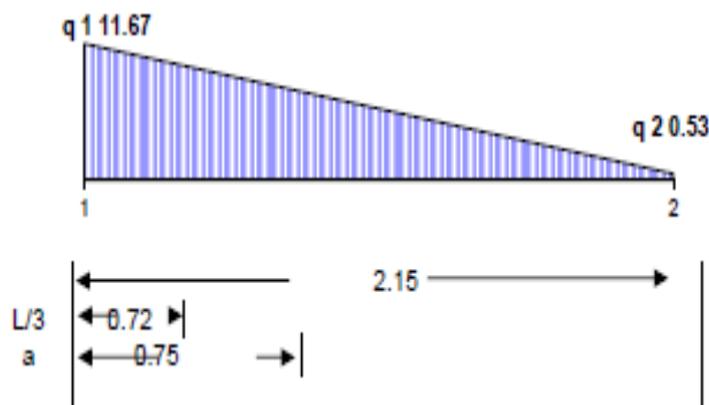
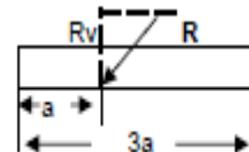
$$\text{Para } R_v = 13.1 \text{ Ton/m}$$

$$q_1 = 11.67 \text{ Ton/m}^2$$

$$q_2 = 0.53 \text{ Ton/m}^2$$

Presión de contacto

q



L(m)	q(Ton/m²)
0.00	11.67
0.72	7.96
0.75	7.80
0.07	11.31
0.50	9.08
0.65	8.30
1.08	6.10
0.80	7.52
1.40	4.41
2.15	0.53

Factor de seguridad contra volcamiento: 3.46 Es amplio

SEGURIDAD CONTRA DESLIZAMIENTO

$\phi = 34^\circ$
Cah= 0.28
Cph= 3.54
f= 0.4
f=tan(ϕ)= 0.67

Coefficiente de fricción entre concreto y suelo

Fricción en el puntal= 3.37 Ton

Fricción en el talón y tacón = 2.07 Ton

Presión de tierra pasiva= $\frac{7.16}{12.60}$ Ton

Factor de seguridad contra el deslizamiento: $\frac{12.60}{3.3}$ 3.80 **Aceptable**

CALCULO DEL REFUERZO

Refuerzo Cara Posterior:

$\Phi = 0.9$

b: 1.0 m

d= 0.23 m

d'= 0.07 m

e= 0.30 m

Mu= 4.97 Ton-m

$\rho_{min} = 0.0033$

f_c= 210 kg/cm²

f_y= 4200 kg/cm²

W_c= 2.4 Ton/m³

$M_u = 104.481251$
 $\Phi b d^2$

$\rho = 0.0026$

As= 5.90 cm²/m

As= 7.50 cm²/m

Varilla seleccionada: N°5 As= 1.99 cm²

Refuerzo vertical en el muro: 4 Varillas/m @ 25

Usar varillas N°5 espaciadas 25 cms

Refuerzo cara Frontal

$\rho = 0.0018$

As= 4.14 cm²/m

Varilla seleccionada: N°5 As= 1.99 cm²

Refuerzo vertical en el muro: 3 Varillas/m @ 33.33

Usar varillas N°5 espaciadas 30 cms

Refuerzo horizontal

$$\rho = 0.002$$

$$A_s = 4.6 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Varilla seleccionada: N}^\circ 4 \quad A_s = 1.29 \text{ cm}^2$$

$$\text{Refuerzo vertical en el muro: 5 Varillas/m @ 20}$$

Usar varillas	N ^o 4	espaciadas	20 cms
---------------	------------------	------------	--------

Losa del puntal:

$$\phi = 0.9$$

$$b = 1.0 \text{ m}$$

$$d = 0.43 \text{ m}$$

$$d' = 0.07 \text{ m}$$

$$e = 0.50 \text{ m}$$

$$M_u = 2.2 \text{ Ton-m}$$

$$A_s = 1.38 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s = 14.19 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$W_c = 2.4 \text{ Ton/m}^3$$

$$M_u = 13.4$$

$$\phi b d^2$$

$$\rho = 0.0003$$

$$\rho_{\min} = 0.0033$$

$$\text{Varilla seleccionada: N}^\circ 6 \quad A_s = 2.84 \text{ cm}^2$$

$$\text{Refuerzo en el muro: 6 Varillas/m @ 16.67}$$

Usar varillas	N ^o 6	espaciadas	15 cms
---------------	------------------	------------	--------

Cortante actuante

$$d = 0.43 \text{ m}$$

$$L = 0.07 \text{ m}$$

$$V_u = 1.33 \text{ Ton}$$

Resistencia a cortante del concreto

$$\phi = 0.85$$

$$\phi V_c = 28.07 \text{ Ton}$$

Cumple

DISTRIBUCIÓN DE REFUERZOS EN MUROS DE CONTENCIÓN

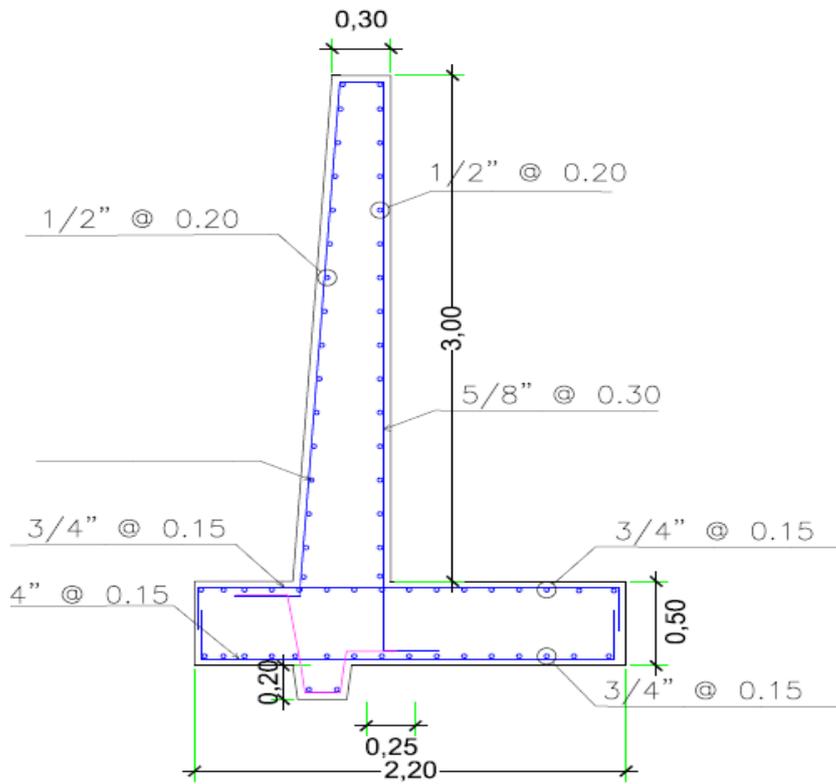


Figura N° 71:
Refuerzos de
muro de
contención –
02

CAPÍTULO 08: **CONCLUSIONES**

- Debido a la cercanía de las viviendas, colegios y centros recreacionales, a la zona de estudio, siendo estas unas estructuras importantes (cuya falla puede ocasionar muchos daños), se escogió un periodo de retorno de 500 años.
- Se realizó la prueba de bondad Kolmogorov – Smirnov; para todas las distribuciones (Normal, Log Normal; Gamma; Gumbel; Log Gumbel; Log Pearson tipo III) y la distribución que produjo el mejor ajuste fue distribución Normal.
- Se delimitó la cuenca del Rio Tingo con el software Arcgis y se determinó los siguientes parámetros geomorfológicos: Área= 50.27km², Longitud del cauce= 13.66 km y Pendiente = 21.6% con los cuales se determinó el tiempo de concentración, parámetros de relieve e hidrográficos.
- Mediante el Método de Hidrograma unitario se determinó el caudal de diseño para T= 500 años, producidos por las precipitaciones máximas en 24 horas, mediante el software (HEC - HMS) se obtuvo como resultado $Q= 120.70 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Para el cálculo de los diversos parámetros de diseño, se utilizaron los resultados obtenidos por el programa Hec Ras; tales como área de flujo y ancho efectivo de la sección para calcular el tirante medio.
- El tirante medio del agua obtenido para el caudal de diseño utilizando los resultados del programa Hec Ras es de 1.64 m, con los cuales se diseñó muros de contención y gaviones.
- Se identificó que existen zonas críticas en las progresivas 0+240; 0+440; 0+500; 0+600; 0+720 y 0+840 se procede a encauzar determinando la necesidad de un muro de contención de concreto armado o gaviones, además hay zonas donde se proyectan muros de contención y gaviones, esto se debe a que son zonas en las cuales ambos márgenes son vulnerables y requieren dichas estructuras.
- Si bien es cierto muchas de las obras colapsarán y no cumplirán con la función de evitar los desbordes, erosiones, etc., pero si serán de mucha importancia en los inicios de las crecidas de los ríos, para dar tiempo de

alertar a las personas que viven en las riberas a fin de evacuar y ponerse a salvo.

- Se puede concluir que las estructuras de gaviones presentan una serie de ventajas debido a sus características con respecto a los demás, como por ejemplo: son flexibles pese a que pueden soportar grandes cargas de compresión llegando a deformarse pero sin llegar a perder su resistencia, son drenantes y debido a estos son capaces de evacuar las aguas de filtración en los terrenos; eliminando así uno de los actores principales de inestabilidad de las mismas.

CAPÍTULO 09: **RECOMENDACIONES**

- La presencia de geotextil es importante en gaviones ya que funcionan como material de filtro y deberá de estar colocado entre el espaldar, base con la finalidad de evitar que el flujo de agua lave los finos del material de relleno u espaldar de fundación y evitar de esta manera que la estructura colapse por volteo.
- Los trabajos deben realizarse en épocas de estiaje (Mayo – Octubre)
- Se debe tomar en cuenta que siendo un río que transporta una alta carga de sedimentos y que la tarea de mantenimiento debe ser una labor permanente de los organismos encargados de proteger a la población de una posible inundación.
- Se debe involucrar a las autoridades locales a ser fiscalizadores de futuras construcciones a orillas del Río Tingo, además de reubicación de las viviendas existentes que se encuentran a escasos metros del río.
- Para evitar la socavación en muros de contención de concreto armado se recomienda colocar enrocado con piedra grande > 30cm en la punta de la zapata, así como cimiento corrido $f'c=145\text{kg/cm}^2 +30\%$ P.G en la base.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Máximo Villon. (2011). HEC-RAS Ejemplos. Costa rica: Maxsoft.
- Ven te Chow (1994). Hidrología Aplicada. Bogotá Colombia.
- Egas, L. 1993. Simulación de Áreas de Inundación con el Hec2 en el Río Rímac-Perú.
- Máximo Villon (2011) HEC-HMS Ejemplos. Costa rica:Masxsoft.
- Esri. 1996. ArcView Gis, The Geographi 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.
- G. Vilchez (2010) Incertidumbre del caudal ecológico de los ríos del Perú.
- <http://www.minagri.gob.pe/portal/nosotros/objetivos/55-sector-agrario/hidrologia>.
- Gessler, J. y Keller, R.J. (2011) *Modelamiento de las planicies de inundación usando HEC-RAS*.
- 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.
- <http://www.chavimochic.gob.pe/portal/wfrmCuencaHidrografia.aspx>
- Hydrologic Engineerig Center, 1997. HEC – RAS, Sistema de Análisis de Ríos, Hydraulic Referente Manual, U.S. Army Coros of Engineers;Davis. CA. USA. 1997 IMEFEN (Instituto para la Mitigación de los efectos del Fenómeno del Niño) 2004.
- <http://www.poderosa.com.pe/nuestra-comunidad/batolito-comunitario/35-BatolitoComunitario.pdf>
- <http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep>

ANEXOS

ANEXO 1: ESTUDIO DE SUELOS

DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Del acuerdo a la exploración efectuada mediante las calicatas C₁, C₂ y C₃, tal como se observa en el récord del estudio de exploración y en los resultados de Laboratorio adjuntados; el perfil estratigráfico presenta las siguientes características:

Presenta una Grava Bien Graduada con matriz arenosa, de compacidad media y regular humedad, color gris claro, Clasificado según SUCS como GW y según AASHTO como A-1-a(0), con presencia de aproximadamente un 25% de piedras de 4" hasta 8" de tamaño de forma sub redondeada.; yendo su potencia hasta los límites de la exploración de 3.00 m.

Propiedades de suelo

- 7.1 Clasificación SUCS: Grava Bien Graduada con matriz arenosa/ GW
- 7.2 Humedad Natural Promedio, es igual a 5.26%
- 7.3 Peso Unitario (γ), la Arcilla analizada tiene un valor de $\gamma = 1.835 \text{ g./cm}^3$.
- 7.4 Angulo de Fricción Interna (ϕ), se estima un valor de $\phi = 34^\circ$
- 7.5 Densidad Relativa (DR %), igual a 50 %
- 7.6 Cohesión (c), $C = 0.00 \text{ kg/cm}^2$
- 7.7 Los Límites de Consistencia, LL= NP %, IP= NP %
- 7.8 Contenido de Sales Solubles Totales, es igual 0.140 % (Moderado)
- 7.9 Módulo de Elasticidad (Es), es igual a 2450.0 Tn/m²
- 7.10 Módulo de Corte (G), es igual a 94.0 Kg/cm²
- 7.11 Coeficiente de Poisson (μ), es 0.30.
- 7.12 Capacidad de Carga Admisible, es igual a 2.25 Kg/cm³ (Df=2.00m, B=1.0m)
- 7.13 Asentamiento Instantáneo, es igual a 0.487cm
- 7.14 Coeficiente de Empuje Activo (Ka), es igual a 0.283
- 7.15 Diámetro Efectivo (D10), es igual a 0.35 mm

Parámetros Sísmicos:

Perfil de suelo Tipo S2, que corresponde a un suelo intermedio, se debe considerar los siguientes parámetros: Z=0.25, S=1.20 y Tp=0.60 seg.

