



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**“Estudio de la Factibilidad para el Encausamiento con Enrocado para
proteger el puente ubicado sobre el Río Congo en el Recinto “La Carlota”
del Cantón Balzar”**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO EN OPCION PARA
OBTENER DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

MIGUEL LEONARDO PÁRRAGA MUÑOZ

GUAYAQUIL – ECUADOR

2015

DEDICATORIA

Dedico la realización de este proyecto de investigación a mis padres, hermanos. A cada uno por la dedicación, el apoyo, la inspiración que me han brindado y hecho sentir durante mis estudios, a mi esposa, hijo e hija, por estar a mi lado siempre. Y de manera tan especial a Dios, nuestro Padre.

Miguel Leonardo Párraga Muñoz.

AGRADECIMIENTO

Agradezco:

A mis padres y hermanos por el financiamiento de mis primeros estudios.

A mi tutor en tesis, ING. FAUSTO CABRERA MONTES por su tiempo dedicado durante todo el desarrollo de mi tesis.

Al Tribunal Examinador, que dedicaron un tiempo para la evaluación de este proyecto defendido.

A mis amigos Andrés Merizalde y Miguel Galarza.

Miguel Leonardo Párraga Muñoz.

CERTIFICACION DE AUDITORIA Y CESION DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Miguel Leonardo Párraga Muñoz declaro en juramento que, las investigaciones realizadas durante todo el proceso de elaboración me corresponden y está bajo mi responsabilidad las opiniones y criterios científicos que en el texto se encuentran.

Igual manera, cedo mis derechos de autor a la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, como se encuentra establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y Normativa Institucional vigente.

Miguel Leonardo Párraga Muñoz

C.I. 0921519492

CERTIFICACION DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

Certifico el Proyecto de Investigación “**Estudio de la Factibilidad para el Encausamiento con Enrocado para proteger el puente ubicado sobre el Río Congo en el Recinto “La Carlota” del Cantón Balzar**” ha sido desarrollado textualmente por Miguel Leonardo Párraga Muñoz bajo mi tutoría y que el mismo cumple los requisitos para lograr defender ante el tribunal examinador que será designado.

Ing. Fausto Cabrera Montes

RESUMEN

Hablando por lo general de los ríos, nos damos una idea exacta el cómo está formado, normalmente es una causa extremadamente problemática para una población radicada empíricamente a las riveras de un río. Es por eso necesario conocer el histórico comportamiento, precipitaciones y desarrollo de un río en los años pasados, para así deducir una factibilidad de protección contra los posibles desastres naturales que comúnmente se genera en tiempos invernales.

Una protección usando sistemas de enrocados dentro del área a proteger ya sea éste de un puente construido sobre cualquier río donde exista una población, es importante la necesidad de manejar datos hidrológicos e hidráulicos para proceder a un diseño de factibilidad de protección.

Por lo general en nuestras costas ecuatorianas se sufre de esos males naturales de la madre naturaleza para el ser humano que pretende entablar un estilo de vida valiéndose de las riquezas que brinda un río activo, como se da el caso del Rcto. La Carlota del Cantón Balzar, ya que este proyecto detallará la factibilidad del estudio, si se logra o no conseguir el encauzamiento del río con enrocado y la protección al puente construido sobre el mismo.

Con el buen deseo de conseguir el propósito deseado, el fin de éste estudio es conseguir y aplicar los parámetros necesarios en el diseño de obra hidráulicas.

Al final de la propuesta se muestran como las aplicaciones de la informática (programas de diseños hidráulicos) ayudan a dar los datos finales que influyen en el cauce del Río Congo, todo eso con datos tomados del sitio.

PALABRAS CLAVES: Enrocado, estilo de vida, precipitación, tic's.

ABSTRACT

Speaking generally of the rivers, we find an exact idea how it is formed, it is usually extremely problematic due to an empirically based on the banks of a river population. It is therefore necessary to know the historical behavior, rainfall and river development in recent years, and derive feasibility for protection against possible natural disasters that commonly generated in winter times.

A riprap protection using systems within the area to be protected be it a bridge over any river where there is a population, it is important the need to manage hydrologic and hydraulic data to undertake a feasibility design protection.

Usually in our Ecuadorian coast suffering from these ills of Mother Nature to humans that aims to initiate a lifestyle using the riches provided an active river, such as the Rcto. La Carlota Canton Balzar, as this project will detail the feasibility of the study, or if it cannot get protection with riprap. With great desire to achieve the desired purpose, the end of this study is to achieve and implement the necessary parameters in the design of hydraulic works.

At the end of the proposal are shown as computer applications (hydraulic design programs) help put the final details influencing the course of the Congo River, with all that data from the site.

KEYWORDS: Ripraping, lifestyle, rush, tic's.

INDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACION.....	1
DESCRIPCION GENERAL.....	1
ESTADO DEL ARTE DEL CONOCIMIENTO.....	3
JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION....	11
JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION.....	11
IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION.....	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
OBJETIVOS.....	15
IDEAS A DEFENDER.....	15
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....	16
PRODUCTOS OBTENIDOS.....	16
NOVEDADES Y APORTES TEORICOS Y PRACTICOS DE LA INVESTIGACION.....	17
CAPITULO I	18
1. EVALUACION DIAGNOSTICA.....	18
1.1. DESCRIPCION GENERAL.....	18
1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	19
1.3. SITUACION ACTUAL.....	20
1.3.1. TERRITORIAL.....	20
1.3.1.1. BIOTICO.....	20
1.3.1.1.1. FLORA.....	21
1.3.1.1.2. FAUNA.....	22
1.3.1.2. ABIOTICO.....	23
1.3.1.2.1. AIRE.....	23
1.3.1.2.2. AGUA.....	23
1.3.1.2.3. SUELO.....	23

1.3.1.2.4.	CLIMA.....	24
1.3.1.2.5.	RELIEVE.....	24
1.4.	SUELOS.....	24
1.5.	HIDROLOGIA.....	25
1.6.	HIDRAULICA.....	25
1.7.	INFRAESTRUCTURA SOCIAL – ECONOMICA – AMBIENTAL.....	26
1.7.1.	SOCIAL.....	26
1.7.2.	ECONOMICO.....	26
1.7.3.	AMBIENTAL.....	27
1.8.	CONCLUSIONES.....	27
CAPITULO II.....		28
2.	FUNDAMENTACION TEORICA.....	28
2.1.	DESCRIPCION GENERAL.....	28
2.2.	HIDROLOGIA E HIDRAULICA.....	31
2.2.1.	DESCRIPCION Y FACTIBILIDAD.....	31
2.2.2.	TALUDES DE FONDO.....	32
2.2.3.	TALUDES LATERALES.....	35
2.2.4.	SOCAVACION.....	36
2.2.5.	HIDROLOGIA.....	37
2.2.5.1.	IMPORTANCIA	37
2.2.5.2.	GEOMORFOLOGIA DE CUENCAS..	38
2.2.5.2.1.	DEFINICION.....	38
2.2.5.2.2.	DEMARCACION.....	38
2.2.5.2.3.	CARACTERISTICAS MORFOMETRICAS.....	39
2.2.5.2.3.1.	AREA.....	39
2.2.5.2.3.2.	PERIMETRO.....	39
2.2.5.2.3.3.	FORMA DE LA CUENCA.	39

2.2.5.2.3.4.	ELEVACION	
	MEDIA DE LA CUENCA.....	40
2.2.5.2.3.5.	PENDIENTE MEDIA....	40
2.2.5.2.3.6.	DESNIVEL ESPECÍFICO.	41
2.2.6.	PRECIPITACIONES MEDIAS.....	41
2.2.6.1.	METODO DE POLIGONOS DE THIESSEN	42
2.2.6.2.	METODO POR INTERPOLACION POR MEDIAS MOVILES	44
2.2.6.3.	METODO DE ISOYETAS	44
2.2.7.	INFILTRACION	46
2.2.7.1.	GENERALIDADES.....	46
2.2.7.2.	INFILTRACION.....	46
2.2.7.3.	DESCRIPCION DEL PROCESO DE INFILTRACION.....	47
2.2.7.4.	PERFIL DE HUMEDAD EN EL SUELO.....	48
2.2.7.5.	METODOS ESTIMACION DE INFILTRACION.....	49
2.2.7.5.1.	METODOS RELACION LLUVIA – ESCURRIMIENTO DIRECTO.....	49
2.2.7.5.2.	CAPACIDAD DE INFILTRACION MEDIA.....	50
2.2.7.5.3.	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO.....	52
2.2.7.6.	METODOS EMPIRICOS.....	52
2.2.7.6.1.	METODO DE KOSTIAKOV.....	52
2.2.7.6.2.	METODO DE HORTON (1940)....	53
2.2.7.6.3.	METODO DE GREEN Y AMPT (1911).....	53
2.2.7.6.4.	METODO DE PHILIP.....	54

2.2.7.6.5. METODO DE HOLTAN.....	55
2.2.7.6.6. CRITERIO DE LA CAPACIDAD DE INFILTRACION.....	55
2.2.7.6.7. CRITERIO DEL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO.....	56
2.2.7.6.8. CRITERIO DEL SERVICIO DE CONSERVACION DE SUELOS DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA (USSCS).....	57
2.2.7.6.9. METODO DE LOS NUMEROS DE ESCURRIMIENTO.....	58
2.2.7.6.10. METODO DEL SCS PARA ABSTRACCIONES.....	61
2.2.8. MODELOS DE GENERACION DE HIDROGRAMAS.....	65
2.2.8.1. METODO DE HIDROGRAMA UNITARIO.....	66
2.2.8.2. HIDROGRAMA DE SNYDER.....	70
2.2.8.3. HIDROGRAMA ADIMENSIONAL DEL SCS.....	70
2.2.8.4. HIDROGRAMA SINTETICO TRIANGULAR DEL SCS.....	71
2.2.8.5. HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR DEL MOPU.....	73
2.2.8.6. HIDROGRAMA UNITARIO GEOMORFOLOGICO DE DEPOSITOS..	74
2.2.8.7. METODO DE LAS ISOCORONAS..	74
2.2.9. HIETOGRAMAS SINTETICOS.....	77
2.2.9.1. CURVAS INTENSIDAD – DURACION FRECUENCIA.....	77
2.2.9.2. MAXIMA DURACION.....	78

2.2.9.3.	TRANSFORMACION LLUVIA DIARIA – LLUVIA EN 24 HORAS.....	79
2.2.9.4.	METODO DEL BLOQUE ALTERNO..	79
2.2.9.5.	METODO DISTRIBUIDO DEL COEFICIENTE DE TORMENTA.....	81
2.3.	ESTABILIDAD DE TALUDES.....	82
2.3.1.	TALUD.....	83
2.3.2.	PARTES GENERALES DE UN TALUD.....	84
2.3.3.	ALTURA.....	85
2.3.4.	PIE, PATA O BASE.....	85
2.3.5.	CABEZA CRESTA CIMA O ESCARPE.....	85
2.3.6.	ALTURA DEL NIVEL FREATICO.....	85
2.3.7.	PENDIENTE.....	85
2.3.8.	NOMENCLATURA DE UN DESLIZAMIENTO.....	86
2.3.8.1.	ESCARPE PRINCIPAL.....	86
2.3.8.2.	ESCARPE SECUNDARIO.....	86
2.3.8.3.	CABEZA.....	86
2.3.8.4.	CIMA.....	86
2.3.8.5.	CORONA.....	87
2.3.8.6.	SUPERFICIE DE FALLA.....	87
2.3.8.7.	PIE DE LA SUPERFICIE DE LA FALLA.....	87
2.3.8.8.	BASE.....	87
2.3.8.9.	PUNTA O UÑA.....	87
2.3.8.10.	COSTADO O FLANCO.....	87
2.3.8.11.	CUERPO PRINCIPAL DEL DESLIZAMIENTO.....	87
2.3.8.12.	SUPERFICIE ORIGINAL DEL TERRENO.....	87
2.3.8.13.	DERECHA E IZQUIERDA.....	88

2.3.8.14. CAIDO.....	88
2.3.8.15. INCLINACION O VOLTEO.....	90
2.3.8.16. REPTACION.....	90
2.3.8.17. DESLIZAMIENTO.....	91
2.3.8.18. DESLIZAMIENTO ROTACIONAL....	92
2.3.8.19. DESLIZAMIENTO DE TRASLACION.	92
2.3.8.20. ESPARCIMIENTO LATERAL.....	93
2.3.8.21. FLUJO.....	93
2.3.8.22. FLUJO DE RESIDUOS.....	93
2.3.8.23. FLUJO DE SUELO O TIERRA.....	94
2.3.8.24. FLUJOS DE LODO.....	95
2.3.9. FACTORES QUE AFECTAN EL COMPORTAMIENTO DE UN TALUD.....	95
2.3.9.1. LA LITOLOGIA O FORMACION GEOLOGICA.....	95
2.3.9.2. LA GEOMORFOLOGIA.....	95
2.3.9.3. LA TOPOGRAFIA.....	96
2.3.9.4. EL CLIMA Y LA HIDROLOGIA.....	96
2.3.9.5. LA HIDROGEOLOGIA.....	96
2.3.9.6. LA SISMICIDAD.....	97
2.3.9.7. LA VEGETACION.....	97
2.3.10. PARAMETROS GEOMETRICOS...	97
2.3.10.1. PENDIENTE.....	97
2.3.10.2. CURVATURA.....	98
2.3.10.3. CURVATURA TALUD.....	98
2.3.10.4. LARGO – ANCHO.....	98
2.3.10.5. AREAS DE INFILTRACION ARRIBA DEL TALUD.....	98
2.3.11. PARAMETROS GEOLOGICOS.....	98
2.3.12. PARAMETROS GEOTECNICOS.....	99
2.3.12.1. RESISTENCIA AL CORTANTE.....	99
2.3.12.2. PERMEABILIDAD.....	99

2.3.12.3. EXPANSIVIDAD.....	99
2.3.13. METODOS Y ESTRUCTURAS DE CONTENCION.....	99
2.3.13.1. INTRODUCCION.....	99
2.3.13.2. CONDICION DE TALUD ESTABLE..	100
2.3.13.3. CONDICION DE DESLIZAMIENTO...	100
2.3.14. TIPOS DE ESTRUCTURAS.....	101
2.3.14.1. MUROS MASIVOS RIGIDOS.....	101
2.3.14.2. MUROS FLEXIBLES.....	103
2.3.14.3. MUROS DE TIERRA ARMADA.....	104
2.3.14.4. ESTRUCTURAS ANCLADAS.....	106
2.3.14.5. ESTRUCTURAS ANCLADAS EN TIERRA.....	107
 CAPITULO III.....	 110
3. FORMULACION Y EVALUACION DE LA INVESTIGACION.....	110
3.1. DESCRIPCION GENERAL.....	110
3.2. ALCANCE DE LA INVESTIGACION.....	110
3.3. METODOLOGIA.....	111
3.3.1. NIVEL DE INVESTIGACION.....	111
3.3.2. TIPO DE INVESTIGACION.....	111
3.3.3. DISEÑO DE INVESTIGACION.....	112
3.3.4. POBLACION.....	113
3.3.5. UNIVERSO MUESTREAL.....	113
3.3.6. CALCULO DE TAMAÑO DE LA MUESTRA.	114
3.3.7. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.....	115
3.4. PRESENTACION Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	116
3.4.1. ESPIGONES.....	116
3.4.2. DIQUES.....	117

3.4.3.	ENROCADO.....	119
3.4.4.	SELECCIÓN DE ALTERNATIVA.....	119
3.5.	PLANIMETRIA, ALTIMETRIA, INCLUIDO	
	SECCIONES TRANSVERSALES.....	120
3.5.1.	DATOS GENERALES DEL PROYECTO...	120
3.5.2.	LIBRETA DE NIVELACION AGUAS ABAJO..	122
3.5.3.	SECCIONES TRANSVERSALES AGUAS	
	ABAJO.....	124
3.5.4.	LIBRETA DE NIVELACION AGUAS	
	ARRIBA.....	127
3.5.5.	SECCIONES TRANSVERSALES AGUAS	
	ARRIBA.....	129
3.5.6.	DATOS DE PLANIMETRIA DEL	
	PROYECTO.....	132
3.5.6.1.	TRAMO DEL PROYECTO.....	132
3.5.6.2.	PLANIMETRIA DEL CAUCE	
	PRINCIPAL.....	133
3.6.	DISEÑO HIDROLOGICO E HIDRAULICO..	140
3.6.1.	ZONIFICACION DE INTENSIDADES DE	
	PRECIPITACION.....	144
3.6.2.	ISOLINEAS.....	144
3.6.3.	AREA DE LA CUENCA.....	146
3.6.4.	NUMERO DE CURVA.....	147
3.6.5.	PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL.....	148
3.6.6.	TIEMPO DE CONCENTRACION.....	148
3.6.7.	HIETOGRAMA.....	150
3.6.8.	CALCULO DE CAUDAL DE DISEÑO	
	DE CUENCA EN HEC-HMS.....	155
3.6.8.1.	PARA UN PERIODO DE RETORNO	
	DE 10 AÑOS.....	155
3.7.	DIMENSIONAMIENTO DEL ENROCADO..	164
3.8.	FICHA AMBIENTAL.....	167

3.9.	PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA	182
3.9.1.	PRESUPUESTO.....	182
3.9.2.	ANALISIS DE PRECIO UNITARIO.....	183
3.9.3.	CRONOGRAMA.....	199
3.10.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..	200
3.10.1.	CONCLUSIONES.....	200
3.10.2.	RECOMENDACIONES.....	202
3.11.	BIBLIOGRAFIAS.....	203
	ANEXOS.....	205

MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACION

A. DESCRIPCION GENERAL

En épocas pasadas, los ríos eran los medios para el transporte que sustituían a las carreteras, y como complemento a eso se utilizaban puentes de estructura de madera y hormigón armado para la transportación masiva. La protección de ríos y puentes recibe muy poca atención de las autoridades. El proyecto contempla la realización de las labores requeridas para la protección adecuada a la zona en mención.

La calidad de las aguas de los ríos debería ser monitoreada mensualmente, y las estructuras de los viaductos ser revisadas trimestralmente, en razón de que puede haber corrosión en sus bases y pérdida de la resistencia de sus estructuras, provocando graves anomalías. Las poblaciones ribereñas desconocen el grave daño que ocasionan a las fuentes hídricas superficiales cuando les lanzan todo tipo de desechos que alteran su calidad, siendo un riesgo utilizar esas aguas para la salud y el medioambiente.

PREVIA HISTORIA RELACIONADO AL PUENTE SOBRE RIO CONGO.

Existen estudios relacionados con la construcción y *protección* de puentes sobre Ríos aledaños, uno de ello es la protección del puente que se encuentra en san Honorato sobre el Río Macul del Cantón El Empalme. Principalmente el concejo cantonal de Balzar en la administración del señor Carlos Aguayo Delgado solicitó a los ingenieros del departamento de Obras Públicas la realización de los estudios previos que posibilitó la construcción y protección del puente, pero por falta de recursos, la obra no se ejecutó.

Por tal motivo, los moradores tuvieron que recurrir al Consejo Cantonal de El Empalme para solicitar la construcción de esa importante obra, manifestando que sea una reciprocidad, puesto que la mayor parte de los

productos que se dan en la zona norte del cantón Balzar, beneficiarían a la economía del cantón El Empalme. El Consejo cantonal encabezado en ese entonces por el Dr. Zenón Chica Basurto en unidad con los señores concejales aprobaron en reunión de consejo, construir el puente no estaba dentro de la jurisdicción del Cantón El Empalme, pero que está dentro del territorio Ecuatoriano, e inmediatamente recurrió al personal del departamento de Obras Públicas realice los estudios respectivos para que se construya el puente.

Al inicio del verano de 1996 la Ingeniera Carmen Chica, reunió a los moradores para proponerles un convenio bipartito: comunidad – Municipalidad de El Empalme. Los lugareños aceptaron, y se procedió inmediatamente a la programación a la referida obra. Aproximadamente el Municipio de El Empalme invirtió 70 millones de sucres y la comunidad con aproximadamente 60 millones, considerando la mano de obra no calificada, materiales perecibles, costo de combustibles para las volquetas, alimentación, estadía y otros.

En el mes de noviembre del año 1996 la comunidad del Congo de la Carlota y moradores de comunidades vecinas recibieron con agrado la entrega del puente, que les beneficia hasta este entonces para sus traslados a diferentes lugares en cualquier época del año. Desde la construcción del puente, los gobiernos y municipios regionales, no han considerado realizar un medio de protección.

En los diferentes cantones de la Provincia del Guayas, una de las principales necesidades de la comunidad es la de contar con un sistema de protección frente a los efectos de las inundaciones que se dan como consecuencia de la temporada invernal, a través de la construcción de enrocados.

Interesa un diagnóstico bajo las condiciones actuales de operación como un pronóstico para la situación futura, con el deterioro de las bases, especialmente la que está ubicada en el cauce del río, ya que es la principal afectada por la corriente del agua. Las subidas de agua en la

temporada de invierno afecta la infraestructura del mismo, aún más cuando se presenta el fenómeno del niño, quedando bajo agua gran parte de su cimentación, lo que preocupa y destruye a largo plazo el tiempo de vida útil del mismo. Lo ideal es darle la protección necesaria para su preservación.

El estudio que conforma la presente tesis, hace parte de un proyecto que se viene desarrollando de acuerdo a la línea de análisis recién esbozada, a través de la implementación de modelos numéricos que simulan los procesos descritos. Luego se explotan para producir resultados que contribuyan a la dignosis y la pronogsis de los fenómenos involucrados. El objetivo final del proyecto es procesar los resultados estudiados de modo que, se pueda generar información que resulta de utilidad el tomado de decisiones estratégicas.

El alcance de la presente tesis limita al estudio del deterioro del puente, utilizando como herramienta los modelos numéricos que se consideran actos para la solución del problema en el caso del encauzamiento del río.

El Recinto La Carlota, para el tránsito vehicular, utiliza un puente construido sobre el Río Congo que tiene un ingreso forzado y la estructura existente como tal no es apta para el tipo de vehículos que circulan por el sitio. Este puente presenta potencial riesgo de fallar por socavación generada, lo que constituye un peligro continuo para los usuarios que hacen uso de esta obra de ingeniería.

B. ESTADO DEL ARTE DEL CONOCIMIENTO

Según KRAKULL “El deterioro de nuestros puentes es debido, principalmente, a factores como: edad, diseño, defectos de construcción, incremento de cargas, medio ambiente adverso y a un mantenimiento inadecuado y diferido.

Sin duda que la capacidad para establecer objetivamente las prioridades y de formular estrategias adecuadas para atenderlas, depende de que se

logren programas más eficaces que permitan, en primer término, preservar la inversión en las estructuras existentes y proporcionar niveles continuos y adecuados de seguridad y comodidad a los usuarios.

Finalmente, conviene señalar que para que los programas implementados para la conservación de puentes funcionen, deben cumplir mínimamente los siguientes puntos:

- 1.- Uniformizar los criterios de inspección de todas las Residencias generales de Conservación de Puentes.
- 2.- Actualizar sistemáticamente la base de datos del estado de los puentes y carreteras, por lo menos una vez al año.
- 3.- Contar con los recursos necesarios para mantener el sistema en operación, sobre todo recursos financieros, mayor apoyo en los presupuestos para conservación de puentes.
- 4.- Corregir errores y detalles de diseño, conforme se vaya adquiriendo experiencia, en el campo de fallas de puentes y carreteras, incluyendo el ajuste a las normas de diseño existentes.
- 5.- Una buena planeación de los programas de conservación de puentes.

Cuando se construye una gran presa, la reducción de la velocidad en el cauce dentro del embalse hace que disminuya la capacidad de arrastre de la corriente en forma casi total, lo que ocasiona la sedimentación de la mayor parte del material en suspensión que está dentro de la masa líquida del río.

Aguas abajo de la cortina, al volver el agua a su cauce tiene una cierta capacidad de transporte; aunque si se considera el escurrimiento medio anual después de construida la presa, la corriente tal vez podrá tener una capacidad diferente y posiblemente menor de la que tenía cuando la presa aún no se construía.

Si el agua al volver al río está desprovista totalmente de sedimentos, se tendrá un arrastre de sólidos igual a cero en la primera sección, el cual aumentará de valor a medida que se avance hacia aguas abajo. Después de recorrer una cierta distancia, la corriente podrá nuevamente arrastrar

una cantidad constante de material. Esta distancia es variable y aumenta con el tiempo.