CAPACIDAD DE CARGA -TERZAGHI

VIJUS - PATAZ - PATAZ - LA LIBERTAD

CALICATAS: C-1, C-2 y C-3 (DEFENSA RIBEREÑA)

Tipo de suelo (SUCS) = "GW"

Peso específico (g/cm³) **1.835**

(GRAVA BIEN GRADUADA con matriz arenosa, suelo de color gris claro, de regular humedad y con presencia de aproximadamente un 25% de piedras de 4" hasta 8" de tamaño de forma sub redondeada)

Parámetros Sísmicos:

c (kg/cm²): **0.00** Zona Sísmica: **2**
φ (°): **34** Z: **0.25**

Módulo de Poisson: **0.30** Tipo
Perfil: **S2 (Suelo Intermedio)**
NAF= **NO ENCONTRADO**

Tp: **0.6 seg.**

S **1.20**

Sales Sol.totales = **0.140%** Moderado

Contenido de Humedad = **5.26%**

FORMULA: $q_a = [0.5 \gamma B N_\gamma + c N_c + \gamma D_f N_q] / F.S$

Donde:

q_{ad} = capacidad portante admisible en kg/cm².

C = cohesión en (kg/cm²)

B= ancho de la zapata o cimiento corrido en m.

γ = peso específico del suelo.

D_f. = profundidad de la cimentación.

φ° : Angulo de Fricción Interna N_c, N_γ ,

N_q = parámetros que son función de φ

F.S.: = factor de seguridad = 3

Sc, S_γ , Sq: = Factores de forma

$$\gamma_1 \text{ (gr/cm}^3\text{)} = 1.835$$

$$\gamma_2 \text{ (gr/cm}^3\text{)} = 1.835$$

$$c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 0.00$$

$$\text{Ang. Fricción} = 34$$

$$B \text{ (mts)} = 1.00$$

$$D_f \text{ (mts)} = 2.00$$

$$F = 3$$

PARA CIMENTACIÓN CONTINUA:

$$N_\gamma = \text{tg}^5(\text{teta})$$

$$\text{Teta} = (45 + \text{Ang. Fricción}) / 2$$

$$N_c = 2\text{tg}^3(\text{teta}) + 2\text{tg}(\text{teta})$$

$$N_q = \text{tg}^4(\text{teta})$$

$$N_\gamma = 23.53$$

$$N_c = 17.07$$

$$N_q = 12.51$$

$$S_\gamma = 1.00$$

$$S_c = 1.00$$

$$S_q = 1.00$$

$$q_a \text{ (ton/m}^2\text{)} = 22.50 = \mathbf{2.25 \text{ kg/cm}^2}$$

FUENTE: KINSA GROUP

Dirección: Urb. San Isidro Mz "H" Lte 02 –
Trujillo – Trujillo – La Libertad
Email: Laboratorio_kingro@hotmail.com / RPC:
974473899 – 943776010. RPM: #976979792

ANEXO 2: GRANULOMETRIA CON FINES DE SOCAVACION

ESTIMACIÓN DE DIAMETRO MEDIO DE PARTICULA DEL EJE DEL CAUCE CON FINES DE ESTIMACIÓN DE PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN MD

TAMICES ASTM	Diametros (mm)	% peso retenido parcial C-3		% peso retenido parcial C-6		% peso retenido parcial C-9		% peso retenido parcial C-12		% peso retenido parcial C-15		% peso retenido parcial C-18	
13"	330.200												
12"	304.800		-		-		-		-		-		-
11"	279.400		-		-		-		-		-		-
10"	254.000		-		-		-		-		-		-
9"	228.600		-		-		-		-		-		-
8"	203.200		-		-		-		-		-		-
7"	177.800		-		-		-		-		-		-
6"	152.400		-		-		-		-		-		-
5"	127.000		-		-		-		-		-		-
4"	101.600		-		-		-		-		-		-
3"	76.200	1,640	145,796.00	1,250	111,125.00	1,420	126,238.00	960	85,344.00	1,425.000	126,682.50	1,201.000	106,768.90
2 1/2"	63.500	1,680	117,348.00	1,660	115,951.00	2,570	179,514.50	1,660	115,951.00	6,214.000	434,047.90	1,236.000	86,334.60
2"	50.800	1,870	106,870.50	1,660	94,869.00	1,790	102,298.50	1,870	106,870.50	5,501.000	314,382.15	1,147.000	65,551.05
1 1/2"	38.100	1,380	61,341.00	2,450	108,902.50	1,930	85,788.50	1,420	63,119.00	3,625.000	161,131.25	1,326.000	58,940.70
1"	25.400	10,120	321,310.00	2,370	75,247.50	10,003	317,595.25	1,146	36,385.50	3,101.000	98,456.75	9,258.000	293,941.50
3/4"	19.050	2,260	50,228.50	16,500	366,712.50	1,870	41,560.75	1,990	44,227.75	3,005.000	66,786.13	1,547.000	34,382.08
1/2"	12.700	5,120	81,280.00	4,120	65,405.00	6,420	101,917.50	4,870	77,311.25	3,878.000	61,563.25	5,148.000	81,724.50
3/8"	9.530	2,470	27,454.05	2,780	30,899.70	2,870	31,900.05	2,860	31,788.90	2,659.000	29,554.79	3,269.000	36,334.94
1/4"	6.350	2,360	18,738.40	2,160	17,150.40	1,980	15,721.20	2,001	15,887.94	2,998.000	23,804.12	2,001.000	15,887.94

N° 04	4.760	870	4,832.85	1,690	9,387.95	960	5,332.80	1,001	5,560.56	3,426.000	19,031.43	1,248.000	6,932.64
N° 08	2.380	1,650	5,890.50	1,750	6,247.50	2,001	7,143.57	152	542.64	3,479.000	12,420.03	1,748.000	6,240.36
N° 10	2.000	590	1,292.10	880	1,927.20	880	1,927.20	1,150	2,518.50	2,101.000	4,601.19	854.000	1,870.26
N° 16	1.190	1,350	2,153.25	1,450	2,312.75	1,780	2,839.10	1,780	2,839.10	2,102.000	3,352.69	1,698.000	2,708.31
N° 20	0.840	1,220	1,238.30	1,200	1,218.00	1,960	1,989.40	2,360	2,395.40	1,998.000	2,027.97	2,154.000	2,186.31
N° 30	0.590	1,340	958.10	1,480	1,058.20	1,840	1,315.60	1,740	1,244.10	1,975.000	1,412.13	1,658.000	1,185.47
N° 40	0.420	990	499.95	1,010	510.05	1,760	888.80	1,880	949.40	1,248.000	630.24	1,457.000	735.79
N° 50	0.300	1,420	511.20	1,520	547.20	1,420	511.20	1,740	626.40	2,001.000	720.36	1,648.000	593.28
N° 80	0.180	660	158.40	780	187.20	880	211.20	1,100	264.00	1,126.000	270.24	999.000	239.76
N° 100	0.150	600	99.00	600	99.00	810	133.65	930	153.45	968.000	159.72	924.000	152.46
N° 200	0.070	650	71.50	500	55.00	730	80.30	810	89.10	578.000	63.58	647.000	71.17
< N° 200		190	6.65	9,526	333.41	160	5.60	130	4.55	514.000	17.99	195.000	6.83
		40,430	948,078	57,336	1,010,146	46,034	1,024,913	33,550	594,073	53,922	1,361,116	41,363	802,789
		Dm	23.45 mm	Dm	17.62 mm	Dm	22.26 mm	Dm	17.71 mm	Dm	25.24 mm	Dm	19.41 mm

Dmp = 20.95 mm

Fuente: **KINSA GROUP**

ANEXO 3: REPORTE DE DATOS HIDRAULICOS HEC-RAS

Sección del río	Periodo de retorno	Caudal Total (m3/s)	Cota mínima (m)	Cota tirante medio (m)	Cota tirante crítico (m)	Cota gradiente energía (m)	Pendiente línea energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Área de flujo (m2)	Ancho efectivo (m)	# Frode	Tirante medio (m)	Tirante crítico (m)
1076.823	10Tr	47.5	1263.99	1264.74	1265.15	1266.15	0.064625	5.26	9.03	14.33	2.12	0.63	1.16
1076.823	25Tr	63.8	1263.99	1264.9	1265.37	1266.48	0.057072	5.57	11.45	15.15	2.05	0.76	1.38
1076.823	50Tr	76.8	1263.99	1265.02	1265.53	1266.72	0.052568	5.77	13.3	15.64	2	0.85	1.54
1076.823	100Tr	90.2	1263.99	1265.14	1265.69	1266.94	0.048606	5.95	15.15	15.99	1.95	0.95	1.7
1076.823	500Tr	120.7	1263.99	1265.39	1266.01	1267.4	0.042237	6.28	19.23	16.74	1.87	1.15	2.02
1065.286	10Tr	47.5	1263	1263.88	1264.31	1265.36	0.072047	5.38	8.84	14.75	2.22	0.6	1.3
1065.286	25Tr	63.8	1263	1264.02	1264.52	1265.74	0.069773	5.81	10.99	15.91	2.23	0.69	1.52
1065.286	50Tr	76.8	1263	1264.12	1264.67	1266.02	0.066363	6.11	12.58	16.23	2.21	0.78	1.67
1065.286	100Tr	90.2	1263	1264.22	1264.82	1266.28	0.063342	6.36	14.17	16.54	2.19	0.86	1.82
1065.286	500Tr	120.7	1263	1264.43	1265.13	1266.8	0.057403	6.82	17.7	17.21	2.15	1.03	2.13
1053.885	10Tr	47.5	1262.2	1263.13	1263.53	1264.52	0.07004	5.23	9.07	15.43	2.18	0.59	1.33
1053.885	25Tr	63.8	1262.2	1263.25	1263.75	1264.95	0.068127	5.77	11.06	15.88	2.21	0.7	1.55
1053.885	50Tr	76.8	1262.2	1263.35	1263.9	1265.26	0.067105	6.13	12.53	16.2	2.22	0.77	1.7
1053.885	100Tr	90.2	1262.2	1263.44	1264.05	1265.54	0.06543	6.43	14.03	16.52	2.23	0.85	1.85
1053.885	500Tr	120.7	1262.2	1263.63	1264.36	1266.11	0.061749	6.97	17.31	17.2	2.22	1.01	2.16
1043.591	10Tr	47.5	1261.89	1262.71	1263.05	1263.83	0.050673	4.69	10.14	15.96	1.88	0.63	1.16
1043.591	25Tr	63.8	1261.89	1262.83	1263.26	1264.25	0.053112	5.27	12.11	16.52	1.96	0.73	1.37
1043.591	50Tr	76.8	1261.89	1262.92	1263.41	1264.55	0.054564	5.66	13.56	16.92	2.02	0.8	1.52
1043.591	100Tr	90.2	1261.89	1263	1263.56	1264.84	0.055423	6.01	15.01	17.3	2.06	0.87	1.67
1043.591	500Tr	120.7	1261.89	1263.18	1263.85	1265.44	0.055601	6.65	18.14	17.9	2.11	1.01	1.96
1034.057	10Tr	47.5	1261	1261.84	1262.25	1263.24	0.069441	5.25	9.05	15.18	2.17	0.6	1.25
1034.057	25Tr	63.8	1261	1261.97	1262.45	1263.65	0.068892	5.74	11.12	16.16	2.21	0.69	1.45
1034.057	50Tr	76.8	1261	1262.06	1262.61	1263.95	0.067903	6.09	12.62	16.57	2.23	0.76	1.61
1034.057	100Tr	90.2	1261	1262.15	1262.76	1264.24	0.066568	6.41	14.08	16.83	2.24	0.84	1.76
1034.057	500Tr	120.7	1261	1262.33	1263.06	1264.84	0.064363	7.02	17.19	17.37	2.25	0.99	2.06
1023.48	10Tr	47.5	1260.54	1261.4	1261.73	1262.51	0.053378	4.67	10.17	16.79	1.92	0.61	1.19
1023.48	25Tr	63.8	1260.54	1261.52	1261.93	1262.92	0.054725	5.25	12.16	17.12	1.99	0.71	1.39
1023.48	50Tr	76.8	1260.54	1261.6	1262.08	1263.22	0.055471	5.63	13.63	17.36	2.03	0.79	1.54
1023.48	100Tr	90.2	1260.54	1261.68	1262.23	1263.52	0.056282	6	15.04	17.59	2.07	0.86	1.69
1023.48	500Tr	120.7	1260.54	1261.85	1262.53	1264.13	0.057217	6.69	18.05	18.06	2.13	1	1.99
1013.124	10Tr	47.5	1260	1260.66	1261.03	1261.9	0.060957	4.94	9.62	16.12	2.04	0.6	1.03
1013.124	25Tr	63.8	1260	1260.79	1261.24	1262.31	0.060507	5.47	11.67	16.63	2.08	0.7	1.24
1013.124	50Tr	76.8	1260	1260.88	1261.39	1262.61	0.060458	5.83	13.18	17.02	2.11	0.77	1.39