Como el material que la corriente llega a transportar es tomado de las secciones de aguas arriba, en las cuales no hay reemplazo de ese material movido, se producirá una erosión. El arrastre de sedimentos es mayor en el fondo que en las orillas, lo cual provoca un descenso del valor de la pendiente general del cauce y, teóricamente, se tendrá una disminución constante, hasta que la corriente no sea ya capaz de arrastrar al material del fondo. Al producirse el fenómeno de erosión las partículas más finas son arrastradas primero, por lo que si el material del fondo es graduado, se efectuará una selección y el material del fondo será más grueso.

Cuando un puente va a ser proyectado aguas debajo de un embalse, se tiene que considerar el descenso que sufrirá el fondo del cauce. Con ayuda de lo expuesto se puede calcular el tiempo que es necesario para que el fondo descienda determinados valores. De ser posible el puente debe apoyarse en roca, pero de no lograrse, hay que profundizar un poco más la cimentación, para tomar en cuenta el descenso del fondo que puede presentarse en la vida útil del puente.

(Socavación en cauces naturales J.A. Maza A. - Profesor Investigador, UNAM)

Bajo el término recursos hídricos, en forma general se definen a las reservas de agua dulce que son:

- Superficiales (fluviales o de ríos, lacustres o de lagos, pantanosas, glaciares, etc.)
- Subterráneas.

Las aguas que fluyen superficialmente en un territorio se cuantifican a través del caudal medio anual de todos los ríos, generalmente expresados en metros cúbicos por segundo (m³/s). Esta medida es más conveniente, porque en ella se incluyen las aguas subterráneas, por cuanto un río

conduce no solo la escorrentía superficial que se forma durante una lluvia, sino también las aguas subterráneas que afloran en su cauce.

En el período de ausencia de lluvias, llamado período de estiaje, cuando no hay escorrentía superficial, los ríos se alimentan solamente de las aguas subterráneas. Generalmente, las aguas subterráneas y superficiales en una cuenca hídrica, son parte de un mismo sistema hídrico.

Las aguas subterráneas constituyen un recurso significativo en nuestro país, tanto por su cantidad como por su calidad. Se contaminan menos, mantienen una temperatura constante y, lo más importante, se encuentran distribuidas por todo lado.

El caudal medio en nuestro País es de 432 kilómetros cúbicos por año, lo que permitiría disponer potencialmente de 40.000 metros cúbicos por año por persona, valor superior a la media mundial... Sin embargo, en muchas zonas del País existe escasez de agua para consumo humano y para riego. Esto se debe a la irregular distribución de los recursos hídricos a lo largo del territorio y a la carencia de políticas adecuadas para el aprovechamiento y conservación de las cuencas hidrográficas.

Las aguas superficiales del Ecuador drenan o, lo que es lo mismo, se dirigen hacia dos vertientes en las cuales descargan su caudal: al Océano Pacífico en el Occidente, y por otro lado, al Oriente, en el río Amazonas que conduce la descarga hacia el Océano Atlántico.

Los recursos hídricos están distribuidos en sistemas hidrográficos, los mismos que están integrados por cuencas, subcuencas y microcuencas hidrográficas.

Los lugares altos, en los que nacen las vertientes de agua, son conocidos como la cuenca alta, la misma que puede estar conformada por una o varias micro-cuencas.

*(El Deterioro de los Recursos Hídricos en el Ecuador". Giusepina Da Ros.
En "Geografía Aplicada y Desarrollo". Número 33. CEPEIGE, Quito.
1996.)*

Hablando de la parte geológica, los suelos tienen su origen en los macizos rocosos preexistentes que constituyen la roca madre, sometida a la acción ambiental disgregadora de la erosión en sus tres facetas:

- **Física**, debida a cambios térmicos (lo que origina dilataciones diferenciales entre los diferentes minerales y da lugar a acciones y fisuras internas) y a la acción del agua (arrastres de fragmentos ya erosionados; posible acción directa por congelación, que produce tensiones internas por el aumento de volumen del hielo respecto al agua; acción alternante de humedad – sequedad a lo largo del tiempo, etc.). Estas acciones físicas tienden a romper la roca inicial y a dividirla en fragmentos de tamaño cada vez más pequeños, que pueden ser separados por de la roca por agentes activos (agua, viento, gravedad) y llevados a otros puntos en los que continúa la acción erosiva. Es decir, tienden a crear las partículas que van a formar el suelo.
- **Química**, originada por fenómenos de hidratación (por ejemplo, paso de anhidrita o sulfato semihidratado a yeso o sulfato dihidratado), disolución (de sales, como los sulfatos en el agua), oxidación (de minerales de hierro por efecto ambiental), cementación (por agua conteniendo carbonatos previamente disueltos a partir de otra roca) etc. Esta acción por lo tanto, tiende tanto a disgregar como a cementar, lo que quiere decir que puede ayudar a la acción física y, posteriormente, cementar los productos formados, dando unión química a las partículas pequeñas, tamaño suelo, que se forman, aunque la mayor parte de las veces contribuyen más a destruir y transformar que a unir.
- **Biológicas**, producida por actividad bacteriana, induciendo putrefacciones de materiales orgánicos y mezclando el producto

con otras partículas de origen físico-químico, actuando de elemento catalizador, etc.

Todo ello da lugar a fenómenos de disgregación (alteración o meteorización) y transformación de la roca, creándose el **perfil de meteorización**. En este perfil la roca madre ocupa la parte más baja y alejada de la superficie, y el suelo la más alta. Cuando el suelo permanece *in situ* sin ser transportado, se le conoce como **suelo residual**, y cuando ha sufrido transporte, formando depósitos coluviales, aluviales, etc., se denomina **suelo transportado**.

(Ingeniería Geológica, (Pearson – Prentice Hall) Luis I. González de Vallejo)

Un río es un sistema dinámico, en el que se producen cambios o modificaciones a largo o mediano plazo como consecuencia de las acciones exteriores. Los cambios se producen debido a que el cauce de los ríos está expuesto a variaciones continuas debido al proceso de erosión y/o sedimentación.

Cuando no existe equilibrio entre el caudal sólido y el caudal líquido que transporta se producen modificaciones en el contorno, por ejemplo:

- la construcción de una presa aguas arriba hace que aguas abajo se incremente el poder erosivo del río.
- La deformación de cuencas, incrementa el caudal sólido, tendiendo a sedimentar el cauce aguas abajo.
- En época de avenidas se pueden producir inundaciones destruyendo el cauce, puentes, carreteras, pérdidas de vidas humanas y viviendas.

Para evitar los daños que se producen en épocas de avenidas, se protegen las riberas. Esta protección se puede dar mediante: Gaviones, diques, espigones y enrocados.

Esta separata va a tratar acerca del diseño de enrocados como sistema de protección de riberas, mediante un método de cálculo rápido y seguro.

Con este propósito se va a analizar:

- el tipo de roca que se va a utilizar mediante un estudio de las Propiedades de los Sedimentos.
- Las condiciones críticas de movimiento de la roca en una corriente de agua.
- Los factores de seguridad para la estabilidad de las rocas.
- La relación entre los factores de seguridad. El diámetro de las rocas, talud y velocidad de flujo.

PROPIEDADES DE LOS SEDIMENTOS

Para fines prácticos de protección de riberas se consideran dos tipos de partículas sólidas:

Material no Cohesivo: Son partículas sin acción recíproca, para su transporte sólo ofrecen resistencia debido a su forma y peso propio, tal es el caso de las arenas, gravas y rocas.

Material cohesivo: Son partículas con acción recíproca, las fuerzas de inercia de las partículas son pequeñas comparadas con las fuerzas electrostática o electroquímica. Son partículas muy finas, poseen una fuerza de cohesión que las mantiene unidas, tal es el caso de las arcillas, limos y lodos finos.

CLASIFICACIÓN

La Unión Geofísica Americana (American Geophysical Union) ha clasificado los sedimentos según su diámetro. Los cantos rodados, guijarros y gravas se pueden medir directamente, las gravas y arenas se tamizan y luego se clasifican, las arenas finas, limos y arcillas se miden por sedimentación.

Los cantos rodados, bolones y guijarros son elementos estables, que pueden emplearse para enrocados, terraplenes y mejoran la estabilidad de las cimentaciones, cuando más angulosas sean.

Las Gravas (G) son fáciles de compactar y la humedad no las afecta significativamente, son estables frente a las corrientes y más resistentes que las arenas a la erosión y tubificación.

Las Arenas (S) bien graduadas son más estables y menos permeables que el mal graduado, las gravas y arenas son igualmente fáciles de compactar.

Los Limos (M) son partículas que pasan el tamiz N° 200, con diámetro < 0.062 mm, es inestable, cuando está saturado tiende a fluir, es relativamente impermeable, difícil de compactar, poco resistente a la erosión y tubificación, al secarse al aire tienen escasa resistencia.

Las Arcilla (C) tienen como características principal su fuerza de cohesión la cual aumenta al disminuir la humedad, tiene permeabilidad muy baja y cuando está húmeda es difícil de compactar, sin embargo cuando se le compacta adecuadamente es resistente a la erosión y tubificación.

*(Universidad Nacional Del Santa Escuela De Ingeniería Civil - Msc. Ing.
Hugo Amado Rojas Rubio Docente Asociado UNS)*

Las margenes de los ríos, mayormente están constituidos por arena y limo, siendo necesario por esa razón en épocas de grandes avenidas en que se incrementa considerablemente la fuerza de arrastre de la corriente, mantener alejada el agua de aquellas áreas suceptibles de erosionarse, tal como sucede con las orillas cóncavas.

Para ello se utilizan los enrocados de recubrimiento cuya estabilidad está basada en la determinación analítica de los esfuerzos cortantes creados por el flujo y de su capacidad de recubrimiento para soportar estas fuerzas.

C. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION

C.1. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

A la población existente en el Rcto. La Carlota, actualmente se encuentran en un estado de angustia al observar año a año, como el río Congo en temporada invernal produce daño directamente al puente contruido sobre ese río, por lo tanto valiendose de ello, es indispensable generar un estudio de factibilidad de protección con enrocado para evitar que el tiempo de vida útil del puente disminuya.

El estudio que conforma la presente tesis, hace parte a un proyecto que se desarrolla de acuerdo a la línea de análisis recién esbozada, a través de la implementación de modelos numéricos que simulan los procesos descritos, este se explotan para producir resultados que contribuyan a la prognosis de los fenómenos involucrados. El objetivo final del proyecto es procesar los resultados estudiados de modo que, se pueda generar información que resulta de utilidad el tomado de decisiones estratégicas.

El beneficio será para los moradores del sector La Carlota ya que sentirán la seguridad de hacer uso de este puente durante cualquier temporada climática.

El Recinto La Carlota, para el tránsito vehicular, utiliza un puente construido sobre el Río Congo que tiene un ingreso común de lastre y la estructura existente como tal, tiende a ser deteriorada ante el tipo de vehículos que circulan por el sitio.

Esta importante obra como estudio de factibilidad, beneficia a diferentes comunidades del cantón Balzar como también del cantón El Empalme. A partir de aquel entonces ha beneficiado a los agricultores de los diferentes sectores dándole la oportunidad de trasladar sus cosechas a los centros de acopio Guayaquil, Balzar, El Empalme y otros lugares.

Las épocas (invierno) aumenta el caudal de ríos y en ciertos lugares golpea con ímpetu sobre los sectores bajos, uno de esto es el puente, tanto así que se futuriza que si ese fenómeno continua, puede ser posible el fallo general del puente, dejando des comunicada a la toda la comunidad.

La documentación generada y la implementación de modelos numéricos han sido producto de la recopilación de información dentro de la población (encuestas), ya que las respuestas que brindan las personas del sector son las principales necesidades que ayudan a realizar cualquier análisis técnico del encauzamiento del rio para protección del puente que está sobre la cuenca del río.

El alcance de la tesis se basa en el estudio de la factibilidad del encauzamiento del río, junto a las márgenes del puente, con el fin de brindar seguridad en su uso y protección, utilizando como herramienta los modelos numéricos que se consideran actos para la solución del problema.

La investigación planteada maneja al máximo aprovechamientos del desarrollo y construcción de la protección del puente con el uso de enrocado con el objetivo de proteger los estribos y pilas del puente existente, lo cual generará una gran factibilidad para la población y vecinos que dan uso del puente ha estudiado y así manejar un medio ambiente.

Con este proyecto se va cumplir lo demandado en la constitución con respecto a la política del buen vivir de los beneficiarios porque estamos ayudando a mejorar su calidad de vida con proyectos que brindan seguridad, los mismos que están diseñados para ser llevados a cabo con la aplicación de una metodología idónea al caso propuesto que es el estudio de factibilidad para protección.

C.2. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION

C.2.1. RELEVANCIA

Con la realización de éste proyecto, se va a cumplir con lo demandado en la Constitución relacionado a la política del buen vivir de los pobladores (beneficiarios).

C.2.2. OBJETIVIDAD

El puente en la actualidad está totalmente desprotegido en su parte inferior (en proceso de socavación), lo que indica que en este tema solo trataré sobre el encausamiento con enrocado sirviendo este como protección para la cimentación del dicho puente, la parte física con su infraestructura será tratada muy independientemente al tema propuesto.

C.2.3. SUBJETIVIDAD

Se mantiene tensión e inseguridad en la comunidad, aún más en los tiempos de invierno, ya que ellos hicieron parte económica en su construcción, lo cual no es factible para ellos que el puente fracase en cualquier momento.

C.2.4. FACTIBILIDAD

El proyecto se realizará en una población instalada de forma empírica, en el que éste proyecto dará una satisfacción constante a uso de todos los pobladores.

D. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

D.1. CONTEXTO

El proyecto se ubica de norte a sur, atravesando varias poblaciones, como es el caso de la cabecera Cantonal de El Empalme. Atraviesa el territorio norte del Cantón Balzar y desemboca a la altura del Recinto “La Karen” en el Río Daule.

D.2. PROBLEMA SOCIAL

Los habitantes de estas comunidades y demás zonas de influencia suman un total aproximado de 1.000 personas pertenecientes al cantón Balzar, quienes se beneficiarían con la implementación de este proyecto. Los miembros de esta comunidad se dedican a actividades agrícolas principalmente relacionadas con la producción de arroz, maíz, teca y otros cultivos de ciclo corto. Además a la cría de ganado vacuno, porcino y aves de corral.

En lo que tiene que ver con los servicios básicos, los habitantes de este sector cuentan con energía eléctrica y en la mayoría de los casos la disposición de aguas servidas se da a través de letrinas y pozos sépticos. Los servicios educativos en esta zona se dan a nivel de primaria y secundaria en la cabecera cantonal (Ministerio de Educación - 2010). No existen proveedores estatales de servicios de salud en el sector (según Directorio de establecimientos por tipo, dotación normal de camas, áreas y ubicación geográfica, según instituciones provincia del Guayas – año 2010, Dirección Provincial de Salud del Guayas).

Las vías de acceso al sitio de implementación del proyecto son de tipo lastradas.

D.3. PLANTEAMIENTO

Obtener si es factible o no la aplicación de enrocado para el encauzamiento del río Congo, con el fin de dar protección al puente actualmente existente que es parte del estilo de vida de los pobladores del Recinto La Carlota.

E. CAMPO DE ACCION

Como la Ingeniería Hidrológica, Hidráulica, Ambiental y Geotécnica pueden brindar solución a esta problemática que es la falta del encauzamiento del río con el fin de proteger al puente.

F. OBJETIVOS

F.1. OBJETIVO GENERAL

Impedir el desbordamiento del río en este sector del margen izquierdo que afecta con gran ímpetu a las zonas aledañas.

F.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Analizar los problemas que aquejan a los moradores del recinto La Carlota.

Obtener datos topográficos, hidrológicos e hidráulicos del área de estudio.

Plantear las opciones de diseño más factibles que puedan proteger al puente.

Brindar seguridad a los moradores del recinto.

Mejorar la calidad de vida de los moradores.

G. IDEAS A DEFENDER

G.1. IDEA GENERAL

Estudiar la factibilidad del uso de enrocado para una protección directamente al puente del ímpetu al Río para en buen vivir de las comunidades de todo el sector.

G.2. IDEAS PARTICULARES

- Aportará a mejorar la calidad de vida de las aproximadamente 1.000 personas de la zona de influencia del proyecto
- Permitirá aumentar el tiempo de vida útil frente a los efectos de la temporada invernal.
- Los beneficios serán igualitarios para habitantes hombres y mujeres.

H. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION

Para el control de la calidad de la construcción de enrocado, manejaré el método científico considerando el cumplimiento de todas las especificaciones del proyecto en cuanto a características o normas (ACI, ASTM, MANUAL DE DISEÑO DE PUENTES)

En el país hay pocos programas establecidos para la conservación de puentes, por lo general cada dependencia que tiene bajo su responsabilidad el cuidado de cierto número de puentes, tiene un programa que aplica de una forma no muy ambiciosa y mucho menos exitosa.

I. PRODUCTOS OBTENIDOS

Al cumplir con las tareas impartidas por la investigación, se usará de acuerdo a las características que se irán mostrando en los métodos empíricos, teóricos y métodos matemáticos-estadísticos adecuados.

Se ejecutará tareas que sean necesarias para conseguir respuestas basadas a las preguntas científicas que asomarán y cumplir con los objetivos propuestos.

J. NOVEDADES Y APORTES TEORICOS - PRACTICOS DE LA INVESTIGACION

J.1. APORTE TEORICO

Se ha de presentar, planos, las topografías de la cuenca del río Congo, los cálculos adecuados que se han dado en el desarrollo del estudio y datos que sean necesarios para la viabilidad del proyecto y que servirá para guiar a quienes deseen conocer algo más sobre el tema. Pero principalmente los datos de precipitaciones y curvas IDF del área de estudio.

J.2. APORTE PRÁCTICO

Se ha de incluir métodos actuales o tendencias relevantes de trabajo tales como las TIC'S con el fin de mejorar el estilo de vida para las personas que vivirán el beneficio final del estudio.

J.3. NOVEDAD CIENTIFICA

Se dará uso de software con accesos libre en la web, avalados y aprobados por universidades dedicadas a los estudios similares a este proyecto. Esto ayudará a emplear el conocimiento entre otros sitios ya estudiados y a comparar dicho estudio.

CAPITULO I

1. EVALUACION DIAGNOSTICA

1.1. DESCRIPCION GENERAL

El estudio de la factibilidad del encauzamiento con enrocado va enlazado también con el objetivo de proteger contra el golpe del agua que se produce en la pila central y en los muros de alas del puente que se encuentra actualmente funcional ante la demanda de la población.

Como descripción general tenemos que el puente es de hormigón armado, tiene una longitud de 44 m, un ancho de 5 m con barandas metálicas en la parte superior, 10 m de altura. La sección de los pilares es de 0.80 m cuadrados (seis pilas en total, dos de ellos en centro del puente – pilas centrales). Para la construcción del puente se utilizó material pétreo traído desde el río San Pablo del cantón Quevedo provincia de Los Ríos; los materiales perecibles como: tablas para encofrado, caña guadua y otros fueron proporcionados por los moradores del sector; el cemento y el acero fueron donados por la Municipalidad del Cantón El Empalme, como también la Dirección técnica y mano de obra calificada fueron solventados económicamente por el Municipio de El Empalme.

En el cantón Balzar provincia del Guayas se ve la necesidad de brindar técnicamente mantenimiento a los puentes, ya que más del 50% de los mismos han sido construidos hace mucho tiempo y su deterioro es notable, la mayor parte de los puentes son construidos en hormigón es decir losa sobre vigas, también existen puentes colgantes, y necesitan de un mantenimiento adecuado ya que de otra manera solo se vería el colapso de los mismo.

El municipio de cantón Balzar junto con el Ministerio de Transporte y Obras Públicas está de acuerdo en brindar el debido mantenimiento a los puentes ya que esto ayudaría al desarrollo del Cantón y la Provincia. De otra manera los costos en la elaboración de nuevos puentes serían altos y tanto el turismo como el comercio se verían afectados.

La calidad implica el estricto cumplimiento de las acciones bajo los parámetros clásicos de control de obras que todos conocemos: tiempo-costo-calidad, enmarcados dentro del rubro de seguridad.

El concepto anterior no debe limitarse, por lo generalizado de asociar la calidad con laboratorios, únicamente al cumplimiento de normas y especificaciones, sino en su más amplia acepción del concepto para el cumplimiento del contrato, dentro de lo siguiente:

- 1.- Tiempo. Suministro total de recursos oportunamente, cumplimiento de plazos, verificación de rendimientos, uso de programas de ruta crítica, etc.
- 2.- Costo. Análisis del mercado local, condiciones impositivas, entorno económico, vigilancia de la aplicación de los procedimientos de construcción, verificando rendimientos y costo en general de la obra. Cumplimiento del proyecto (materiales, líneas, etc.) vigilando oportunamente que dichos proyectos contemplen el volumen total de la obra, y por último, la aplicación de los precios unitarios pactados.
- 3.- Calidad. Cumplimiento de todas las especificaciones del proyecto en cuanto a características o normas (ACI, ASTM, NOM. etc.) haciendo uso, para el control de las mismas, de todas las pruebas establecidas.

1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO

La investigación se ha de realizar en las márgenes del RÍO CONGO. El área de estudio está caracterizada por un clima del tipo monzónico, con dos épocas bien marcadas: una época lluviosa que se extiende de

diciembre a mayo y una época seca junio-noviembre. Esto se produce como resultado de la interacción de factores astronómicos y geográficos.

La cota promedio es 50.616 en la superficie del puente (losa de rodamiento) según las coordenadas obtenidas. Para la ubicación del proyecto, se utilizó un GPS Navegador modelo: Mobile-mapper 10 de Ashtech; PN: 802140 A Sistema GWS 84 – Coordenadas UTM.

	NORTE	ESTE
Aguas arriba	9871545.77	637818.97
Eje	9871471.28	637752.73
Aguas abajo	9871385.79	637711.57

Tabla 1. Ubicación del Proyecto

1.3. SITUACION ACTUAL

La socavación que se produce en las pilas centrales del puente es producto del flujo del agua que permanece constante ya sea esta en temporadas de invierno y verano. En épocas invernales, el caudal del Río Congo aumenta de forma constante produciendo el fenómeno que agrede directamente al puente, por eso es necesario el estudio de factibilidad del diseño de un enrocado donde se demuestre la importancia y necesidad de protección de la infraestructura existente (puente) que forma parte del vivir diario de muchos pobladores que dan uso de distantas formas (medio de transporte) y para su desarrollo.

1.3.1. TERRITORIAL

1.3.1.1. BIOTICO

Los miembros de esta comunidad se dedican a actividades agrícolas generando así un gran uso, interactuando la flora y fauna. En la zona se tienen bien identificados los seres vivos que forman parte del medio en que se encuentran.

1.3.1.1.1. FLORA

En la zona de dicho estudio se tiene como flora un sin número de árboles y plantaciones del sitio, por lo general la población se dedica al cultivo de granos de consumo humano (maíz, arroz, frejoles, entre otros) y a la tala de árboles que sirven como medio de sustento económico dentro del entorno que se encuentran, es el caso de la madera “teca”, muy usada por maestros carpinteros dedicados al medio artesanal donde se muestran las bondades que brinda la línea de la madera dentro del círculo social.

En la tabla siguiente se nombrará algunas especies de flora del sector a estudiar:

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Plátano	Musa paradisiaca
Sandía	Citrulluslanatus
Pepino	Cucumissativus
Melón	Cucumismelo
Zapallo	Cucurbitamaxima
Zapote	Quararibea cordata
Mango	Mangifera indica
Guanábana	Annonamuricata
Maracuyá	Passifloraedulis
Papaya	Carica papaya
Limón	Citrus limón

Naranja	Citrus aurantium
Toronja	Citrus paradisi
Arroz	Oryza sativa
Maíz	Zea mays
Tomate	Jitomate
Caña	Arundodonax
Cacao	Theobroma cacao L
Yuca	Guadua glomerata
Piña	Ananassativus
Café	Coffeearabica

Tabla 2: Especies vegetales

1.3.1.1.2. FAUNA

Se encuentra una gran variedad de especies de corral según lo observado durante las visitas realizadas en el sector, igual manera la comunidad se dedica a la cría de ganado vacuno, porcino, distintas aves, entre otros. Dentro de la zona también se encuentran especies silvestres no domesticadas.

Se simplifica a mencionar especies de animales como:

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Vaca	Bos primigenius Taurus
Cerdo	Sus scrofadomestic
Chivo	Cabra

Pavo	Pavo cristatus
Gallina	Gallusgallusdomesticus
Patillo	Palacrocorax brasilianus
Pato	Anátidas
Caballo	Equus ferus caballus

Tabla 3: Especies animales

1.3.1.2. ABIOTICO

En la zona del proyecto existen factores que determinan el tipo de flora y fauna tales como: aire, agua, suelo, clima y relieve.