1013.124	100Tr	90.2	1260	1260.96	1261.53	1262.9	0.060663	6.17	14.63	17.36	2.15	0.84	1.53
1013.124	500Tr	120.7	1260	1261.13	1261.83	1263.51	0.060703	6.83	17.68	17.95	2.2	0.98	1.83
1002.411	10Tr	47.5	1259.43	1260.24	1260.55	1261.26	0.047839	4.48	10.6	17.22	1.82	0.62	1.12
1002.411	25Tr	63.8	1259.43	1260.36	1260.75	1261.66	0.050018	5.05	12.63	17.67	1.91	0.72	1.32
1002.411	50Tr	76.8	1259.43	1260.44	1260.9	1261.95	0.051241	5.43	14.13	17.99	1.96	0.79	1.47
1002.411	100Tr	90.2	1259.43	1260.52	1261.04	1262.23	0.052481	5.79	15.57	18.3	2	0.85	1.61
1002.411	500Tr	120.7	1259.43	1260.68	1261.33	1262.83	0.054443	6.48	18.62	18.92	2.09	0.98	1.9
989.7582	10Tr	47.5	1258.54	1259.26	1259.62	1260.5	0.075162	4.92	9.65	19.22	2.22	0.5	1.08
989.7582	25Tr	63.8	1258.54	1259.37	1259.8	1260.88	0.073253	5.44	11.73	19.67	2.25	0.6	1.26
989.7582	50Tr	76.8	1258.54	1259.44	1259.94	1261.16	0.072452	5.8	13.24	19.99	2.27	0.66	1.4
989.7582	100Tr	90.2	1258.54	1259.52	1260.07	1261.44	0.072142	6.14	14.7	20.29	2.3	0.72	1.53
989.7582	500Tr	120.7	1258.54	1259.67	1260.34	1262.02	0.07171	6.79	17.77	20.91	2.35	0.85	1.8
980.4599	10Tr	47.5	1257.82	1258.37	1258.73	1259.7	0.096098	5.11	9.3	21.03	2.45	0.44	0.91
980.4599	25Tr	63.8	1257.82	1258.46	1258.91	1260.1	0.093821	5.66	11.26	21.39	2.49	0.53	1.08
980.4599	50Tr	76.8	1257.82	1258.53	1259.03	1260.39	0.092493	6.04	12.71	21.65	2.52	0.59	1.21
980.4599	100Tr	90.2	1257.82	1258.59	1259.16	1260.67	0.091135	6.38	14.13	21.89	2.54	0.65	1.34
980.4599	500Tr	120.7	1257.82	1258.73	1259.41	1261.26	0.089005	7.05	17.13	22.41	2.57	0.76	1.59
970.2823	10Tr	47.5	1257.04	1257.66	1257.99	1258.79	0.073011	4.72	10.05	20.87	2.17	0.48	0.95
970.2823	25Tr	63.8	1257.04	1257.75	1258.16	1259.18	0.075491	5.3	12.03	21.51	2.26	0.56	1.12
970.2823	50Tr	76.8	1257.04	1257.82	1258.28	1259.47	0.07708	5.7	13.48	21.97	2.32	0.61	1.24
970.2823	100Tr	90.2	1257.04	1257.88	1258.4	1259.75	0.078365	6.06	14.89	22.41	2.37	0.66	1.36
970.2823	500Tr	120.7	1257.04	1258.01	1258.65	1260.33	0.080626	6.76	17.87	23.28	2.46	0.77	1.61
960.6406	10Tr	47.5	1256.32	1256.95	1257.26	1258.05	0.079345	4.65	10.22	23.2	2.24	0.44	0.94
960.6406	25Tr	63.8	1256.32	1257.03	1257.42	1258.41	0.081097	5.21	12.25	23.83	2.32	0.51	1.1
960.6406	50Tr	76.8	1256.32	1257.1	1257.54	1258.69	0.081293	5.59	13.74	24.02	2.36	0.57	1.22
960.6406	100Tr	90.2	1256.32	1257.15	1257.65	1258.96	0.081622	5.95	15.17	24.21	2.4	0.63	1.33
960.6406	500Tr	120.7	1256.32	1257.28	1257.89	1259.53	0.082104	6.64	18.17	24.58	2.47	0.74	1.57
950.5082	10Tr	47.5	1255.58	1256.22	1256.51	1257.25	0.073712	4.51	10.54	23.6	2.15	0.45	0.93
950.5082	25Tr	63.8	1255.58	1256.3	1256.68	1257.61	0.074037	5.06	12.62	23.79	2.22	0.53	1.1
950.5082	50Tr	76.8	1255.58	1256.37	1256.79	1257.87	0.074524	5.44	14.12	23.94	2.26	0.59	1.21
950.5082	100Tr	90.2	1255.58	1256.43	1256.91	1258.14	0.075016	5.79	15.57	24.07	2.3	0.65	1.33
950.5082	500Tr	120.7	1255.58	1256.55	1257.15	1258.7	0.075796	6.49	18.6	24.36	2.37	0.76	1.57
941.4647	10Tr	47.5	1254.95	1255.6	1255.9	1256.63	0.064395	4.5	10.56	21.41	2.04	0.49	0.95
941.4647	25Tr	63.8	1254.95	1255.7	1256.07	1256.97	0.064758	5.01	12.75	22.06	2.1	0.58	1.12
941.4647	50Tr	76.8	1254.95	1255.77	1256.19	1257.23	0.066211	5.34	14.37	22.9	2.15	0.63	1.24
941.4647	100Tr	90.2	1254.95	1255.84	1256.31	1257.48	0.066661	5.68	15.89	23.23	2.19	0.68	1.36
941.4647	500Tr	120.7	1254.95	1255.97	1256.55	1258.02	0.06815	6.34	19.03	23.9	2.27	0.8	1.6

931.5992	10Tr	47.5	1254	1254.89	1255.2	1255.97	0.067376	4.62	10.29	20.64	2.09	0.5	1.2
931.5992	25Tr	63.8	1254	1254.99	1255.38	1256.32	0.067502	5.1	12.52	21.64	2.14	0.58	1.38
931.5992	50Tr	76.8	1254	1255.07	1255.5	1256.57	0.066115	5.43	14.15	21.88	2.15	0.65	1.5
931.5992	100Tr	90.2	1254	1255.14	1255.62	1256.82	0.065491	5.75	15.69	22.04	2.17	0.71	1.62
931.5992	500Tr	120.7	1254	1255.28	1255.88	1257.36	0.064788	6.39	18.9	22.38	2.22	0.84	1.88
923.2407	10Tr	47.5	1253.6	1254.39	1254.71	1255.43	0.058979	4.51	10.53	19.88	1.98	0.53	1.11
923.2407	25Tr	63.8	1253.6	1254.51	1254.88	1255.78	0.057796	5	12.77	20.32	2.01	0.63	1.28
923.2407	50Tr	76.8	1253.6	1254.58	1255.02	1256.04	0.057639	5.34	14.38	20.64	2.04	0.7	1.42
923.2407	100Tr	90.2	1253.6	1254.66	1255.15	1256.29	0.05773	5.66	15.93	20.93	2.07	0.76	1.54
923.2407	500Tr	120.7	1253.6	1254.81	1255.41	1256.83	0.058121	6.3	19.17	21.52	2.13	0.89	1.81
914.984	10Tr	47.5	1253	1253.83	1254.16	1254.93	0.060478	4.65	10.23	18.68	2	0.55	1.16
914.984	25Tr	63.8	1253	1253.95	1254.35	1255.29	0.060338	5.12	12.45	19.58	2.05	0.64	1.35
914.984	50Tr	76.8	1253	1254.03	1254.48	1255.55	0.060051	5.45	14.09	20.08	2.08	0.7	1.48
914.984	100Tr	90.2	1253	1254.11	1254.61	1255.8	0.059601	5.77	15.64	20.33	2.1	0.77	1.61
914.984	500Tr	120.7	1253	1254.27	1254.88	1256.34	0.059002	6.38	18.91	20.86	2.14	0.91	1.88
906.446	10Tr	47.5	1252.31	1253.19	1253.54	1254.38	0.066804	4.84	9.82	18.29	2.11	0.54	1.23
906.446	25Tr	63.8	1252.31	1253.31	1253.73	1254.75	0.063977	5.31	12.01	18.74	2.12	0.64	1.42
906.446	50Tr	76.8	1252.31	1253.39	1253.87	1255.01	0.062458	5.64	13.62	19.07	2.13	0.71	1.56
906.446	100Tr	90.2	1252.31	1253.47	1254.01	1255.27	0.061642	5.95	15.17	19.38	2.15	0.78	1.7
906.446	500Tr	120.7	1252.31	1253.64	1254.28	1255.82	0.060323	6.54	18.45	20.02	2.18	0.92	1.97
898.0851	10Tr	47.5	1252	1252.77	1253.1	1253.85	0.052477	4.6	10.33	17.34	1.9	0.6	1.1
898.0851	25Tr	63.8	1252	1252.9	1253.29	1254.22	0.054056	5.1	12.52	18.4	1.97	0.68	1.29
898.0851	50Tr	76.8	1252	1252.98	1253.43	1254.49	0.054875	5.44	14.12	19.03	2.01	0.74	1.43
898.0851	100Tr	90.2	1252	1253.06	1253.57	1254.75	0.055225	5.76	15.65	19.39	2.05	0.81	1.57
898.0851	500Tr	120.7	1252	1253.23	1253.85	1255.31	0.055401	6.39	18.88	19.98	2.1	0.95	1.85
887.3046	10Tr	47.5	1251	1251.86	1252.25	1253.19	0.066361	5.11	9.3	15.87	2.13	0.59	1.25
887.3046	25Tr	63.8	1251	1252	1252.46	1253.55	0.065202	5.53	11.55	17.27	2.16	0.67	1.45
887.3046	50Tr	76.8	1251	1252.09	1252.6	1253.83	0.063254	5.84	13.15	17.64	2.16	0.75	1.6
887.3046	100Tr	90.2	1251	1252.18	1252.74	1254.1	0.062068	6.14	14.68	17.97	2.17	0.82	1.74
887.3046	500Tr	120.7	1251	1252.35	1253.03	1254.66	0.060247	6.73	17.93	18.64	2.19	0.96	2.03
876.9461	10Tr	47.5	1250.19	1251.09	1251.49	1252.47	0.072558	5.21	9.12	16.18	2.21	0.56	1.3
876.9461	25Tr	63.8	1250.19	1251.22	1251.69	1252.86	0.068149	5.68	11.24	16.64	2.2	0.68	1.5
876.9461	50Tr	76.8	1250.19	1251.31	1251.85	1253.15	0.066378	6.01	12.78	16.97	2.21	0.75	1.66
876.9461	100Tr	90.2	1250.19	1251.39	1251.99	1253.43	0.065151	6.32	14.27	17.28	2.22	0.83	1.8
876.9461	500Tr	120.7	1250.19	1251.58	1252.29	1254.01	0.062992	6.92	17.45	17.93	2.24	0.97	2.1
865.6442	10Tr	47.5	1249.57	1250.43	1250.79	1251.67	0.061776	4.94	9.61	16.26	2.05	0.59	1.22

865.6442	25Tr	63.8	1249.57	1250.54	1251	1252.09	0.062297	5.51	11.57	16.66	2.11	0.69	1.43
865.6442	50Tr	76.8	1249.57	1250.63	1251.16	1252.4	0.062313	5.89	13.04	16.95	2.14	0.77	1.59
865.6442	100Tr	90.2	1249.57	1250.72	1251.3	1252.69	0.062182	6.23	14.48	17.23	2.17	0.84	1.73
865.6442	500Tr	120.7	1249.57	1250.89	1251.6	1253.3	0.061658	6.87	17.56	17.84	2.21	0.98	2.03
854.3993	10Tr	47.5	1248.88	1249.68	1250.05	1250.96	0.06395	5.02	9.47	16.03	2.08	0.59	1.17
854.3993	25Tr	63.8	1248.88	1249.8	1250.26	1251.38	0.063887	5.57	11.45	16.5	2.14	0.69	1.38
854.3993	50Tr	76.8	1248.88	1249.89	1250.41	1251.69	0.063643	5.95	12.91	16.78	2.16	0.77	1.53
854.3993	100Tr	90.2	1248.88	1249.97	1250.56	1251.98	0.063339	6.29	14.35	17.06	2.19	0.84	1.68
854.3993	500Tr	120.7	1248.88	1250.15	1250.86	1252.6	0.062793	6.93	17.41	17.68	2.23	0.98	1.98
845.5673	10Tr	47.5	1248	1248.96	1249.37	1250.36	0.068657	5.25	9.05	15.22	2.17	0.59	1.37
845.5673	25Tr	63.8	1248	1249.09	1249.58	1250.79	0.068342	5.77	11.05	15.98	2.22	0.69	1.58
845.5673	50Tr	76.8	1248	1249.18	1249.73	1251.1	0.067449	6.14	12.51	16.28	2.24	0.77	1.73
845.5673	100Tr	90.2	1248	1249.27	1249.88	1251.4	0.066682	6.47	13.94	16.57	2.25	0.84	1.88
845.5673	500Tr	120.7	1248	1249.45	1250.2	1252.02	0.065116	7.1	16.99	17.16	2.28	0.99	2.2
836.7974	10Tr	47.5	1247.59	1248.43	1248.82	1249.76	0.064487	5.1	9.32	15.52	2.1	0.6	1.23
836.7974	25Tr	63.8	1247.59	1248.56	1249.04	1250.19	0.063946	5.65	11.29	15.94	2.14	0.71	1.45
836.7974	50Tr	76.8	1247.59	1248.65	1249.19	1250.5	0.063793	6.03	12.73	16.24	2.17	0.78	1.6
836.7974	100Tr	90.2	1247.59	1248.73	1249.35	1250.81	0.063803	6.38	14.13	16.52	2.2	0.86	1.76
836.7974	500Tr	120.7	1247.59	1248.91	1249.66	1251.44	0.063465	7.04	17.14	17.12	2.25	1	2.07
826.4856	10Tr	47.5	1247	1247.66	1248.08	1249.07	0.067795	5.25	9.06	14.95	2.15	0.61	1.08
826.4856	25Tr	63.8	1247	1247.79	1248.29	1249.5	0.066949	5.79	11.01	15.46	2.19	0.71	1.29
826.4856	50Tr	76.8	1247	1247.89	1248.45	1249.82	0.066528	6.16	12.46	15.83	2.22	0.79	1.45
826.4856	100Tr	90.2	1247	1247.97	1248.6	1250.13	0.066326	6.5	13.87	16.18	2.24	0.86	1.6
826.4856	500Tr	120.7	1247	1248.16	1248.92	1250.77	0.065522	7.16	16.86	16.8	2.28	1	1.91
817.3073	10Tr	47.5	1246.05	1247	1247.42	1248.44	0.067778	5.31	8.94	14.54	2.16	0.62	1.37
817.3073	25Tr	63.8	1246.05	1247.13	1247.65	1248.89	0.066702	5.86	10.88	15.01	2.2	0.72	1.59
817.3073	50Tr	76.8	1246.05	1247.23	1247.81	1249.21	0.066047	6.23	12.32	15.35	2.22	0.8	1.76
817.3073	100Tr	90.2	1246.05	1247.32	1247.96	1249.52	0.065573	6.57	13.73	15.67	2.24	0.88	1.91
817.3073	500Tr	120.7	1246.05	1247.51	1248.29	1250.16	0.064836	7.22	16.71	16.34	2.28	1.02	2.24
809.0276	10Tr	47.5	1245.63	1246.56	1246.96	1247.88	0.059132	5.08	9.35	14.63	2.03	0.64	1.33
809.0276	25Tr	63.8	1245.63	1246.69	1247.18	1248.32	0.060079	5.66	11.28	15.13	2.09	0.75	1.55
809.0276	50Tr	76.8	1245.63	1246.79	1247.34	1248.65	0.060557	6.04	12.71	15.49	2.13	0.82	1.71
809.0276	100Tr	90.2	1245.63	1246.88	1247.5	1248.96	0.060927	6.39	14.11	15.83	2.16	0.89	1.87
809.0276	500Tr	120.7	1245.63	1247.06	1247.82	1249.6	0.061529	7.07	17.08	16.54	2.22	1.03	2.18
800.718	10Tr	47.5	1245	1245.73	1246.19	1247.31	0.070774	5.58	8.52	13.19	2.21	0.65	1.19
800.718	25Tr	63.8	1245	1245.88	1246.43	1247.77	0.06832	6.09	10.47	13.78	2.23	0.76	1.43
800.718	50Tr	76.8	1245	1245.98	1246.6	1248.09	0.067109	6.44	11.92	14.19	2.24	0.84	1.6