1.3.1.2.1. AIRE

Este proyecto, ya que se encuentra alejada de grandes poblaciones, se involucra al cuidado de este medio, procurando de la mejor manera evitar el deterioro de este recurso natural de alta pureza producto de la gran arborización que se encuentran dentro de esta área recinto La Carlota, tanto así que se genera un aire limpio, puro para los lugareños de la zona.

1.3.1.2.2. AGUA

Las aguas del río Congo son utilizadas por los campesinos para sus sistemas de riego en épocas de verano, igual manera hay personas que se dedican a la pesca utilizando trasmallo, ya que el río presta de una variedad de peces comestibles.

1.3.1.2.3. SUELO

Por lo general el suelo está caracterizado como arenoso-arcilloso y a su vez se encuentra un material orgánico vegetal. Como ventaja para la pequeña población del recinto, estos suelos ayudan al desempeño agrícola de la zona por su gran composición de principales minerales que necesitan las plantaciones que son sembradas a orillas del Río Congo. Junto a la margen del río con un rango de 100 m aguas arriba y aguas abajo se encuentra de manera escasa la presencia de canto rodado con variación en su diámetro +/- 0.10 m lo cual las personas dan uso para su bien común de este recurso que brinda de forma natural dicho río.

1.3.1.2.4. CLIMA

El área de estudio está caracterizada por un clima del tipo monzónico, con dos épocas bien marcadas: una época lluviosa que se extiende de diciembre a mayo y una época seca junio-noviembre. Esto se produce como resultado de la interacción de factores astronómicos y geográficos, tales como la posición del sol sobre el cenit que genera la presencia de la Zona de Convergencia Inter-Tropical (ITCZ), la misma que al desplazarse hacia el sur, produce el desplazamiento de los vientos Alisios hacia ese Hemisferio.

1.3.1.2.5. RELIEVE

Haciéndose firme al rango para el estudio de la factibilidad del encausamiento con enrocado con el fin de proteger el puente contruido sobre el Río Congo, el sector es relativamente bajo pues sus cotas van desde 40 msnm hasta los 50 msnm manejándose una pendiente elevada transversalmente al sentido del flujo del agua.

1.4. SUELOS

Por lo general y es común encontrar un suelo tipo arcilloso oscurecido, producto de las descomposiciones naturales orgánicas que maneja la naturaleza madre a lo largo de dicho río.

Si nos fijamos en las riberas, encontramos un suelo con aspecto arcilloso y en ciertos casos muy puntuales, arcilla arenosa, es lo que se pudo recuperar con las pruebas de campo en forma manual dentro del área.

Si nos fijamos en el camino vecinal, vamos a encontrar grava colocada conformada con material préstamo importado, construido por la entidad municipal encargada el mantenimiento y desarrollo de la población.

1.5. HIDROLOGIA

Su recorrido es de norte a sur, atravesando varias poblaciones como es el caso de la cabecera Cantonal de El Empalme, luego atraviesa el territorio norte del Cantón Balzar y desemboca a la altura del Recinto “La Karen” en el Río Daule.

Las aguas del río Congo son utilizadas por los campesinos para sus sistemas de riego en épocas de verano, de igual manera hay personas que se dedican a la pesca utilizando trasmallo, ya que el río presta de una variedad de peces comestibles.

1.6. HIDRAULICA

En el sitio de estudio se encuentra actualmente construido y funcional un puente de 40 m de longitud de hormigón armado, lo cual es ahí donde se proyectará el estudio hidráulico 100 m aguas arriba y 100 m aguas abajo para aplicar es estudio de factibilidad de enrocado con el diseño de sección adecuada de la roca a colocar dentro de dicho rango nombrado, con el único objetivo de conseguir una protección directa a la infraestructura existente (el puente).

1.7. INFRAESTRUCTURA SOCIAL – ECONOMICA – AMBIENTAL

1.7.1. SOCIAL

Los pobladores mantienen sus viviendas junto a las márgenes del río, cerca del área de estudio, tanto así, si llegase a fallar el puente motivo de la gran afluente que el río presente, pues la población sentirá la gran problemática de intercomunicación terrestre, se obstaculizará el traslado masivo de productos agrícolas.

La unión poblacional es palpable, las necesidades que tengan cualquiera que sea, entre ellos colaboran entre sí, alzan sus necesidades haciendo conocer a las autoridades en son de reclamos sus requerimientos pertinentes. Dentro del recinto, profesan varias religiones, quedando así satisfechos de sus creencias religiosas, cabe recalcar que a la pequeña población los rodea un sin número de necesidades las cuales deberían ser suplidas por las autoridades seccionales y provinciales pero la ayuda aún no ha llegado, cabe aclarar que el estudio de factibilidad de protección al puente construido sobre el río Congo, forma parte al bienestar social.

1.7.2. ECONOMICA

La actividad agrícola es parte del estatus económico de los propietarios, existen habitantes que poseen gran cantidad de terrenos, personas que se dedican a la cría de ganado vacuno entre otros cultivos, generando mejor posición económica de forma puntual a personas del sector, todo eso genera mayor interés al estudio de factibilidad de protección para el puente, ya que este proyecto se genera con la necesidad de dar protección a las personas que usan dicho medio de comunicación como es el puente de 44 m de longitud.

1.7.3. AMBIENTAL

El proyecto presentado, mantiene criterios de cuidado al medio en que se realizará el estudio del proyecto, tomando siempre en cuenta cual será la aplicación de métodos generados en el estudio, y manteniendo al máximo el cuidado de la flora y fauna de dicho sector. El medio ambiental tendrá estrictamente los reglamentos medio-ambientalistas.

Por lo cual se cumple la misión junto con los objetivos del profesional que forma la Universidad Laica “VICENTE ROCAFUERTE” de Guayaquil. Llevando a carta cabal la constitución que vigila por medio del estado el artículo 86, numeral 2 que menciona: “El estado protegerá el derecho de la población a vivir en un ambiente ecológicamente equilibrado y sano, que garantice el desarrollo sustentable. Velará para que este derecho no sea afectado y garantizará la preservación de la naturaleza”.

1.8. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos bajo encuestas y visitas al sitio de trabajo se tiene como conclusión, que los moradores perciben de la infraestructura del puente un posible fallo antes que se cumpla el tiempo de vida útil de éste, por tal motivo se realiza un estudio con la finalidad de obtener al máximo **“ESTUDIO DE LA FACTIBILIDAD PARA EL ENCAUSAMIENTO CON ENROCADO PARA PROTEGER EL PUENTE UBICADO SOBRE EL RÍO CONGO EN EL RECINTO “LA CARLOTA” DEL CANTÓN BALZAR”**, que tiene como función cumplir con la demanda del buen vivir de la sociedad. Cabe mencionar que parte de la supervivencia del recinto la Carlota se encuentra el dichoso y favorable puente construido sobre el río Congo que ayuda directamente al crecimiento y al desarrollo de esta pequeña población.

CAPITULO II

2. FUNDAMENTACION TEORICA

2.1. DESCRIPCION GENERAL

Por lo general dentro del ámbito ingenieril, existen muchos factores que afectan directamente a la vida humana, por ello es necesario los estudios que tienen que ser debidamente analizados, es por eso tener y mantener muy clara la idea principal de todo proyecto, factibilidad, funcionabilidad, entre otras ideas. Los enrocados en canales son usados para proteger la superficie del lecho de la acción erosionadora del agua cuando trae una velocidad considerable, sin embargo al colocar rocas en el fondo del lecho, el flujo ejerce una fuerza de arrastre sobre estas que es necesario contrarrestar, definiendo el tamaño y peso del enrocado.

Básicamente existen dos situaciones distintas: taludes laterales y taludes de fondo. Los primeros corresponden a muros de defensa fluvial y los segundos a barreras transversales al flujo, del tipo barreras fijas utilizadas comúnmente en bocatomas.

El uso de enrocados es generalmente más económico que otros tipos de revestimiento, además de ser fácil de reparar y tener mayor flexibilidad.

La estabilidad de un enrocado depende, en gran parte, de la magnitud de la velocidad del flujo tangencial, de la dirección de la corriente principal en relación con el plano del enrocado, el ángulo del talud del enrocado y de las características de la roca.

En general las fórmulas desarrolladas son válidas para velocidades tangenciales al talud y con un nivel de turbulencia normal, este aspecto debe considerarse al momento del diseño, ya que la intensidad turbulenta aguas abajo de estructuras disipadoras de energía es muy superior al valor normal.

(CI51b – Diseño de Obras Hidráulicas)

El agente principal en este tipo de peligros es el agua, ya sea en estado líquido o en forma de hielo o nieve. El peligro más importante son las inundaciones. Éstas pueden ser producidas por fenómenos climáticos estacionales. La intensidad de una inundación también depende de otras características físicas del territorio.

El estudio de frecuencia de caudales máximos es uno de los tópicos más estudiados de la Hidrología, en función de la necesidad de estimar la probabilidad de ocurrencia de crecidas para el diseño de obras hidráulicas, protección de ciudades, etc. El análisis de frecuencia de eventos extremos se emplea para estimar eventos asociados a diferentes períodos de retorno T , en un sitio de proyecto, como por ejemplo para determinar caudales: $T Q$. Si el período de retorno necesario para el estudio es grande comparado con la longitud n de la serie analizada, el error del estimador $T Q^{\wedge}$ puede ser muy alto y el valor de $T Q^{\wedge}$ resultaría ineficiente para propósitos de diseño. Más aún, en algunos sitios de interés se carece de información hidrométrica, lo que dificulta la obtención de $T Q^{\wedge}$.

Debido a los altos costos de instalación, operación y mantenimiento de una red hidrométrica, se vuelve imprescindible la optimización de las informaciones disponibles. Estas circunstancias han propiciado la generación de modelos de estimación regional, los cuales hacen uso de la información proveniente de cuencas con características similares (Escalante Sandoval y Reyes Chávez, 2005).

La regionalización consiste en un conjunto de herramientas que exploran al máximo las informaciones existentes, buscando estimar las variables hidrológicas en lugares carentes de datos o bien donde los existentes resultan insuficientes por cantidad o por calidad. Tal como menciona Tucci (1993), la regionalización puede ser usada para: explorar mejor las muestras puntuales y en consecuencia mejorar las estimaciones de las variables; verificar la consistencia de las series hidrológicas e identificar la

falta de puestos de observación. Conforme a esto, la regionalización puede ser elaborada para:

1. Funciones estadísticas de variables hidrológicas: curva de probabilidad de caudales máximos (crecidas para distintos tiempos de retorno T), medios o mínimos; curva de probabilidad de precipitaciones máximas; etc.
2. Funciones específicas que relacionen variables: curva de regularización de caudales, curva de infiltración, curva de permanencia, etc.
3. Parámetros de modelos hidrológicos: características del hidrograma unitario; parámetros de otros modelos hidrológicos, etc.

(Evaluación de Metodologías de Regionalización Hidrológica: Aplicación a los Caudales máximos de Cuencas Representativas)

Diseñar una protección del ímpeto al Río para en buen vivir de las comunidades de todo el sector. Se ha de presentar la topografía del sector, planos, cálculos y datos que sean necesarios para la sustentación del proyecto y que pueda servir de guía para quienes deseen conocer algo más sobre el tema. Se incluye métodos actuales o tendencias relevantes de trabajo tales como las TIC'S con el fin de mejorar la calidad de vida de los beneficiarios. El alcance de la tesis se basa en el estudio del deterioro del puente utilizando como herramienta los modelos numéricos que se consideran actos para la solución del problema. El estudio que se está realizando derivara con la propuesta justificada de una protección en los márgenes del Río Congo la cual proporcionara seguridad y buen vivir. La propuesta culminara con la elaboración y presentación de:

- Informe técnico
- Levantamiento topográfico
- Diseño
- Planos (plantas, secciones, perfiles, detalles constructivos, sistemas)
- Especificaciones técnicas
- Presupuesto

Este estudio servirá como interés para los Organismos Seccionales o Provinciales que ejecuten lo que se ha comprobado en base a los cálculos generados por los datos recopilados de la zona y del departamento de Planificación del Cantón Balzar, que será considerado este estudio de factibilidad para el desarrollo ambiental, social, y económico de la zona.

Los enrocados de protección de riberas y de diques son una parte importante en los trabajos de tratamiento de ríos, y sirven a los siguientes propósitos:

- Tratamiento del río para mantener el alineamiento de la ribera
- Protección de los terrenos adyacentes contra la erosión
- Protección de los diques de defensa contra inundaciones
- Protección de estructuras, como puentes, barrajes, presas, entre otros.