800.718	100Tr	90.2	1245	1246.08	1246.76	1248.41	0.066216	6.76	13.34	14.58	2.26	0.91	1.76
800.718	500Tr	120.7	1245	1246.28	1247.09	1249.05	0.065015	7.38	16.35	15.38	2.28	1.06	2.09
793.867	10Tr	47.5	1244.84	1245.75	1246.07	1246.79	0.041266	4.51	10.52	14.9	1.71	0.71	1.23
793.867	25Tr	63.8	1244.84	1245.87	1246.3	1247.23	0.045568	5.16	12.37	15.38	1.84	0.8	1.45
793.867	50Tr	76.8	1244.84	1245.96	1246.46	1247.55	0.04812	5.59	13.74	15.74	1.91	0.87	1.62
793.867	100Tr	90.2	1244.84	1246.05	1246.61	1247.86	0.050184	5.97	15.11	16.18	1.97	0.93	1.77
793.867	500Tr	120.7	1244.84	1246.22	1246.93	1248.5	0.054248	6.69	18.04	17.2	2.09	1.05	2.09
785.69	10Tr	47.5	1244	1244.76	1245.26	1246.32	0.066354	5.53	8.6	12.76	2.15	0.67	1.26
785.69	25Tr	63.8	1244	1244.92	1245.48	1246.75	0.062808	5.99	10.65	13.38	2.14	0.8	1.48
785.69	50Tr	76.8	1244	1245.03	1245.63	1247.06	0.061835	6.32	12.15	13.88	2.16	0.88	1.63
785.69	100Tr	90.2	1244	1245.13	1245.77	1247.36	0.063287	6.61	13.64	14.79	2.2	0.92	1.77
785.69	500Tr	120.7	1244	1245.33	1246.07	1247.96	0.071819	7.19	16.79	17.73	2.36	0.95	2.07
778.6627	10Tr	47.5	1243.69	1244.54	1244.91	1245.78	0.059943	4.95	9.6	15.86	2.03	0.61	1.22
778.6627	25Tr	63.8	1243.69	1244.65	1245.11	1246.23	0.062617	5.57	11.45	16.29	2.12	0.7	1.42
778.6627	50Tr	76.8	1243.69	1244.73	1245.26	1246.56	0.063763	5.98	12.84	16.61	2.17	0.77	1.57
778.6627	100Tr	90.2	1243.69	1244.82	1245.41	1246.86	0.063774	6.33	14.26	16.93	2.2	0.84	1.72
778.6627	500Tr	120.7	1243.69	1245.01	1245.71	1247.43	0.06136	6.9	17.49	17.61	2.21	0.99	2.02
771.3143	10Tr	47.5	1243	1243.77	1244.23	1245.29	0.065302	5.46	8.7	13.02	2.13	0.67	1.23
771.3143	25Tr	63.8	1243	1243.92	1244.47	1245.75	0.063159	5.98	10.67	13.51	2.15	0.79	1.47
771.3143	50Tr	76.8	1243	1244.03	1244.64	1246.07	0.062057	6.33	12.13	13.88	2.16	0.87	1.64
771.3143	100Tr	90.2	1243	1244.13	1244.8	1246.38	0.061215	6.64	13.58	14.27	2.17	0.95	1.8
771.3143	500Tr	120.7	1243	1244.35	1245.14	1246.97	0.058351	7.17	16.83	15.13	2.17	1.11	2.14
763.3273	10Tr	47.5	1242.6	1243.47	1243.86	1244.75	0.054526	5.01	9.48	14.25	1.96	0.67	1.26
763.3273	25Tr	63.8	1242.6	1243.6	1244.08	1245.2	0.056677	5.62	11.36	14.75	2.04	0.77	1.48
763.3273	50Tr	76.8	1242.6	1243.69	1244.25	1245.53	0.057621	6.01	12.77	15.12	2.09	0.85	1.65
763.3273	100Tr	90.2	1242.6	1243.78	1244.41	1245.85	0.058209	6.37	14.17	15.47	2.12	0.92	1.81
763.3273	500Tr	120.7	1242.6	1243.98	1244.73	1246.47	0.05806	7	17.25	16.22	2.17	1.06	2.13
753.2745	10Tr	47.5	1241.68	1242.39	1242.82	1243.99	0.099432	5.61	8.47	16.98	2.53	0.5	1.14
753.2745	25Tr	63.8	1241.68	1242.5	1243.02	1244.44	0.095622	6.18	10.32	17.31	2.55	0.6	1.34
753.2745	50Tr	76.8	1241.68	1242.58	1243.17	1244.77	0.093338	6.57	11.7	17.53	2.57	0.67	1.49
753.2745	100Tr	90.2	1241.68	1242.65	1243.3	1245.09	0.091155	6.92	13.04	17.72	2.57	0.74	1.62
753.2745	500Tr	120.7	1241.68	1242.82	1243.6	1245.73	0.086493	7.56	15.97	18.15	2.57	0.88	1.92
744.35	10Tr	47.5	1241.05	1241.81	1242.19	1243.15	0.074837	5.13	9.25	17.07	2.23	0.54	1.14
744.35	25Tr	63.8	1241.05	1241.91	1242.39	1243.6	0.077455	5.77	11.06	17.56	2.32	0.63	1.34
744.35	50Tr	76.8	1241.05	1241.99	1242.53	1243.94	0.078661	6.19	12.42	17.91	2.37	0.69	1.48
744.35	100Tr	90.2	1241.05	1242.06	1242.68	1244.26	0.079331	6.57	13.72	18.14	2.41	0.76	1.63
744.35	500Tr	120.7	1241.05	1242.21	1242.96	1244.93	0.079584	7.31	16.51	18.57	2.48	0.89	1.91

736.912	10Tr	47.5	1240.55	1241.29	1241.66	1242.58	0.073736	5.03	9.45	17.86	2.21	0.53	1.11
736.912	25Tr	63.8	1240.55	1241.39	1241.85	1243.01	0.074751	5.64	11.31	18.08	2.28	0.63	1.3
736.912	50Tr	76.8	1240.55	1241.47	1242	1243.34	0.075197	6.06	12.68	18.24	2.32	0.7	1.44
736.912	100Tr	90.2	1240.55	1241.54	1242.13	1243.66	0.075771	6.45	13.99	18.39	2.36	0.76	1.58
736.912	500Tr	120.7	1240.55	1241.69	1242.42	1244.33	0.076352	7.19	16.78	18.71	2.42	0.9	1.87
728.8713	10Tr	47.5	1239.92	1240.5	1240.89	1241.92	0.086917	5.29	8.98	17.71	2.37	0.51	0.97
728.8713	25Tr	63.8	1239.92	1240.6	1241.09	1242.36	0.085179	5.87	10.87	17.96	2.41	0.6	1.17
728.8713	50Tr	76.8	1239.92	1240.68	1241.23	1242.69	0.084586	6.28	12.23	18.14	2.44	0.67	1.31
728.8713	100Tr	90.2	1239.92	1240.75	1241.37	1243	0.083987	6.65	13.57	18.31	2.47	0.74	1.45
728.8713	500Tr	120.7	1239.92	1240.9	1241.66	1243.67	0.082969	7.38	16.37	18.63	2.51	0.88	1.74
720.6839	10Tr	47.5	1239.27	1240.03	1240.37	1241.23	0.067225	4.87	9.75	18.16	2.12	0.54	1.1
720.6839	25Tr	63.8	1239.27	1240.13	1240.57	1241.67	0.069285	5.5	11.6	18.33	2.21	0.63	1.3
720.6839	50Tr	76.8	1239.27	1240.2	1240.71	1241.99	0.070473	5.93	12.96	18.45	2.26	0.7	1.44
720.6839	100Tr	90.2	1239.27	1240.27	1240.84	1242.3	0.071331	6.32	14.28	18.57	2.3	0.77	1.57
720.6839	500Tr	120.7	1239.27	1240.42	1241.14	1242.97	0.072679	7.08	17.05	18.83	2.37	0.91	1.87
711.3527	10Tr	47.5	1238.57	1239.39	1239.75	1240.62	0.064179	4.92	9.66	16.96	2.08	0.57	1.18
711.3527	25Tr	63.8	1238.57	1239.5	1239.95	1241.04	0.064897	5.5	11.6	17.3	2.14	0.67	1.38
711.3527	50Tr	76.8	1238.57	1239.58	1240.1	1241.35	0.065419	5.9	13.02	17.54	2.19	0.74	1.53
711.3527	100Tr	90.2	1238.57	1239.66	1240.24	1241.66	0.065644	6.26	14.41	17.78	2.22	0.81	1.67
711.3527	500Tr	120.7	1238.57	1239.82	1240.53	1242.3	0.066775	6.98	17.3	18.26	2.29	0.95	1.96
700.6347	10Tr	47.5	1238	1238.69	1239.07	1239.96	0.057994	5	9.51	14.94	2	0.64	1.07
700.6347	25Tr	63.8	1238	1238.82	1239.29	1240.38	0.057592	5.54	11.52	15.38	2.04	0.75	1.29
700.6347	50Tr	76.8	1238	1238.92	1239.45	1240.7	0.057604	5.91	13	15.69	2.07	0.83	1.45
700.6347	100Tr	90.2	1238	1239.01	1239.6	1241	0.057645	6.25	14.44	15.99	2.1	0.9	1.6
700.6347	500Tr	120.7	1238	1239.2	1239.92	1241.62	0.057476	6.89	17.51	16.61	2.14	1.05	1.92
691.4121	10Tr	47.5	1237.49	1238.37	1238.7	1239.45	0.042364	4.61	10.31	14.56	1.75	0.71	1.21
691.4121	25Tr	63.8	1237.49	1238.51	1238.93	1239.86	0.04364	5.15	12.38	15.04	1.81	0.82	1.43
691.4121	50Tr	76.8	1237.49	1238.61	1239.09	1240.16	0.044514	5.52	13.9	15.39	1.86	0.9	1.6
691.4121	100Tr	90.2	1237.49	1238.71	1239.24	1240.46	0.045281	5.86	15.38	15.72	1.89	0.98	1.75
691.4121	500Tr	120.7	1237.49	1238.9	1239.57	1241.07	0.046574	6.52	18.51	16.4	1.96	1.13	2.07
681.8916	10Tr	47.5	1237	1237.75	1238.13	1238.99	0.051382	4.94	9.62	13.98	1.9	0.69	1.12
681.8916	25Tr	63.8	1237	1237.9	1238.36	1239.4	0.05011	5.43	11.75	14.45	1.92	0.81	1.36
681.8916	50Tr	76.8	1237	1238.01	1238.52	1239.7	0.049598	5.77	13.31	14.78	1.94	0.9	1.52
681.8916	100Tr	90.2	1237	1238.11	1238.68	1239.99	0.049082	6.08	14.83	15.03	1.96	0.99	1.68
681.8916	500Tr	120.7	1237	1238.32	1239.01	1240.6	0.048396	6.69	18.03	15.55	1.98	1.16	2.01
673.6882	10Tr	47.5	1236.34	1237.26	1237.65	1238.56	0.051471	5.06	9.38	13.22	1.92	0.71	1.31
673.6882	25Tr	63.8	1236.34	1237.41	1237.89	1238.99	0.049817	5.56	11.48	13.65	1.93	0.84	1.55
673.6882	50Tr	76.8	1236.34	1237.53	1238.06	1239.29	0.048916	5.89	13.04	13.96	1.94	0.93	1.72