2.2. HIDROLOGIA E HIDRAULICA

2.2.1. DESCRIPCION Y FACTIBILIDAD

La costa interna o lluviosa presenta sistemas fluviales de importancia, pues sus ríos nacen de los deshielos de los Andes y se alimentan de lluvias. En el río Congo, su cuenca hidrográfica es muy extensa donde se unen a este afluente de forma natural ramales de ríos y esteros aledaños del sector. Como tal existen cuencas hidrográficas de la vertiente del Pacífico.

Las principales cuencas hidrográficas de esta vertiente que, de una u otra manera surgen de la cordillera Occidental de los Andes, están formadas por los ríos:

- Chota: nace en el monte Olivo, entre Imbabura y Carchi y desemboca en el Pacífico colombiano con el nombre de Mira.
- Guayas: desemboca en el golfo de Guayaquil y recibe las aguas del Daule y Babahoyo. El Daule, con sus afluentes, baña las provincias de

Manabí, Los Ríos y Guayas. El Babahoyo, formado especialmente por el río Yaguachi y este por la unión de los ríos chimboracenses Chimbo y Chanchán, recorre las provincias de Chimborazo, Los Ríos y Guayas. La cuenca del Guayas es la más importante de todas, posee una superficie de 40000 km².

- Cañar: se origina en la laguna de Culebrillas con el nombre de San Antonio y desemboca en el golfo de Guayaquil. Recorre las provincias de Cañar y Guayas.

- Jubones: está formado por las aguas de los ríos León, Girón, Rircay y San Francisco, que nacen en las estribaciones del nudo de Portete - Tinajillas. Recorre las provincias de Azuay y El Oro, y desemboca en el Pacífico. Todos estos datos son ya de conocimiento general en cartas geográficas e hidrológicas, hacen factible estudios donde se requiera un diseño con todos los conocimientos ingenieriles aplicables como es el caso del estudio en este contexto.

Las márgenes del río Congo bajo el puente, se mantienen y encuentra en su forma natural, manejándose con un flujo de velocidad variable dependiente a las temporadas secas e invernales. El afluente a estudiar la factibilidad del encausamiento con enrocado, sus aguas son de color oscuro producto de sus agentes externos que provocan la mezcla del agua con los sedimentos finos y gruesos. Es ahí donde se obtendrá como resultado el estudio de factibilidad, cual la selección apropiada para la pequeña sociedad que se encuentra situada en la actualidad.

2.2.2. TALUDES DE FONDO

Existen dos enfoques para abordar este análisis, el teórico y el práctico. El primero consta de un equilibrio de fuerzas sobre un elemento del enrocado, como se muestra en la figura.

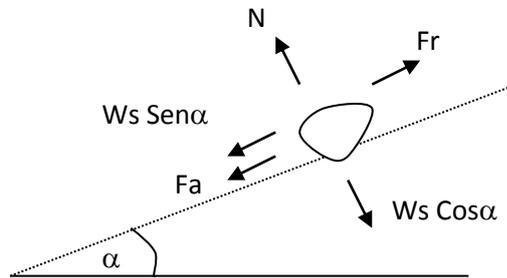
Donde:

Ws: Peso de la roca

Fr: Fuerza de roce

N: Fuerza Normal

Fa: Fuerza de Arrastre



Para efectos de simplificar el cálculo se ha desestimado la fuerza de sustentación o lift.

Luego de reemplazar términos se llega a una relación entre la velocidad del flujo y el diámetro equivalente del enrocado:

$$u^2 = \frac{4}{3} \cdot \frac{R \cdot g \cdot D}{Cd} \cdot (\mu \cos \alpha - \text{sen} \alpha)$$

con:

u: velocidad del flujo.

R: (Peso esp. del sólido – Peso esp. del agua)/ P esp. del agua.

D: diámetro equivalente del enrocado.

Cd: coeficiente de arrastre.

□□□ Coeficiente de fricción.

Como muchas veces lo que se desea es conocer la relación entre la altura del escurrimiento y el diámetro equivalente (rugosidad relativa), esta última relación se puede modificar para llegar a una ecuación de D/H en función del número de Froude:

$$\frac{D}{H} = \frac{3}{4R} \cdot Fr^2 \cdot Cd$$

Si $Cd=0.4$ (régimen turbulento) y $R=1.6$ se obtiene finalmente:

$$\frac{D}{H} = 0.188 \cdot Fr^2$$

Por otro lado se han desarrollado otras relaciones a partir de datos experimentales, las más importantes se muestran a continuación:

1. Maza & García:

$$\frac{H}{D} = \left[\frac{1.93}{Fr} \right]^{2.86}$$

Esta relación es válida para el rango de 0.4 a 10 metros de profundidad de agua y hasta 500 mm de diámetro equivalente de las partículas. Generalmente se ocupa para números de Froude entre 1.35 y 1.6.

2. Straub:

$$\frac{H}{D} = \frac{6.97}{Fr^3}$$

3. Neill:

$$\frac{H}{D} = \frac{5.99}{Fr^3}$$

4. Isbash:

$$\frac{H}{D} = \frac{2.88 \cdot (R \cdot \cos \alpha)}{Fr^2}$$

5. Ayala & Campos:

$$Fr = C \cdot \left[\frac{k \cdot R}{g} \right]^{0.5} \cdot \left[1 + \frac{H}{D} \right]^{2.87} \cdot \left[\frac{D}{H} \right]^2$$

Esta relación está basada en experiencias de laboratorio en la Universidad de Chile y fue presentada en el XIV Congreso Latinoamericano de Hidráulica realizado en Montevideo, Uruguay.

Los resultados obtenidos son, en general, más conservadores que el resto de las expresiones anteriormente citadas.

Existe una sexta relación importante que se desarrolló en el año 1980 por Don Alberto Sepúlveda en Endesa, mediante medidas realizadas en prototipos. Esta relación es válida para $Fr < 3.25$.

Para valores mayores a 3.25 en algunas obras se recomienda extrapolar esta curva, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias.

2.2.3. TALUDES LATERALES

Para el caso de taludes laterales es necesario modificar el análisis de estabilidad y tomar en cuenta la inclinación del talud en una dirección perpendicular a la del flujo.

Existen dos fórmulas importantes en el diseño de enrocados para taludes laterales:

1. California División of Highways:

$$\frac{u}{\sqrt{g \cdot R \cdot D}} = 1.92 \cdot [\text{sen}(\phi - \theta)]^{\frac{1}{2}}$$

2. Lopardo – Estellé:

$$\frac{u}{\sqrt{g \cdot R \cdot D}} = 1.3 \cdot \left(\frac{H}{D} \right)^{\frac{1}{6}} \cdot \left(1 - \left(\frac{\text{sen} \theta}{\text{sen} \phi} \right)^2 \right)^{\frac{1}{4}}$$

En general, no se recomienda usar valores del ángulo de reposo, α , superiores a alrededor de 60° . Valores tan altos como este último, pueden considerarse sólo cuando se especifique la colocación manual de elementos de enrocado suficientemente angulosos.

El ángulo del talud con respecto a la horizontal, β también es importante y los valores recomendados son 1.5/1 (H/V) o mejor 2/1 (H/V).

Lo presentado anteriormente sólo constituye una receta de fórmulas a seguir para calcular el tamaño del enrocado, sin embargo, lo importante es analizar los resultados de manera consciente para poder hacer que ellos sean de real utilidad.

Un parámetro de gran importancia es el número de Froude, Fr , ya que establece ciertos intervalos de validez de cada fórmula. Además se deben observar los valores obtenidos para los diámetros equivalentes y compararlos con la oferta del mercado.

Una alternativa válida para los casos en que el diámetro equivalente es demasiado grande o constituye una opción que encarece demasiado los costos de la obra, es ocupar una roca con la mitad del peso obtenido (incluso a veces se puede ocupar un tercio del peso) y establecer una doble capa consolidada con hormigón.

(Mery, H. (2000). "Curso de diseño de obras hidráulicas". Universidad de Chile. Niño, Y. (2003). "Hidráulica Fluvial y Transporte de Sedimentos. Apuntes curso CI61F". Universidad de Chile)

2.2.4. SOCAVACION

La hidráulica fluvial tiene un carácter empírico por lo que no hay métodos únicos ni precisos para determinar el comportamiento de un río ni su respuesta ante intervenciones antrópicas.

La hidráulica fluvial, sigue siendo más un arte que una ciencia.

Mucho depende de la forma en que el ingeniero entienda el comportamiento de un río y visualice su interacción con el entorno.

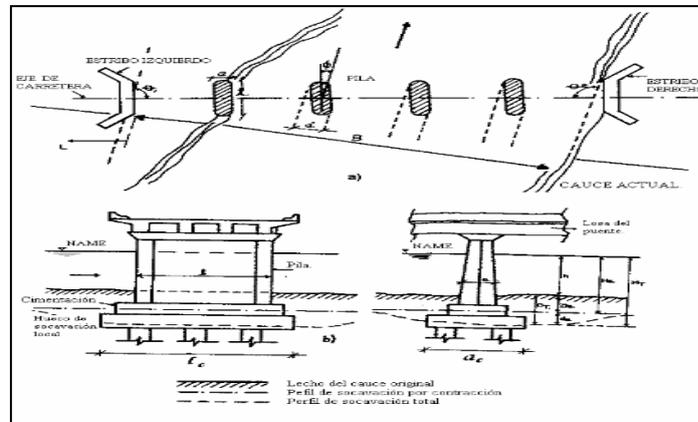


Figura 1.

2.2.4.1. FORMAS DE SOCAVACION

Dos formas de transporte de sedimento, se presentan en un cauce según que haya o no haya movimiento de sedimentos desde aguas arriba:

Lecho móvil: $V > V_c$

Agua Clara: $V < V_c$

2.2.5. HIDROLOGIA

La rama que se encarga del estudio de la circulación del agua en la naturaleza, cualitativa y cuantitativamente. Específicamente, estudia el agua sobre la superficie de la tierra, en el suelo, en las rocas subyacentes y en la atmósfera, con referencia a la evaporación y a la precipitación.

2.2.5.1. IMPORTANCIA

Radica en su aplicación directa en el diseño y operación de proyectos de ingeniería para el control y uso del agua

- Vías de comunicación: redes viales, puentes alcantarillas, entre otros
- Ingeniería sanitaria: proyectos para uso humano
- Ingeniería estructural: Influencia Sobre Las Cimentaciones
- Ingeniería hidráulica: Información Indispensable En El Diseño

2.2.5.2. GEOMORFOLOGIA DE CUENCAS

2.2.5.2.1. DEFINICION

Cuenca hidrográfica es definida como el conjunto de terrenos que drenan sus aguas hacia un cauce común

2.2.5.2.2. DEMARCACION

Los cauces de los ríos siempre se encuentran en la parte más baja del terreno, por esta razón entre dos cauces existe una línea divisoria más alta llamada *divortium aquarum*, por lo que trazando una línea por la divisoria de aguas que rodea al río en estudio y todos sus afluentes se delimita el área que drena todas las aguas precipitadas hacia el río de interés (cuenca hidrográfica).

Para la demarcación se debe considerar:

- Mapa a escala conveniente en el que figuren la cuenca y sus áreas más cercanas.
- Todas las divisorias de aguas debe pasar por los puntos más altos que separan una cuenca de otra
- Sus curvas de nivel se cortarían perpendicularmente así estas sean rectas (paralelas al cauce), cóncavas o convexas.

2.2.5.2.3. CARACTERISTICAS MORFOMETRICAS

Nos permitirán establecer comparaciones entre cuencas estudiadas, con otras en las que no exista la suficiente información.

2.2.5.2.3.1. AREA

Quizás es el parámetro que más importa, porque influye directamente en la cantidad de agua que ella puede producir y consecuentemente en la magnitud de los caudales. Es la proyección horizontal de la superficie de la misma.

2.2.5.2.3.2. PERIMETRO

Es la longitud del límite exterior de la cuenca, se determina utilizando:

- Software
- Curvímetero
- Hilo metálico

2.2.5.2.3.3. FORMA DE LA CUENCA

La cuenca se caracteriza con el índice o coeficiente de compacidad K_c se debe a Gravelius, y es la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo de igual área que la cuenca. Cualquier caso, el coeficiente será mayor que la unidad, tanto más próximo a ella cuanto la cuenca se aproxime más a la forma circular, pudiendo alcanzar valores próximos a 3 en cuencas muy alargadas.

$$k_c = \frac{\text{PERIMETRO DE CUENCA}}{\text{PERIMETRO DEL CIRCULO DE IGUAL AREA}}$$

$$k_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$$

Kc	FORMA DE LA CUENCA	TENDENCIA CRECIDAS
1 – 1.25	DE CASI REDONDA A OVAL REDONDA	ALTA
1.25 - 1.5	DE OVAL REDONDA A OVAL OBLONGA	MEDIA
1.5 - 1.75	DE OVAL OBLONGA A RECTANGULAR	BAJA

Tabla 4: Valores del coeficiente de compacidad

2.2.5.2.3.4. ELEVACION MEDIA DE LA CUENCA

Es un factor que se relaciona con la temperatura y la precipitación

$$ALT.MEDIA = \frac{\sum(Hi * Ai)}{A_{total}}$$

En la expresión Hi es la altitud media de la faja altitudinal, Ai es el área de dicha faja y Atotal es el área total de la cuenca.

2.2.5.2.3.5. PENDIENTE MEDIA

Tiene estrecha relación con la infiltración, el escurrimiento superficial, la humedad del suelo y la contribución del agua subterránea al caudal de la corriente. Afecta notablemente a la relación lluvia escurrimiento pues reduce el tiempo de concentración y acorta el período de infiltración.

$$Sc = \frac{\sum(Di * Li)}{A_{total}} * 100$$

Es la expresión D_i es la diferencia de nivel entre el límite superior e inferior de la faja altitudinal seleccionada. L_i es la longitud de la curva media.

2.2.5.2.3.6. DESNIVEL ESPECIFICO

$$D_s = I_g * \sqrt{A}$$

TIPO DE RELIEVE	Ds
MUY DEBIL	< 10
DEBIL	10 a 25
DEBIL MODERADO	25 a 50
MODERADO	50 a 100
MODERADO FUERTE	100 a 250
FUERTE	250 a 500
MUY FUERTE	500 a 1000
EXTREM. FUERTE	1000 a 2500

2.2.6. PRECIPITACIONES MEDIAS

En la mayoría de los estudios hidrológicos se requiere conocer la precipitación sobre un área definida, cuya extensión puede ser de unas pocas hectáreas hasta cientos de kilómetros cuadrados.

Dado que los registros pluviométricos representan condiciones puntuales dentro de una cuenca, es necesario contar con procedimientos que permitan transformar la lluvia puntual en información que sea representativa para toda la cuenca en estudio. De aquí que existan los métodos para el cálculo de la Precipitación Media en una Cuenca que veremos a continuación.

2.2.6.1. METODO DE POLIGONOS DE THIESSEN

Es un método que se puede utilizarse para una distribución no uniforme de estaciones pluviométricas, provee resultados más correctos con un área de cuenca aproximadamente plana, pues no considera influencias orográficas.

Asigna a cada estación un peso proporcional a su área de influencia, la cual se define para cada estación de la siguiente manera:

Cada estaciones contiguas se conectan mediante líneas rectas en tal forma que no haya líneas interceptadas, es decir conformando triángulos:

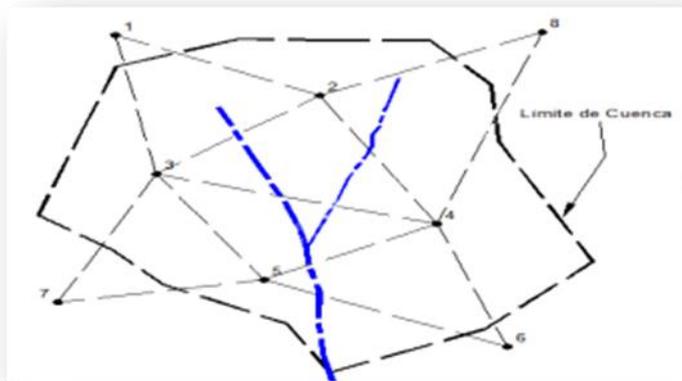


Figura 2: Método de polígonos de thiessen

En cada una de las líneas previamente dibujadas se trazarán mediatrices perpendiculares, las cuales se prolongarán hasta que se corten con otras mediatrices vecinas:

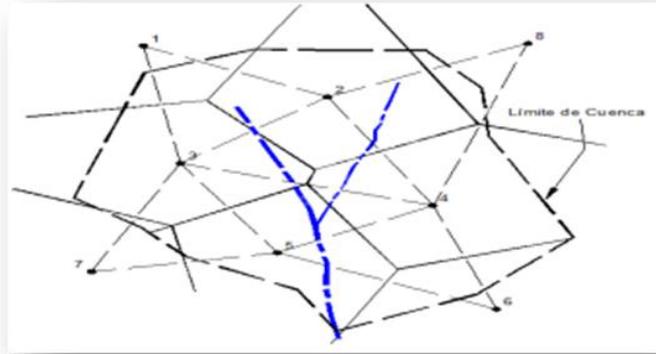


Figura 3.

Los puntos de cruce o intersección entre las mediatrices representan los puntos del polígono cuya superficie constituye el área de influencia de la estación que queda dentro de dicho polígono.

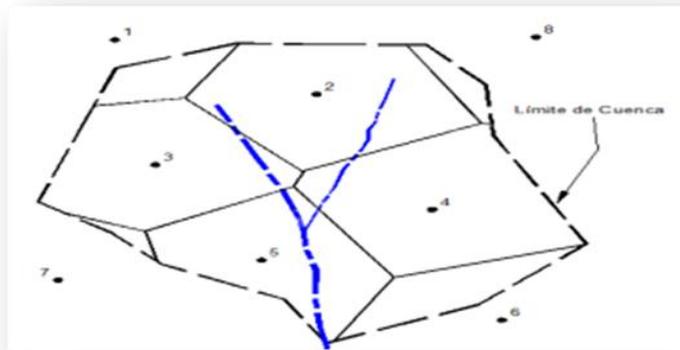


Figura 4

Finalmente, el área de cada uno de estos polígonos debe ser calculada (A_i) para poder realizar el Cálculo de la Precipitación Media sobre la cuenca mediante la expresión:

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot A_i}{\sum A_i}$$

Vale destacar que, en los polígonos limítrofes (cercanos al límite de la cuenca, como el de la estación N° 6 en la figura anterior) se considera solamente el área interior.

2.2.6.2. METODO DE INTERPOLACION POR MEDIAS MOVILES

Este método provee una buena estimación si las estaciones pluviométricas están distribuidas uniformemente dentro de la cuenca, el área de la cuenca es bastante plana y la variación de las medidas pluviométricas entre las estaciones es pequeña.

Según el Método Aritmético, la Precipitación media se calcula aplicando la siguiente expresión:

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$$

En donde **P_i** es la precipitación puntual en la estación *i* y *n* el número de estaciones dentro de los límites de la cuenca en estudio. Como vemos es simplemente un promedio de las precipitaciones registradas en las distintas estaciones consideradas dentro de la cuenca.

2.2.6.3. METODO DE ISOYETAS

Es el método más preciso, pues permite la consideración de los efectos orográficos en el cálculo de la lluvia media sobre la cuenca en estudio. Se basa en el trazado de curvas de igual precipitación de la misma forma que se hace para estimar las curvas de nivel de un levantamiento topográfico.

Sobre la base de los valores puntuales de precipitación en cada estación (como los

enmarcados en un cuadro rojo en la siguiente figura) dentro de la cuenca, se construyen, por interpolación, líneas de igual precipitación:

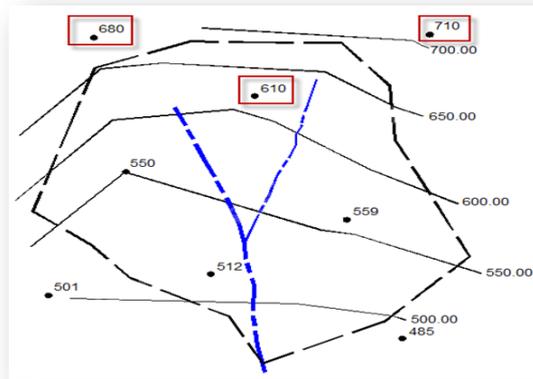


Figura 5

Las líneas así construidas son conocidas como isoyetas. Un mapa de isoyetas de una cuenca es un documento básico dentro de cualquier estudio hidrológico, ya que no solamente permite la cuantificación del valor medio sino que también presenta de manera gráfica la distribución de la precipitación sobre la zona para el período considerado. Una vez construidas las isoyetas será necesario determinar el área entre ellas para poder determinar la precipitación media mediante la expresión:

$$P = \frac{\sum_{j=1}^m [(P_j + P_{j+1}) / 2] \cdot A_j}{\sum_{j=1}^m A_j}$$

Dónde:

P_j: Valor de la Precipitación de la Isoyeta j.

A_j: Área incluida entre dos isoyetas consecutivas (j y j+1).

m: Número total de isoyetas.

Como se observa de la anterior expresión este método asume que la lluvia media entre dos isoyetas sucesivas es igual al promedio numérico de sus valores.

2.2.7. INFILTRACION

2.2.7.1. GENERALIDADES

La diferencia entre el volumen de agua que llueve en una cuenca y el que escurre por su salida están constituidas por la intercepción en el follaje de las plantas y en los techos de las construcciones, la retención en depresiones o charcos (que posteriormente se evapora o se infiltra), la evaporación y la infiltración.

La infiltración juega un papel de primer orden en la relación lluvia - escurrimiento y por lo tanto en los problemas de diseño y predicción asociados a la dimensión y operación de las obras hidráulicas. En general, el volumen de infiltración es varias veces mayor que el de escurrimiento durante una tormenta dada, especialmente en cuencas con un grado de urbanización relativamente bajo.

2.2.7.2. INFILTRACION

Se define como la cantidad de agua en movimiento que atraviesa verticalmente la superficie del suelo producto de la acción de las fuerzas gravitacionales y capilares, ésta cantidad de agua quedará retenida en el suelo o alcanzará el nivel freático del acuífero, incrementando el volumen de éste.

Entre los factores más importantes que afectan la velocidad o tasa de infiltración son:

- Características físicas de la textura del suelo
- Carga hidráulica o lámina sobre la superficie del suelo
- Contenido de materia orgánica y carbonatos en el suelo
- Contenido de humedad del suelo (inicial y a saturación)
- Grado de uniformidad en el perfil del suelo
- Acción microbiana en el suelo

2.2.7.3. DESCRIPCION DEL PROCESO DE INFILTRACION

Al considerar un área de suelo suficientemente pequeña, de modo que sus características (tipo de suelo, cobertura vegetal, entre otro), así como la intensidad de la lluvia en el espacio puedan considerarse uniformes. Además supongamos que al inicio de la lluvia, el suelo está lo suficientemente seco para que la cantidad de agua que puede absorber en la unidad de tiempo (es decir su capacidad de infiltración) sea mayor que la intensidad de la lluvia en esos primeros instantes de iniciada la lluvia. Bajo dicha condiciones, se infiltraría todo lo que llueve, es decir:

$$\text{Si } i < f_p, \text{ entonces } f = i$$

Donde

- f:** Infiltración en lámina por unidad de tiempo (mm/h)
- f_p:** Capacidad de infiltración en lámina por unidad de tiempo (mm/h)
- i:** Intensidad de la lluvia (mm/h)

Avanzando el tiempo y si la lluvia es suficientemente intensa el contenido de humedad del suelo aumentará hasta que la superficie alcance la saturación, en ese momento se empiezan a llenar las depresiones del terreno, es decir se originan charcos y comienza a producirse flujo sobre la superficie. A este instante se le denomina tiempo de encharcamiento y se le denota como t_p (ponding time).

Cuando ya haya pasado el tiempo de encharcamiento y si la lluvia sigue siendo intensa, el contenido de humedad del suelo aumentará y la capacidad de infiltración disminuirá con el tiempo. Bajo éstas condiciones la infiltración se hace independiente de la variación en el tiempo de la intensidad de la lluvia, en tanto que ésta sea mayor que la capacidad de transmisión del suelo, de manera que:

$$\text{Si } i > f_p, t > t_p, \text{ entonces } f = f_p$$

Donde

fp decrece con el tiempo.