673.6882	100Tr	90.2	1236.34	1237.63	1238.23	1239.59	0.048203	6.19	14.57	14.24	1.95	1.02	1.89
673.6882	500Tr	120.7	1236.34	1237.85	1238.57	1240.2	0.047326	6.79	17.78	14.82	1.98	1.2	2.23
663.8126	10Tr	47.5	1235.89	1236.62	1237.03	1238	0.060285	5.21	9.12	13.7	2.04	0.67	1.14
663.8126	25Tr	63.8	1235.89	1236.77	1237.26	1238.44	0.058427	5.74	11.11	14.01	2.06	0.79	1.37
663.8126	50Tr	76.8	1235.89	1236.87	1237.43	1238.76	0.057128	6.09	12.61	14.24	2.06	0.89	1.54
663.8126	100Tr	90.2	1235.89	1236.97	1237.6	1239.06	0.055958	6.4	14.09	14.45	2.07	0.97	1.71
663.8126	500Tr	120.7	1235.89	1237.19	1237.94	1239.69	0.053991	7.01	17.23	14.83	2.07	1.16	2.05
655.2182	10Tr	47.5	1235	1235.62	1236.1	1237.35	0.088352	5.82	8.16	13.71	2.41	0.59	1.1
655.2182	25Tr	63.8	1235	1235.76	1236.33	1237.81	0.082698	6.35	10.04	13.96	2.39	0.72	1.33
655.2182	50Tr	76.8	1235	1235.86	1236.5	1238.14	0.079088	6.7	11.47	14.14	2.37	0.81	1.5
655.2182	100Tr	90.2	1235	1235.96	1236.66	1238.46	0.07627	7.01	12.86	14.32	2.36	0.9	1.66
655.2182	500Tr	120.7	1235	1236.16	1237	1239.12	0.071526	7.61	15.86	14.69	2.34	1.08	2
646.4476	10Tr	47.5	1234.98	1235.8	1236.05	1236.65	0.031228	4.08	11.63	15.16	1.49	0.77	1.07
646.4476	25Tr	63.8	1234.98	1235.91	1236.26	1237.09	0.036872	4.79	13.31	15.36	1.64	0.87	1.28
646.4476	50Tr	76.8	1234.98	1236.01	1236.42	1237.39	0.040859	5.2	14.77	16.25	1.74	0.91	1.44
646.4476	100Tr	90.2	1234.98	1236.09	1236.57	1237.7	0.043634	5.63	16.03	16.39	1.82	0.98	1.59
646.4476	500Tr	120.7	1234.98	1236.25	1236.88	1238.35	0.047595	6.42	18.8	16.68	1.93	1.13	1.9
636.1836	10Tr	47.5	1234	1234.71	1235.13	1236.15	0.065388	5.32	8.93	13.98	2.12	0.64	1.13
636.1836	25Tr	63.8	1234	1234.85	1235.35	1236.55	0.061434	5.77	11.05	14.54	2.11	0.76	1.35
636.1836	50Tr	76.8	1234	1234.96	1235.51	1236.84	0.058903	6.06	12.66	14.95	2.1	0.85	1.51
636.1836	100Tr	90.2	1234	1235.06	1235.67	1237.14	0.058043	6.39	14.12	15.19	2.11	0.93	1.67
636.1836	500Tr	120.7	1234	1235.26	1236	1237.78	0.056734	7.03	17.16	15.5	2.13	1.11	2
627.2397	10Tr	47.5	1233.78	1234.76	1234.99	1235.58	0.030082	4.02	11.83	15.67	1.48	0.75	1.21
627.2397	25Tr	63.8	1233.78	1234.88	1235.21	1235.97	0.03387	4.63	13.78	16.06	1.6	0.86	1.43
627.2397	50Tr	76.8	1233.78	1234.98	1235.36	1236.26	0.035571	5.02	15.3	16.35	1.66	0.94	1.58
627.2397	100Tr	90.2	1233.78	1235.06	1235.51	1236.55	0.037741	5.41	16.67	16.59	1.72	1.01	1.73
627.2397	500Tr	120.7	1233.78	1235.23	1235.83	1237.17	0.041766	6.18	19.53	17.04	1.84	1.15	2.05
614.416	10Tr	47.5	1233	1233.57	1233.96	1234.94	0.076125	5.19	9.15	16.7	2.24	0.55	0.96
614.416	25Tr	63.8	1233	1233.7	1234.17	1235.32	0.069762	5.64	11.31	17.01	2.21	0.67	1.17
614.416	50Tr	76.8	1233	1233.79	1234.31	1235.6	0.066779	5.96	12.9	17.22	2.2	0.75	1.31
614.416	100Tr	90.2	1233	1233.88	1234.45	1235.88	0.06491	6.26	14.41	17.43	2.2	0.83	1.45
614.416	500Tr	120.7	1233	1234.06	1234.75	1236.48	0.063065	6.89	17.51	17.81	2.22	0.98	1.75
602.7719	10Tr	47.5	1232.27	1233.03	1233.35	1234.12	0.053876	4.62	10.28	17.32	1.92	0.59	1.08
602.7719	25Tr	63.8	1232.27	1233.14	1233.55	1234.53	0.055768	5.22	12.23	17.51	1.99	0.7	1.28
602.7719	50Tr	76.8	1232.27	1233.23	1233.7	1234.82	0.05616	5.6	13.71	17.66	2.03	0.78	1.43
602.7719	100Tr	90.2	1232.27	1233.31	1233.84	1235.12	0.056631	5.96	15.13	17.8	2.06	0.85	1.57
602.7719	500Tr	120.7	1232.27	1233.47	1234.13	1235.73	0.057277	6.65	18.14	18.09	2.12	1	1.86

596.2644	10Tr	47.5	1232	1232.61	1232.94	1233.75	0.058625	4.73	10.04	17.09	1.97	0.59	0.94
596.2644	25Tr	63.8	1232	1232.72	1233.14	1234.15	0.05899	5.3	12.05	17.28	2.02	0.7	1.14
596.2644	50Tr	76.8	1232	1232.81	1233.3	1234.45	0.058843	5.67	13.55	17.43	2.05	0.78	1.29
596.2644	100Tr	90.2	1232	1232.89	1233.44	1234.74	0.058895	6.02	14.99	17.57	2.08	0.85	1.43
596.2644	500Tr	120.7	1232	1233.06	1233.73	1235.35	0.059009	6.7	18.02	17.86	2.13	1.01	1.73
586.372	10Tr	47.5	1231.41	1232.21	1232.5	1233.19	0.045724	4.39	10.82	17.35	1.77	0.62	1.09
586.372	25Tr	63.8	1231.41	1232.33	1232.7	1233.58	0.047458	4.96	12.87	17.56	1.85	0.73	1.29
586.372	50Tr	76.8	1231.41	1232.41	1232.85	1233.87	0.048446	5.34	14.37	17.71	1.89	0.81	1.44
586.372	100Tr	90.2	1231.41	1232.49	1232.99	1234.15	0.049327	5.7	15.82	17.85	1.93	0.89	1.58
586.372	500Tr	120.7	1231.41	1232.66	1233.3	1234.75	0.050866	6.4	18.86	18.15	2	1.04	1.89
576.0537	10Tr	47.5	1230.25	1231.22	1231.65	1232.6	0.063085	5.2	9.13	14.18	2.07	0.64	1.4
576.0537	25Tr	63.8	1230.25	1231.37	1231.86	1232.99	0.061668	5.63	11.33	15.09	2.07	0.75	1.61
576.0537	50Tr	76.8	1230.25	1231.47	1232.01	1233.27	0.061551	5.94	12.94	15.72	2.09	0.82	1.76
576.0537	100Tr	90.2	1230.25	1231.57	1232.17	1233.54	0.063164	6.22	14.5	16.6	2.12	0.87	1.92
576.0537	500Tr	120.7	1230.25	1231.76	1232.54	1234.13	0.064865	6.82	17.69	17.7	2.18	1	2.29
566.559	10Tr	47.5	1229.6	1230.64	1231.11	1232.03	0.056739	5.23	9.08	13.12	2.01	0.69	1.51
566.559	25Tr	63.8	1229.6	1230.8	1231.31	1232.43	0.054352	5.67	11.25	13.91	2.01	0.81	1.71
566.559	50Tr	76.8	1229.6	1230.91	1231.46	1232.72	0.053316	5.97	12.87	14.47	2.02	0.89	1.86
566.559	100Tr	90.2	1229.6	1231.03	1231.6	1232.95	0.058161	6.15	14.73	19.42	2.1	0.76	2
566.559	500Tr	120.7	1229.6	1231.2	1231.89	1233.54	0.057002	6.81	18.09	20.01	2.13	0.9	2.29
555.3402	10Tr	47.5	1228.55	1229.37	1229.88	1231.22	0.084721	6.02	7.89	12.27	2.4	0.64	1.33
555.3402	25Tr	63.8	1228.55	1229.53	1230.13	1231.67	0.076242	6.48	9.84	12.5	2.33	0.79	1.58
555.3402	50Tr	76.8	1228.55	1229.64	1230.31	1231.98	0.071259	6.78	11.33	12.67	2.29	0.89	1.76
555.3402	100Tr	90.2	1228.55	1229.78	1230.49	1232.22	0.063821	6.92	13.03	12.88	2.2	1.01	1.94
555.3402	500Tr	120.7	1228.55	1230.02	1230.85	1232.85	0.058723	7.45	16.2	13.25	2.15	1.22	2.3
544.862	10Tr	47.5	1228	1228.76	1229.24	1230.37	0.064657	5.61	8.46	11.7	2.11	0.72	1.23
544.862	25Tr	63.8	1228	1228.92	1229.49	1230.88	0.063785	6.21	10.27	11.94	2.14	0.86	1.49
544.862	50Tr	76.8	1228	1229.03	1229.69	1231.25	0.062657	6.59	11.65	12.13	2.15	0.96	1.68
544.862	100Tr	90.2	1228	1229.15	1229.86	1231.56	0.060095	6.88	13.11	12.34	2.13	1.06	1.86
544.862	500Tr	120.7	1228	1229.39	1230.24	1232.24	0.057165	7.47	16.16	12.77	2.12	1.27	2.24
532.4466	10Tr	47.5	1227	1227.98	1228.43	1229.54	0.0669	5.52	8.61	13.07	2.17	0.66	1.43
532.4466	25Tr	63.8	1227	1228.11	1228.67	1230.05	0.068301	6.17	10.34	13.34	2.24	0.77	1.67
532.4466	50Tr	76.8	1227	1228.21	1228.84	1230.43	0.068318	6.6	11.64	13.46	2.27	0.86	1.84
532.4466	100Tr	90.2	1227	1228.31	1229.01	1230.77	0.066827	6.94	12.99	13.57	2.27	0.96	2.01
532.4466	500Tr	120.7	1227	1228.52	1229.37	1231.47	0.064388	7.61	15.86	13.79	2.27	1.15	2.37
525.7515	10Tr	47.5	1227	1227.81	1228.19	1229.07	0.04881	4.98	9.54	13.03	1.86	0.73	1.19

525.7515	25Tr	63.8	1227	1227.94	1228.42	1229.56	0.052104	5.64	11.32	13.42	1.96	0.84	1.42
525.7515	50Tr	76.8	1227	1228.04	1228.6	1229.92	0.054146	6.09	12.62	13.65	2.02	0.92	1.6
525.7515	100Tr	90.2	1227	1228.13	1228.76	1230.27	0.054783	6.47	13.94	13.8	2.05	1.01	1.76
525.7515	500Tr	120.7	1227	1228.33	1229.12	1230.98	0.05564	7.21	16.75	14.1	2.11	1.19	2.12
514.9999	10Tr	47.5	1226.11	1227.13	1227.56	1228.52	0.051204	5.22	9.11	12.16	1.92	0.75	1.45
514.9999	25Tr	63.8	1226.11	1227.29	1227.81	1228.99	0.052136	5.78	11.04	12.77	1.98	0.86	1.7
514.9999	50Tr	76.8	1226.11	1227.4	1228	1229.34	0.053334	6.18	12.43	13.19	2.03	0.94	1.88
514.9999	100Tr	90.2	1226.11	1227.5	1228.16	1229.68	0.054261	6.54	13.8	13.59	2.07	1.02	2.05
514.9999	500Tr	120.7	1226.11	1227.7	1228.51	1230.38	0.056249	7.24	16.66	14.39	2.15	1.16	2.4
505.2724	10Tr	47.5	1225.84	1226.71	1227.09	1227.98	0.052655	4.99	9.52	13.85	1.92	0.69	1.25
505.2724	25Tr	63.8	1225.84	1226.84	1227.33	1228.44	0.054339	5.6	11.4	14.23	2	0.8	1.49
505.2724	50Tr	76.8	1225.84	1226.94	1227.5	1228.78	0.055415	6.01	12.78	14.5	2.04	0.88	1.66
505.2724	100Tr	90.2	1225.84	1227.03	1227.66	1229.11	0.056221	6.38	14.14	14.79	2.08	0.96	1.82
505.2724	500Tr	120.7	1225.84	1227.22	1228	1229.79	0.058024	7.09	17.01	15.48	2.16	1.1	2.16
496.9666	10Tr	47.5	1225	1225.75	1226.21	1227.4	0.082147	5.7	8.33	13.98	2.36	0.6	1.21
496.9666	25Tr	63.8	1225	1225.88	1226.43	1227.85	0.08141	6.23	10.24	14.92	2.4	0.69	1.43
496.9666	50Tr	76.8	1225	1225.97	1226.59	1228.19	0.081695	6.6	11.64	15.56	2.43	0.75	1.59
496.9666	100Tr	90.2	1225	1226.06	1226.74	1228.51	0.081122	6.94	12.99	15.96	2.46	0.81	1.74
496.9666	500Tr	120.7	1225	1226.23	1227.05	1229.19	0.079245	7.62	15.84	16.57	2.49	0.96	2.05
490.787	10Tr	47.5	1224.84	1225.52	1225.89	1226.81	0.074404	5.05	9.41	17.68	2.21	0.53	1.05
490.787	25Tr	63.8	1224.84	1225.62	1226.08	1227.27	0.076762	5.69	11.2	17.94	2.3	0.62	1.24
490.787	50Tr	76.8	1224.84	1225.69	1226.22	1227.6	0.077723	6.12	12.54	18.13	2.35	0.69	1.38
490.787	100Tr	90.2	1224.84	1225.76	1226.36	1227.93	0.078905	6.53	13.82	18.31	2.4	0.75	1.52
490.787	500Tr	120.7	1224.84	1225.91	1226.65	1228.62	0.080286	7.3	16.54	18.7	2.48	0.88	1.81
485.8965	10Tr	47.5	1224.4	1225.19	1225.55	1226.44	0.073121	4.96	9.58	18.37	2.19	0.52	1.15
485.8965	25Tr	63.8	1224.4	1225.29	1225.74	1226.88	0.074736	5.58	11.43	18.53	2.27	0.62	1.34
485.8965	50Tr	76.8	1224.4	1225.36	1225.88	1227.2	0.075682	6.01	12.77	18.64	2.32	0.69	1.48
485.8965	100Tr	90.2	1224.4	1225.43	1226.02	1227.53	0.076651	6.41	14.07	18.75	2.36	0.75	1.62
485.8965	500Tr	120.7	1224.4	1225.58	1226.3	1228.21	0.078188	7.19	16.79	18.98	2.44	0.88	1.9
477.6494	10Tr	47.5	1224	1224.9	1225.19	1225.88	0.048058	4.38	10.85	18.41	1.82	0.59	1.19
477.6494	25Tr	63.8	1224	1225.01	1225.38	1226.26	0.053639	4.96	12.85	19.63	1.96	0.65	1.38
477.6494	50Tr	76.8	1224	1225.07	1225.51	1226.56	0.056428	5.41	14.2	19.74	2.03	0.72	1.51
477.6494	100Tr	90.2	1224	1225.14	1225.64	1226.86	0.05885	5.82	15.5	19.84	2.1	0.78	1.64
477.6494	500Tr	120.7	1224	1225.28	1225.92	1227.51	0.063	6.63	18.21	20.06	2.22	0.91	1.92
470.2504	10Tr	47.5	1223.18	1224.13	1224.49	1225.41	0.075115	5.01	9.47	18.23	2.22	0.52	1.31
470.2504	25Tr	63.8	1223.18	1224.24	1224.68	1225.78	0.070679	5.49	11.62	18.55	2.21	0.63	1.5
470.2504	50Tr	76.8	1223.18	1224.32	1224.82	1226.07	0.070049	5.86	13.1	18.75	2.24	0.7	1.64
470.2504	100Tr	90.2	1223.18	1224.4	1224.96	1226.37	0.070017	6.22	14.51	18.94	2.27	0.77	1.78

470.2504	500Tr	120.7	1223.18	1224.55	1225.25	1227	0.070714	6.93	17.42	19.32	2.33	0.9	2.07
464.4745	10Tr	47.5	1223	1223.83	1224.18	1224.99	0.057381	4.77	9.96	16.88	1.98	0.59	1.18
464.4745	25Tr	63.8	1223	1223.95	1224.37	1225.37	0.059399	5.27	12.11	18.12	2.06	0.67	1.37
464.4745	50Tr	76.8	1223	1224.03	1224.51	1225.66	0.06092	5.65	13.6	18.69	2.11	0.73	1.51
464.4745	100Tr	90.2	1223	1224.11	1224.65	1225.94	0.061398	6	15.03	18.9	2.15	0.8	1.65
464.4745	500Tr	120.7	1223	1224.26	1224.94	1226.57	0.063175	6.72	17.95	19.33	2.23	0.93	1.93
459.1903	10Tr	47.5	1222.59	1223.43	1223.8	1224.67	0.061454	4.93	9.64	16.37	2.05	0.59	1.21
459.1903	25Tr	63.8	1222.59	1223.56	1224.01	1225.05	0.059943	5.4	11.82	17.09	2.07	0.69	1.41
459.1903	50Tr	76.8	1222.59	1223.65	1224.15	1225.33	0.060401	5.75	13.35	17.64	2.11	0.76	1.56
459.1903	100Tr	90.2	1222.59	1223.73	1224.29	1225.62	0.061352	6.08	14.83	18.2	2.15	0.81	1.7
459.1903	500Tr	120.7	1222.59	1223.89	1224.57	1226.23	0.063501	6.77	17.82	19.03	2.23	0.94	1.98
452.0725	10Tr	47.5	1222	1222.74	1223.15	1224.16	0.077971	5.27	9.02	16.65	2.29	0.54	1.15
452.0725	25Tr	63.8	1222	1222.87	1223.33	1224.54	0.077305	5.74	11.12	17.93	2.33	0.62	1.33
452.0725	50Tr	76.8	1222	1222.95	1223.48	1224.83	0.077067	6.08	12.64	18.63	2.36	0.68	1.48
452.0725	100Tr	90.2	1222	1223.03	1223.61	1225.11	0.076498	6.39	14.11	19.12	2.38	0.74	1.61
452.0725	500Tr	120.7	1222	1223.18	1223.88	1225.72	0.074399	7.06	17.1	19.43	2.4	0.88	1.88
446.3904	10Tr	47.5	1221.9	1222.6	1222.92	1223.68	0.057802	4.6	10.32	18.54	1.97	0.56	1.02
446.3904	25Tr	63.8	1221.9	1222.71	1223.11	1224.06	0.059593	5.16	12.36	19.08	2.05	0.65	1.21
446.3904	50Tr	76.8	1221.9	1222.78	1223.24	1224.35	0.060465	5.54	13.85	19.38	2.09	0.71	1.34
446.3904	100Tr	90.2	1221.9	1222.86	1223.38	1224.63	0.06125	5.9	15.3	19.67	2.13	0.78	1.48
446.3904	500Tr	120.7	1221.9	1223	1223.64	1225.24	0.063755	6.62	18.24	20.24	2.23	0.9	1.74
441.231	10Tr	47.5	1221.51	1222.22	1222.55	1223.36	0.06499	4.72	10.06	19.08	2.07	0.53	1.04
441.231	25Tr	63.8	1221.51	1222.33	1222.74	1223.74	0.06449	5.26	12.13	19.37	2.12	0.63	1.23
441.231	50Tr	76.8	1221.51	1222.41	1222.88	1224.02	0.064303	5.63	13.65	19.58	2.15	0.7	1.36
441.231	100Tr	90.2	1221.51	1222.48	1223.01	1224.3	0.064341	5.97	15.1	19.78	2.18	0.76	1.5
441.231	500Tr	120.7	1221.51	1222.63	1223.28	1224.9	0.06537	6.67	18.09	20.19	2.25	0.9	1.77
434.7225	10Tr	47.5	1221	1221.84	1222.17	1222.95	0.058697	4.66	10.19	18.32	1.99	0.56	1.17
434.7225	25Tr	63.8	1221	1221.95	1222.35	1223.32	0.061065	5.18	12.32	19.46	2.08	0.63	1.35
434.7225	50Tr	76.8	1221	1222.03	1222.49	1223.6	0.061807	5.54	13.86	19.92	2.12	0.7	1.49
434.7225	100Tr	90.2	1221	1222.1	1222.62	1223.87	0.062065	5.89	15.32	20.08	2.15	0.76	1.62
434.7225	500Tr	120.7	1221	1222.25	1222.89	1224.46	0.062994	6.59	18.33	20.41	2.22	0.9	1.89
427.1791	10Tr	47.5	1220.74	1221.5	1221.79	1222.49	0.053945	4.41	10.78	19.47	1.89	0.55	1.05
427.1791	25Tr	63.8	1220.74	1221.61	1221.98	1222.85	0.054409	4.93	12.93	19.74	1.95	0.66	1.24
427.1791	50Tr	76.8	1220.74	1221.68	1222.11	1223.12	0.054921	5.3	14.49	19.93	1.99	0.73	1.37
427.1791	100Tr	90.2	1220.74	1221.76	1222.24	1223.39	0.055781	5.65	15.95	20.11	2.03	0.79	1.5
427.1791	500Tr	120.7	1220.74	1221.91	1222.52	1223.96	0.057598	6.35	19	20.48	2.11	0.93	1.78
419.0876	10Tr	47.5	1220.22	1221.08	1221.37	1222.07	0.048075	4.42	10.75	17.83	1.82	0.6	1.15

419.0876	25Tr	63.8	1220.22	1221.2	1221.57	1222.44	0.047779	4.93	12.95	18.08	1.86	0.72	1.35
419.0876	50Tr	76.8	1220.22	1221.29	1221.71	1222.7	0.047421	5.26	14.59	18.27	1.88	0.8	1.49
419.0876	100Tr	90.2	1220.22	1221.38	1221.85	1222.96	0.047168	5.57	16.19	18.45	1.9	0.88	1.63
419.0876	500Tr	120.7	1220.22	1221.55	1222.14	1223.51	0.047518	6.21	19.44	18.82	1.95	1.03	1.92
412.5867	10Tr	47.5	1219.82	1220.81	1221.08	1221.75	0.046152	4.31	11.03	17.05	1.71	0.65	1.26
412.5867	25Tr	63.8	1219.82	1220.94	1221.29	1222.11	0.045956	4.81	13.27	17.2	1.75	0.77	1.47
412.5867	50Tr	76.8	1219.82	1221.03	1221.43	1222.38	0.045711	5.14	14.94	17.33	1.77	0.86	1.61
412.5867	100Tr	90.2	1219.82	1221.13	1221.58	1222.64	0.045578	5.45	16.56	17.51	1.79	0.95	1.76
412.5867	500Tr	120.7	1219.82	1221.32	1221.88	1223.18	0.04543	6.05	19.96	17.88	1.83	1.12	2.06
406.1396	10Tr	47.5	1219.38	1220.68	1220.9	1221.47	0.028937	3.93	12.08	15.03	1.4	0.8	1.52
406.1396	25Tr	63.8	1219.38	1220.85	1221.12	1221.81	0.030484	4.33	14.73	16.24	1.45	0.91	1.74
406.1396	50Tr	76.8	1219.38	1220.96	1221.27	1222.06	0.032233	4.64	16.54	17.03	1.5	0.97	1.89
406.1396	100Tr	90.2	1219.38	1221.06	1221.42	1222.31	0.033572	4.96	18.2	17.4	1.55	1.05	2.04
406.1396	500Tr	120.7	1219.38	1221.25	1221.72	1222.84	0.035209	5.59	21.58	17.67	1.62	1.22	2.34
398.0144	10Tr	47.5	1219	1219.69	1220.09	1221.07	0.066813	5.2	9.14	14.82	2.11	0.62	1.09
398.0144	25Tr	63.8	1219	1219.85	1220.31	1221.41	0.058148	5.54	11.52	15.17	2.03	0.76	1.31
398.0144	50Tr	76.8	1219	1219.97	1220.48	1221.67	0.05353	5.78	13.3	15.37	1.98	0.87	1.48
398.0144	100Tr	90.2	1219	1220.08	1220.63	1221.92	0.050529	6.01	15	15.52	1.95	0.97	1.63
398.0144	500Tr	120.7	1219	1220.31	1220.95	1222.46	0.046691	6.51	18.55	15.82	1.92	1.17	1.95
387.9576	10Tr	47.5	1218.38	1219.21	1219.57	1220.4	0.055346	4.84	9.82	15.77	1.96	0.62	1.19
387.9576	25Tr	63.8	1218.38	1219.34	1219.78	1220.82	0.055502	5.39	11.84	16.09	2.01	0.74	1.4
387.9576	50Tr	76.8	1218.38	1219.43	1219.94	1221.11	0.055056	5.75	13.36	16.34	2.03	0.82	1.56
387.9576	100Tr	90.2	1218.38	1219.53	1220.09	1221.39	0.054218	6.05	14.9	16.6	2.04	0.9	1.71
387.9576	500Tr	120.7	1218.38	1219.72	1220.39	1221.96	0.052356	6.62	18.22	17.14	2.05	1.06	2.01
377.2141	10Tr	47.5	1217.58	1218.42	1218.82	1219.75	0.064345	5.1	9.31	15.23	2.08	0.61	1.24
377.2141	25Tr	63.8	1217.58	1218.55	1219.03	1220.17	0.062662	5.63	11.32	15.53	2.11	0.73	1.45
377.2141	50Tr	76.8	1217.58	1218.65	1219.19	1220.48	0.061423	5.98	12.83	15.74	2.12	0.82	1.61
377.2141	100Tr	90.2	1217.58	1218.75	1219.34	1220.77	0.060241	6.3	14.32	15.96	2.12	0.9	1.76
377.2141	500Tr	120.7	1217.58	1218.95	1219.67	1221.35	0.057537	6.87	17.57	16.4	2.12	1.07	2.08
366.1339	10Tr	47.5	1216.84	1217.69	1218.09	1219.05	0.060773	5.17	9.19	14.34	2.06	0.64	1.25
366.1339	25Tr	63.8	1216.84	1217.83	1218.32	1219.49	0.059849	5.71	11.18	14.77	2.09	0.76	1.48
366.1339	50Tr	76.8	1216.84	1217.93	1218.48	1219.8	0.059097	6.06	12.67	15.09	2.11	0.84	1.64
366.1339	100Tr	90.2	1216.84	1218.02	1218.64	1220.1	0.058444	6.39	14.12	15.37	2.13	0.92	1.8
366.1339	500Tr	120.7	1216.84	1218.23	1218.96	1220.71	0.05652	6.98	17.28	15.84	2.13	1.09	2.12
357.4532	10Tr	47.5	1216	1217.03	1217.46	1218.49	0.065367	5.36	8.86	13.8	2.14	0.64	1.46
357.4532	25Tr	63.8	1216	1217.17	1217.69	1218.94	0.063316	5.89	10.83	14.15	2.15	0.76	1.69
357.4532	50Tr	76.8	1216	1217.27	1217.86	1219.26	0.062085	6.25	12.29	14.41	2.16	0.85	1.86

357.4532	100Tr	90.2	1216	1217.37	1218.02	1219.57	0.061052	6.57	13.73	14.67	2.17	0.94	2.02
357.4532	500Tr	120.7	1216	1217.58	1218.35	1220.2	0.058897	7.16	16.85	15.2	2.17	1.11	2.35
349.6617	10Tr	47.5	1216	1216.84	1217.17	1217.95	0.048836	4.68	10.15	13.64	1.73	0.74	1.17
349.6617	25Tr	63.8	1216	1216.98	1217.41	1218.39	0.051894	5.25	12.15	14.23	1.81	0.85	1.41
349.6617	50Tr	76.8	1216	1217.08	1217.58	1218.7	0.052898	5.64	13.62	14.47	1.86	0.94	1.58
349.6617	100Tr	90.2	1216	1217.18	1217.74	1219.01	0.053741	6	15.04	14.71	1.89	1.02	1.74
349.6617	500Tr	120.7	1216	1217.39	1218.08	1219.65	0.05458	6.66	18.12	15.22	1.95	1.19	2.08
341.3578	10Tr	47.5	1215	1216.04	1216.47	1217.48	0.057326	5.32	8.92	12.66	2.02	0.7	1.47
341.3578	25Tr	63.8	1215	1216.2	1216.71	1217.91	0.054512	5.8	11	13.07	2.02	0.84	1.71
341.3578	50Tr	76.8	1215	1216.31	1216.9	1218.23	0.053409	6.14	12.51	13.37	2.02	0.94	1.9
341.3578	100Tr	90.2	1215	1216.42	1217.07	1218.54	0.052764	6.45	13.98	13.65	2.03	1.02	2.07
341.3578	500Tr	120.7	1215	1216.65	1217.42	1219.18	0.051701	7.05	17.12	14.24	2.05	1.2	2.42
330.5906	10Tr	47.5	1214.39	1215.27	1215.71	1216.79	0.070488	5.46	8.7	13.88	2.2	0.63	1.32
330.5906	25Tr	63.8	1214.39	1215.41	1215.94	1217.25	0.06799	6	10.63	14.15	2.21	0.75	1.55
330.5906	50Tr	76.8	1214.39	1215.51	1216.12	1217.58	0.066462	6.37	12.06	14.35	2.22	0.84	1.73
330.5906	100Tr	90.2	1214.39	1215.61	1216.31	1217.9	0.065196	6.7	13.46	14.54	2.22	0.93	1.92
330.5906	500Tr	120.7	1214.39	1215.81	1216.65	1218.55	0.062731	7.32	16.48	14.94	2.23	1.1	2.26
320.976	10Tr	47.5	1213.86	1214.63	1215.06	1216.1	0.070208	5.36	8.87	14.52	2.19	0.61	1.2
320.976	25Tr	63.8	1213.86	1214.76	1215.3	1216.57	0.070757	5.97	10.69	14.91	2.25	0.72	1.44
320.976	50Tr	76.8	1213.86	1214.85	1215.46	1216.92	0.070936	6.38	12.04	15.14	2.28	0.8	1.6
320.976	100Tr	90.2	1213.86	1214.94	1215.61	1217.24	0.070284	6.73	13.4	15.37	2.3	0.87	1.75
320.976	500Tr	120.7	1213.86	1215.12	1215.94	1217.9	0.070131	7.39	16.34	16.21	2.35	1.01	2.08
311.6699	10Tr	47.5	1213	1213.98	1214.4	1215.43	0.07239	5.33	8.92	15.21	2.22	0.59	1.4
311.6699	25Tr	63.8	1213	1214.1	1214.61	1215.89	0.073737	5.93	10.76	15.8	2.29	0.68	1.61
311.6699	50Tr	76.8	1213	1214.18	1214.77	1216.24	0.07464	6.35	12.1	16.17	2.34	0.75	1.77
311.6699	100Tr	90.2	1213	1214.26	1214.92	1216.57	0.07521	6.72	13.42	16.53	2.38	0.81	1.92
311.6699	500Tr	120.7	1213	1214.44	1215.22	1217.23	0.074983	7.4	16.31	17.27	2.43	0.94	2.22
298.4824	10Tr	47.5	1212.39	1213.27	1213.63	1214.48	0.061074	4.88	9.73	16.66	2.04	0.58	1.24
298.4824	25Tr	63.8	1212.39	1213.38	1213.83	1214.92	0.062987	5.5	11.61	16.96	2.12	0.68	1.44
298.4824	50Tr	76.8	1212.39	1213.46	1213.98	1215.24	0.064273	5.92	12.98	17.18	2.17	0.76	1.59
298.4824	100Tr	90.2	1212.39	1213.54	1214.13	1215.56	0.065235	6.3	14.31	17.39	2.22	0.82	1.74
298.4824	500Tr	120.7	1212.39	1213.7	1214.43	1216.21	0.066273	7.03	17.17	17.83	2.29	0.96	2.04
289.255	10Tr	47.5	1212	1212.81	1213.14	1213.92	0.054446	4.67	10.16	17.03	1.93	0.6	1.14
289.255	25Tr	63.8	1212	1212.92	1213.33	1214.32	0.057695	5.24	12.18	17.94	2.03	0.68	1.33
289.255	50Tr	76.8	1212	1213	1213.48	1214.62	0.060272	5.64	13.62	18.55	2.1	0.73	1.47
289.255	100Tr	90.2	1212	1213.07	1213.62	1214.92	0.061785	6.03	14.97	18.75	2.15	0.8	1.62
289.255	500Tr	120.7	1212	1213.22	1213.9	1215.56	0.064126	6.78	17.81	19.14	2.24	0.93	1.9

279.3836	10Tr	47.5	1211.57	1212.38	1212.67	1213.35	0.051576	4.38	10.84	19.34	1.87	0.56	1.1
279.3836	25Tr	63.8	1211.57	1212.48	1212.85	1213.73	0.053444	4.94	12.92	19.73	1.95	0.65	1.28
279.3836	50Tr	76.8	1211.57	1212.56	1212.99	1214	0.054683	5.32	14.44	20.02	2	0.72	1.42
279.3836	100Tr	90.2	1211.57	1212.63	1213.12	1214.28	0.056323	5.69	15.85	20.27	2.05	0.78	1.55
279.3836	500Tr	120.7	1211.57	1212.77	1213.39	1214.88	0.059517	6.44	18.75	20.69	2.16	0.91	1.82
268.747	10Tr	47.5	1211	1211.79	1212.1	1212.8	0.05232	4.45	10.68	18.79	1.88	0.57	1.1
268.747	25Tr	63.8	1211	1211.91	1212.28	1213.15	0.054626	4.94	12.92	20.05	1.96	0.64	1.27
268.747	50Tr	76.8	1211	1211.99	1212.4	1213.4	0.056352	5.28	14.56	20.92	2.02	0.7	1.4
268.747	100Tr	90.2	1211	1212.06	1212.53	1213.66	0.057132	5.61	16.07	21.21	2.06	0.76	1.53
268.747	500Tr	120.7	1211	1212.2	1212.79	1214.23	0.058543	6.3	19.15	21.53	2.13	0.89	1.79
258.0015	10Tr	47.5	1210.52	1211.51	1211.74	1212.28	0.034257	3.87	12.29	19.44	1.55	0.63	1.22
258.0015	25Tr	63.8	1210.52	1211.64	1211.93	1212.59	0.035852	4.33	14.73	20.32	1.62	0.73	1.41
258.0015	50Tr	76.8	1210.52	1211.72	1212.06	1212.83	0.036851	4.65	16.52	20.88	1.67	0.79	1.54
258.0015	100Tr	90.2	1210.52	1211.8	1212.18	1213.06	0.038502	4.97	18.13	21.38	1.72	0.85	1.66
258.0015	500Tr	120.7	1210.52	1211.95	1212.44	1213.57	0.042487	5.65	21.36	22.37	1.85	0.96	1.92
244.6524	10Tr	47.5	1209.87	1210.66	1210.97	1211.68	0.055638	4.46	10.64	19.49	1.93	0.55	1.1
244.6524	25Tr	63.8	1209.87	1210.79	1211.15	1211.99	0.053796	4.86	13.13	20.62	1.94	0.64	1.28
244.6524	50Tr	76.8	1209.87	1210.87	1211.27	1212.21	0.053343	5.13	14.97	21.56	1.96	0.69	1.4
244.6524	100Tr	90.2	1209.87	1210.95	1211.4	1212.44	0.053332	5.4	16.7	22.21	1.99	0.75	1.53
244.6524	500Tr	120.7	1209.87	1211.11	1211.65	1212.92	0.053103	5.97	20.21	22.98	2.03	0.88	1.78
236.4632	10Tr	47.5	1209	1209.84	1210.21	1211.13	0.073299	5.03	9.45	17.8	2.2	0.53	1.21
236.4632	25Tr	63.8	1209	1209.97	1210.39	1211.45	0.072106	5.4	11.82	19.73	2.23	0.6	1.39
236.4632	50Tr	76.8	1209	1210.05	1210.52	1211.68	0.071187	5.65	13.6	21	2.24	0.65	1.52
236.4632	100Tr	90.2	1209	1210.13	1210.65	1211.92	0.068586	5.92	15.25	21.32	2.23	0.72	1.65
236.4632	500Tr	120.7	1209	1210.29	1210.91	1212.41	0.064842	6.45	18.72	21.98	2.23	0.85	1.91
228.4299	10Tr	47.5	1208.7	1209.52	1209.83	1210.53	0.056363	4.47	10.62	19.64	1.94	0.54	1.13
228.4299	25Tr	63.8	1208.7	1209.63	1210.01	1210.87	0.055974	4.93	12.93	20.48	1.98	0.63	1.31
228.4299	50Tr	76.8	1208.7	1209.72	1210.14	1211.11	0.055269	5.23	14.69	21.1	2	0.7	1.44
228.4299	100Tr	90.2	1208.7	1209.79	1210.26	1211.35	0.056011	5.54	16.29	21.65	2.04	0.75	1.56
228.4299	500Tr	120.7	1208.7	1209.94	1210.51	1211.86	0.057841	6.13	19.68	22.94	2.11	0.86	1.81
219.1304	10Tr	47.5	1208	1208.66	1209.03	1209.92	0.072822	4.96	9.58	18.37	2.19	0.52	1.03
219.1304	25Tr	63.8	1208	1208.78	1209.21	1210.26	0.071328	5.39	11.84	19.7	2.22	0.6	1.21
219.1304	50Tr	76.8	1208	1208.87	1209.34	1210.51	0.070074	5.67	13.54	20.56	2.23	0.66	1.34
219.1304	100Tr	90.2	1208	1208.94	1209.47	1210.75	0.069536	5.95	15.15	21.27	2.25	0.71	1.47
219.1304	500Tr	120.7	1208	1209.1	1209.72	1211.26	0.067259	6.5	18.56	22.18	2.27	0.84	1.72
210.25	10Tr	47.5	1207.51	1208.22	1208.52	1209.24	0.0629	4.49	10.59	21.21	2.03	0.5	1.01
210.25	25Tr	63.8	1207.51	1208.32	1208.7	1209.61	0.063807	5.03	12.68	21.59	2.09	0.59	1.19

210.25	50Tr	76.8	1207.51	1208.39	1208.82	1209.86	0.063475	5.38	14.28	21.88	2.12	0.65	1.31
210.25	100Tr	90.2	1207.51	1208.46	1208.94	1210.12	0.063406	5.7	15.82	22.15	2.15	0.71	1.43
210.25	500Tr	120.7	1207.51	1208.61	1209.2	1210.64	0.062985	6.32	19.1	22.71	2.2	0.84	1.69
200.9137	10Tr	47.5	1206.87	1207.54	1207.86	1208.64	0.065778	4.65	10.22	20.03	2.08	0.51	0.99
200.9137	25Tr	63.8	1206.87	1207.64	1208.04	1209	0.065563	5.15	12.38	20.67	2.13	0.6	1.17
200.9137	50Tr	76.8	1206.87	1207.72	1208.17	1209.26	0.065285	5.49	13.99	21.13	2.15	0.66	1.3
200.9137	100Tr	90.2	1206.87	1207.79	1208.29	1209.51	0.065269	5.81	15.54	21.56	2.18	0.72	1.42
200.9137	500Tr	120.7	1206.87	1207.94	1208.55	1210.04	0.06529	6.41	18.82	22.45	2.24	0.84	1.68
193.4136	10Tr	47.5	1206.44	1207.16	1207.45	1208.13	0.058348	4.36	10.88	21.5	1.96	0.51	1.01
193.4136	25Tr	63.8	1206.44	1207.26	1207.62	1208.49	0.059927	4.91	12.98	21.85	2.03	0.59	1.18
193.4136	50Tr	76.8	1206.44	1207.33	1207.75	1208.75	0.06065	5.28	14.54	22.1	2.08	0.66	1.31
193.4136	100Tr	90.2	1206.44	1207.4	1207.87	1209	0.060771	5.61	16.08	22.35	2.11	0.72	1.43
193.4136	500Tr	120.7	1206.44	1207.54	1208.12	1209.53	0.061056	6.24	19.33	22.86	2.17	0.85	1.68
182.2854	10Tr	47.5	1205.77	1206.42	1206.73	1207.45	0.063038	4.49	10.57	21.02	2.02	0.5	0.96
182.2854	25Tr	63.8	1205.77	1206.52	1206.9	1207.8	0.062678	5.01	12.74	21.36	2.07	0.6	1.13
182.2854	50Tr	76.8	1205.77	1206.6	1207.03	1208.06	0.062531	5.36	14.33	21.6	2.1	0.66	1.26
182.2854	100Tr	90.2	1205.77	1206.67	1207.15	1208.31	0.062255	5.68	15.88	21.84	2.13	0.73	1.38
182.2854	500Tr	120.7	1205.77	1206.82	1207.41	1208.84	0.06191	6.3	19.15	22.33	2.17	0.86	1.64
171.8447	10Tr	47.5	1205.07	1205.71	1206.03	1206.78	0.063999	4.59	10.35	20.23	2.05	0.51	0.96
171.8447	25Tr	63.8	1205.07	1205.82	1206.21	1207.14	0.063198	5.1	12.51	20.65	2.09	0.61	1.13
171.8447	50Tr	76.8	1205.07	1205.89	1206.34	1207.4	0.062957	5.44	14.11	21.01	2.12	0.67	1.26
171.8447	100Tr	90.2	1205.07	1205.97	1206.46	1207.66	0.062532	5.76	15.65	21.27	2.14	0.74	1.39
171.8447	500Tr	120.7	1205.07	1206.12	1206.72	1208.19	0.061792	6.38	18.92	21.76	2.18	0.87	1.65
162.7888	10Tr	47.5	1204.38	1205.03	1205.36	1206.16	0.072367	4.71	10.08	20.91	2.17	0.48	0.98
162.7888	25Tr	63.8	1204.38	1205.13	1205.53	1206.53	0.070834	5.24	12.19	21.14	2.2	0.58	1.15
162.7888	50Tr	76.8	1204.38	1205.2	1205.66	1206.79	0.069725	5.59	13.75	21.32	2.22	0.64	1.28
162.7888	100Tr	90.2	1204.38	1205.28	1205.78	1207.05	0.068814	5.91	15.27	21.5	2.24	0.71	1.4
162.7888	500Tr	120.7	1204.38	1205.42	1206.04	1207.6	0.067176	6.53	18.48	21.86	2.27	0.85	1.66
152.1246	10Tr	47.5	1203.55	1204.14	1204.47	1205.33	0.082751	4.83	9.83	21.63	2.29	0.45	0.92
152.1246	25Tr	63.8	1203.55	1204.23	1204.64	1205.71	0.081384	5.38	11.85	21.8	2.33	0.54	1.09
152.1246	50Tr	76.8	1203.55	1204.3	1204.77	1205.99	0.080242	5.75	13.35	21.92	2.35	0.61	1.22
152.1246	100Tr	90.2	1203.55	1204.37	1204.89	1206.26	0.079107	6.09	14.82	22.04	2.37	0.67	1.34
152.1246	500Tr	120.7	1203.55	1204.51	1205.15	1206.82	0.076777	6.73	17.93	22.3	2.4	0.8	1.6
142.1704	10Tr	47.5	1202.76	1203.44	1203.78	1204.58	0.066396	4.72	10.07	18.6	2.05	0.54	1.02
142.1704	25Tr	63.8	1202.76	1203.56	1203.96	1204.93	0.069639	5.19	12.29	20.21	2.13	0.61	1.2
142.1704	50Tr	76.8	1202.76	1203.64	1204.09	1205.19	0.072182	5.53	13.9	21.28	2.18	0.65	1.33
142.1704	100Tr	90.2	1202.76	1203.7	1204.21	1205.46	0.073297	5.87	15.37	21.62	2.22	0.71	1.45
142.1704	500Tr	120.7	1202.76	1203.85	1204.46	1206.02	0.075262	6.53	18.47	22.32	2.29	0.83	1.7

133.2696	10Tr	47.5	1202.07	1202.62	1202.97	1203.88	0.090787	4.98	9.53	21.3	2.38	0.45	0.9
133.2696	25Tr	63.8	1202.07	1202.72	1203.14	1204.23	0.085398	5.46	11.69	21.75	2.38	0.54	1.07
133.2696	50Tr	76.8	1202.07	1202.79	1203.26	1204.49	0.082605	5.78	13.28	22.07	2.38	0.6	1.19
133.2696	100Tr	90.2	1202.07	1202.85	1203.38	1204.76	0.081735	6.11	14.76	22.37	2.4	0.66	1.31
133.2696	500Tr	120.7	1202.07	1202.99	1203.63	1205.31	0.080354	6.75	17.88	22.98	2.44	0.78	1.56
123.2437	10Tr	47.5	1201.27	1201.92	1202.26	1203.06	0.067641	4.73	10.04	19.6	2.11	0.51	0.99
123.2437	25Tr	63.8	1201.27	1202.03	1202.44	1203.43	0.068757	5.26	12.13	20.41	2.18	0.59	1.17
123.2437	50Tr	76.8	1201.27	1202.1	1202.57	1203.71	0.0692	5.61	13.68	20.81	2.21	0.66	1.3
123.2437	100Tr	90.2	1201.27	1202.17	1202.69	1203.97	0.069818	5.94	15.18	21.19	2.24	0.72	1.42
123.2437	500Tr	120.7	1201.27	1202.32	1202.95	1204.52	0.071074	6.58	18.35	21.97	2.3	0.84	1.68
111.5236	10Tr	47.5	1200.34	1200.95	1201.27	1202.14	0.091549	4.84	9.82	23.41	2.38	0.42	0.93
111.5236	25Tr	63.8	1200.34	1201.04	1201.43	1202.5	0.091313	5.37	11.89	24.14	2.44	0.49	1.09
111.5236	50Tr	76.8	1200.34	1201.1	1201.55	1202.78	0.090169	5.74	13.37	24.22	2.47	0.55	1.21
111.5236	100Tr	90.2	1200.34	1201.16	1201.67	1203.04	0.088932	6.08	14.83	24.3	2.49	0.61	1.33
111.5236	500Tr	120.7	1200.34	1201.28	1201.9	1203.6	0.086312	6.74	17.91	24.46	2.51	0.73	1.56
102.5039	10Tr	47.5	1199.64	1200.24	1200.55	1201.33	0.082284	4.62	10.28	24.04	2.26	0.43	0.91
102.5039	25Tr	63.8	1199.64	1200.32	1200.71	1201.69	0.082377	5.18	12.32	24.22	2.32	0.51	1.07
102.5039	50Tr	76.8	1199.64	1200.38	1200.82	1201.97	0.083102	5.58	13.77	24.34	2.37	0.57	1.18
102.5039	100Tr	90.2	1199.64	1200.44	1200.94	1202.24	0.083213	5.93	15.2	24.46	2.4	0.62	1.3
102.5039	500Tr	120.7	1199.64	1200.56	1201.17	1202.81	0.083599	6.64	18.18	24.71	2.47	0.74	1.53
91.67653	10Tr	47.5	1198.79	1199.36	1199.67	1200.44	0.081776	4.59	10.34	24.28	2.25	0.43	0.88
91.67653	25Tr	63.8	1198.79	1199.44	1199.82	1200.8	0.082112	5.15	12.38	24.5	2.31	0.51	1.03
91.67653	50Tr	76.8	1198.79	1199.51	1199.94	1201.07	0.082384	5.54	13.87	24.67	2.36	0.56	1.15
91.67653	100Tr	90.2	1198.79	1199.56	1200.05	1201.33	0.082646	5.89	15.31	24.82	2.39	0.62	1.26
91.67653	500Tr	120.7	1198.79	1199.68	1200.28	1201.9	0.083219	6.59	18.31	25.13	2.46	0.73	1.49
78.93153	10Tr	47.5	1197.8	1198.35	1198.65	1199.4	0.079853	4.53	10.48	24.68	2.22	0.42	0.85
78.93153	25Tr	63.8	1197.8	1198.44	1198.81	1199.75	0.080149	5.08	12.56	24.91	2.28	0.5	1.01
78.93153	50Tr	76.8	1197.8	1198.5	1198.92	1200.02	0.080774	5.47	14.04	25.06	2.33	0.56	1.12
78.93153	100Tr	90.2	1197.8	1198.55	1199.03	1200.28	0.080959	5.82	15.5	25.22	2.37	0.61	1.23
78.93153	500Tr	120.7	1197.8	1198.67	1199.26	1200.83	0.081528	6.51	18.54	25.54	2.44	0.73	1.46
67.89996	10Tr	47.5	1196.96	1197.48	1197.78	1198.52	0.078468	4.51	10.52	24.66	2.21	0.43	0.82
67.89996	25Tr	63.8	1196.96	1197.57	1197.94	1198.87	0.078709	5.06	12.62	24.95	2.27	0.51	0.98
67.89996	50Tr	76.8	1196.96	1197.63	1198.05	1199.13	0.078916	5.43	14.15	25.17	2.31	0.56	1.09
67.89996	100Tr	90.2	1196.96	1197.69	1198.16	1199.38	0.079043	5.77	15.63	25.37	2.35	0.62	1.2
67.89996	500Tr	120.7	1196.96	1197.81	1198.39	1199.93	0.079836	6.45	18.7	25.8	2.42	0.72	1.43
59.98039	10Tr	47.5	1196.35	1196.94	1197.22	1197.91	0.071682	4.37	10.87	25.12	2.12	0.43	0.87

59.98039	25Tr	63.8	1196.35	1197.02	1197.37	1198.24	0.074001	4.9	13.02	25.94	2.21	0.5	1.02
59.98039	50Tr	76.8	1196.35	1197.08	1197.48	1198.5	0.074751	5.28	14.55	26.07	2.25	0.56	1.13
59.98039	100Tr	90.2	1196.35	1197.14	1197.59	1198.75	0.075279	5.63	16.03	26.17	2.29	0.61	1.24
59.98039	500Tr	120.7	1196.35	1197.25	1197.82	1199.28	0.076255	6.31	19.12	26.42	2.37	0.72	1.47
51.35994	10Tr	47.5	1195.72	1196.24	1196.52	1197.25	0.080532	4.46	10.65	25.93	2.22	0.41	0.8
51.35994	25Tr	63.8	1195.72	1196.32	1196.68	1197.58	0.079196	4.97	12.83	26.13	2.26	0.49	0.96
51.35994	50Tr	76.8	1195.72	1196.38	1196.79	1197.83	0.079138	5.34	14.38	26.26	2.3	0.55	1.07
51.35994	100Tr	90.2	1195.72	1196.44	1196.89	1198.08	0.079185	5.68	15.88	26.38	2.34	0.6	1.17
51.35994	500Tr	120.7	1195.72	1196.55	1197.12	1198.61	0.079377	6.35	18.99	26.63	2.4	0.71	1.4
42.41972	10Tr	47.5	1195.03	1195.52	1195.81	1196.54	0.079305	4.47	10.63	25.44	2.21	0.42	0.78
42.41972	25Tr	63.8	1195.03	1195.6	1195.96	1196.87	0.078707	4.99	12.78	25.74	2.26	0.5	0.93
42.41972	50Tr	76.8	1195.03	1195.67	1196.08	1197.13	0.078734	5.35	14.34	25.95	2.3	0.55	1.05
42.41972	100Tr	90.2	1195.03	1195.72	1196.18	1197.37	0.078863	5.69	15.84	26.15	2.33	0.61	1.15
42.41972	500Tr	120.7	1195.03	1195.84	1196.41	1197.9	0.079392	6.36	18.97	26.56	2.4	0.71	1.38
33.66634	10Tr	47.5	1194.27	1194.84	1195.14	1195.86	0.074419	4.48	10.61	24.31	2.16	0.44	0.87
33.66634	25Tr	63.8	1194.27	1194.93	1195.29	1196.2	0.075716	4.99	12.79	25.22	2.24	0.51	1.02
33.66634	50Tr	76.8	1194.27	1194.99	1195.4	1196.44	0.076708	5.34	14.39	25.9	2.28	0.56	1.13
33.66634	100Tr	90.2	1194.27	1195.05	1195.51	1196.69	0.076581	5.67	15.92	26.09	2.32	0.61	1.24
33.66634	500Tr	120.7	1194.27	1195.17	1195.74	1197.22	0.076509	6.33	19.06	26.34	2.38	0.72	1.47
24.79597	10Tr	47.5	1193.54	1194.17	1194.47	1195.21	0.072352	4.52	10.51	23.13	2.14	0.45	0.93
24.79597	25Tr	63.8	1193.54	1194.27	1194.64	1195.55	0.070609	5.01	12.72	23.45	2.17	0.54	1.09
24.79597	50Tr	76.8	1193.54	1194.34	1194.76	1195.8	0.069701	5.35	14.34	23.68	2.2	0.61	1.22
24.79597	100Tr	90.2	1193.54	1194.4	1194.87	1196.04	0.06945	5.68	15.89	23.9	2.22	0.66	1.33
24.79597	500Tr	120.7	1193.54	1194.53	1195.12	1196.56	0.069176	6.31	19.12	24.34	2.27	0.79	1.57
14.74196	10Tr	47.5	1192.75	1193.56	1193.88	1194.59	0.053172	4.48	10.59	18.54	1.89	0.57	1.13
14.74196	25Tr	63.8	1192.75	1193.69	1194.07	1194.93	0.052416	4.93	12.93	19.36	1.93	0.67	1.32
14.74196	50Tr	76.8	1192.75	1193.78	1194.2	1195.17	0.052245	5.24	14.66	19.95	1.95	0.73	1.45
14.74196	100Tr	90.2	1192.75	1193.86	1194.33	1195.41	0.05239	5.53	16.32	20.52	1.98	0.8	1.58
14.74196	500Tr	120.7	1192.75	1194.02	1194.6	1195.92	0.053132	6.1	19.78	21.61	2.04	0.92	1.85

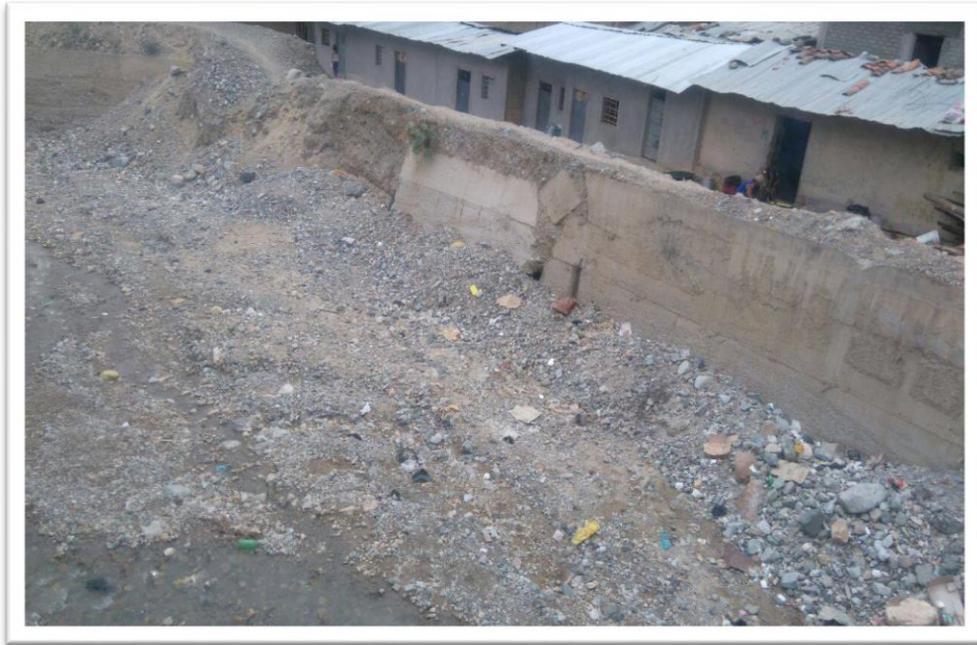
PANEL FOTOGRAFICO



Vista panorámica anexo Vijus



Viviendas y centro recreacional emplazadas a lo largo del margen del rio Tingo.



Muros de contención existente deficiente.



Viviendas existentes en el margen derecho e izquierdo del Rio Tingo



Viviendas existentes sin barreras de protección (muros de contención)