A lo anterior, la capa saturada que en el tiempo de encharcamiento era muy delgada y estaba situada en la superficie del suelo se ensancha a medida que su límite inferior, denominado frente húmedo se va profundizando. Siendo así, dado que cada vez una mayor parte del suelo está saturada, las fuerzas capilares pierden importancia paulatinamente hasta que llega un momento (teóricamente $t = \infty$), en que el estar todo el medio saturado, el movimiento del agua se produce sólo por la acción de la gravedad y la capacidad de infiltración se hace constante.

Si después del tiempo de encharcamiento la lluvia entra en un periodo de calma, es decir, su intensidad disminuye hasta hacerse menor que la capacidad de infiltración, el tirante de agua existente sobre la superficie del suelo disminuye hasta desaparecer y el agua contenida en los charcos también se infiltra y en menor grado se evapora. Posteriormente la lluvia puede volver a intensificarse y alcanzar otro tiempo de encharcamiento repitiéndose nuevamente el ciclo descrito.

2.2.7.4. PERFIL DE HUMEDAD EN EL SUELO

El perfil de humedad en el suelo se puede dividir en 04 zonas:

- Zona de saturación y transición
- Zona de transmisión
- Zona de humedecimiento
- Frente de humedad o frente húmedo

La zona de saturación es una región somera donde el suelo está totalmente saturado, por debajo de ella, se ubica la zona de transición. El espesor de ambas zonas no cambia con el tiempo. Bajo estas áreas se ubica la zona de transmisión de un espesor que se incrementa con la duración de la infiltración y cuyo contenido de humedad es ligeramente

mayor que la capacidad de campo. Por último, se tiene la zona de humedecimiento en la cual se unen la zona de transmisión y el frente húmedo, ésta región termina abruptamente con una frontera entre el avance del agua y el contenido de humedad del suelo.

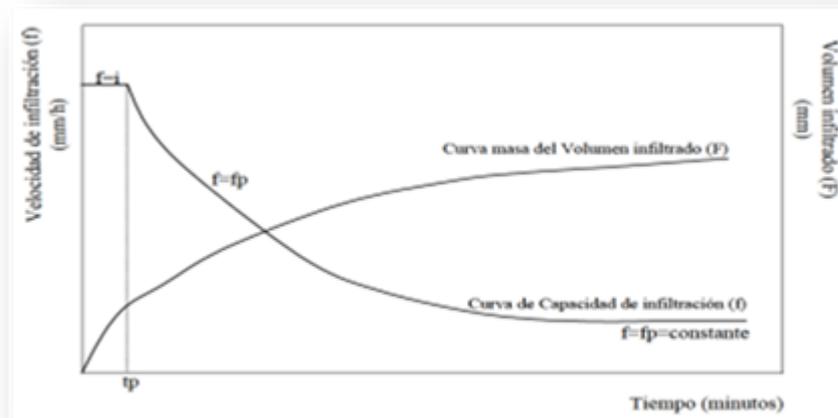


Figura 6

2.2.7.5. METODOS ESTIMACION DE INFILTRACION

2.2.7.5.1. METODOS RELACION LLUVIA - ESCURRIMIENTO DIRECTO

Cuando se tienen mediciones simultáneas de lluvia y volumen de escurrimiento en una cuenca, las pérdidas se pueden calcular de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$V_p = VII - Ved$$

Dónde:

Vp: Volumen de pérdidas

VII: Volumen de lluvia

Ved: Volumen de escurrimiento directo

Si ambos miembros de la ecuación anterior se dividen entre el área de la cuenca se obtiene:

$$F = I - R$$

Dónde:

F: Infiltración o lámina de pérdidas acumuladas

I: Altura de lluvia acumulada

R: Escurrimiento directo acumulado

Si a su vez la ecuación anterior se deriva con respecto al tiempo, se tiene:

$$f = i - r$$

Donde r es la lámina de escurrimiento directo por unidad de tiempo. Para ello se usan comúnmente dos tipos de criterios en cuencas aforadas:

- Capacidad de infiltración media
- Coeficiente de escurrimiento

2.2.7.5.2. CAPACIDAD DE INFILTRACION MEDIA

Este criterio supone que la capacidad de infiltración es constante durante la tormenta. A esta capacidad de infiltración se le llama índice de infiltración media ϕ . Cuando se tiene un registro simultáneo de precipitación y escurrimiento de una tormenta, el índice de infiltración media se calcula de la siguiente manera:

- a. A partir del hidrograma de la avenida se separa el flujo o caudal base y se calcula el volumen de escurrimiento directo.
- b. Se calcula la altura de lluvia en exceso o efectiva i_{ef} , como el volumen de escurrimiento directo dividido entre el área de la cuenca:

$$i_{ef} = \frac{V_{ed}}{Ac}$$

- c. Se calcula el índice de infiltración media ϕ trazando una línea horizontal en el hietograma de la tormenta, de tal manera que la suma de las alturas de precipitación que quedan arriba de esa línea sea igual a i_{ef} . El índice de infiltración media ϕ será entonces igual a la altura de precipitación correspondiente a la línea horizontal dividida entre el intervalo de tiempo Δt que dure cada barra del hietograma.

Ejemplo:

En una cuenca de 36 km² se midieron el hietograma y el hidrograma respectivo. Determinar el índice de infiltración media que se tuvo durante la tormenta.

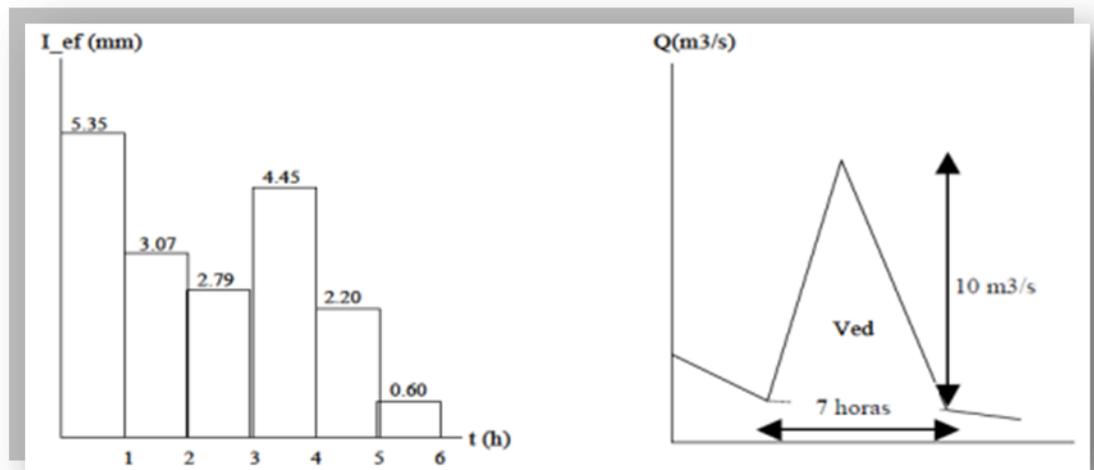


Figura 7

- Separación del flujo base mediante una línea recta

$$V_{ed} = \frac{10 * 3600 * 7}{2} = 126000 m^3$$

- Cálculo de la lluvia efectiva

$$I_{ef} = \frac{126000}{36 * 10^6} = 3.5 \text{ mm}$$

- Cálculo de ϕ

ϕ	i ef 1	i ef 2	i ef 3	i ef 4	i ef 5	i ef 6	Σ
mm/h	mm						
4.00	1.35			0.45			1.80
3.00	2.35	0.07		1.45			3.87
3.15	2.20			1.30			3.50

2.2.7.5.3. COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO

Se asume que las pérdidas son proporcionales a la intensidad de la lluvia.

$$V_{ed} = K * V_{II}$$

Dónde:

K: Coeficiente de escurrimiento

Para el ejemplo anterior:

El volumen llovido será: $18.46 * 10^{-3} * 36 * 106 = 664\ 560\ m^3$

El coeficiente de escurrimiento será:

$$K = \frac{126000}{664560} = 0.19$$

2.2.7.6. METODOS EMPIRICOS

2.2.7.6.1. MÉTODO DE KOSTIAKOV (1932)

Kostiakov propuso un modelo exponencial

$$f = at^b, \text{ para } t \rightarrow \infty f = f_{\text{básica}}$$

Dónde:

- f:** Velocidad de infiltración
a y b: Coeficientes de ajuste
t: Tiempo transcurrido desde el inicio de la infiltración llamado también tiempo de oportunidad o tiempo de contacto del agua con el suelo.
fbásica: Tasa de infiltración correspondiente a la situación en que la variación entre dos valores consecutivos de f no sobrepasen el 10%.

2.2.7.6.2. METODO DE HORTON (1940)

Horton supuso que el cambio en la capacidad de infiltración puede ser considerada proporcional a la diferencia entre la capacidad de infiltración actual y la capacidad de infiltración final, introduciendo un factor de proporcionalidad k.

$$fp = fc + (fo - fc)e^{-kt}$$

Dónde:

- fp:** Capacidad de infiltración (mm/h)
k: Factor de proporcionalidad llamado también 'parámetro de decrecimiento'.
fc: Capacidad de infiltración final
fo: Capacidad de infiltración inicial (Para t=0).
t: Tiempo transcurrido desde el inicio de la infiltración. (En minutos).

2.2.7.6.3. METODO DE GREEN Y AMPT (1911)

Las suposiciones básicas de la Ecuación de Green y Ampt son:

- Existe un frente de humedecimiento muy bien definido para el cual la carga de presión del agua h_f permanece constante en el tiempo y posición.

- Debajo de dicho frente de humedecimiento, el perfil del suelo se encuentra uniformemente húmedo con una conductividad hidráulica constante K_s .

Green y Ampt aplicaron la ley de Darcy entre la superficie del suelo y el frente de humedecimiento, encontrando la siguiente ecuación:

$$f = K_s \left[1 + \frac{M \cdot H_f}{F} \right]$$

Dónde:

f: Velocidad de infiltración (mm/h)

K_s : Conductividad hidráulica a saturación (mm/h).

M: Déficit de humedad inicial, correspondiente a la diferencia entre el máximo contenido de agua a saturación natural y la humedad inicial del suelo.

F: Lámina infiltrada (mm)

$$H_f = h_o + S$$

Dónde:

h_o : Tirante de agua encharcada sobre la superficie y **S:** Potencial del frente de humedecimiento o cabeza de succión del frente mojado.

(Universidad Nacional Agraria La Molina – Facultad de Ingeniería Agrícola – DRAT, Curso: IA-4026 Hidrología Aplicada, Ing. Eduardo A. Chávarri Velarde, desde pág.:1 hasta pág.:10)

2.2.7.6.4. METODO DE PHILIP

Philip (1957) expresa a la infiltración f como:

$$f = \frac{1}{2} S t^{-1/2} + (A_2 + K_i) + \frac{3}{2} A_3 t^{1/2} + 2A_4 t + \dots$$

Donde A2, A3, A4,... son constantes empíricas, K_i es la conductividad hidráulica del suelo en las condiciones de humedad iniciales y S la sortividad (influencia de la capilaridad en el proceso). Esta expresión es una solución aproximada al problema de la capacidad de infiltración del suelo (Hsu y otros, 2002; Chow, 1988).

2.2.7.6.5. METODO DE HOLTAN

Holtan y otros (1975) proponen para la capacidad de infiltración la siguiente expresión:

$$f = GI \cdot A \cdot SA^B + FC$$

Donde GI representa el estado de la cubierta del suelo, A índice de conectividad de poros, SA es el almacenamiento superficial disponible, FC tasa de percolación, B exponente empírico en general igual a 1,4.

$$SA \text{ se computa como } SA = (\theta_s - \theta_i) \cdot d$$

Donde θ_s es el contenido saturado de humedad en el suelo, θ_i es el contenido de humedad para el momento de análisis y d la profundidad del manto de suelo.

(http://www.efn.uncor.edu/archivos/doctorado_cs_ing/reyna/CAPITULO_2.pdf, Capítulo 2. Procesos atmosféricos, superficiales y sub-superficiales, página: 4)

2.2.7.6.6. CRITERIO DE LA CAPACIDAD DE INFILTRACION

Este criterio supone que la capacidad de infiltración es constante durante la ocurrencia de una tormenta y a esta capacidad de infiltración se le denomina índice de infiltración media $\bar{\phi}$.

En el caso de tener disponible un registro simultáneo de precipitación y escurrimiento de una tormenta, el índice de infiltración media ϕ se determina con el procedimiento siguiente:

1. Del hidrograma de la avenida se separa el gasto base y se calcula el volumen de escurrimiento directo.
2. Se estima la altura de lluvia en exceso o efectiva P_e , al dividir el volumen de escurrimiento directo entre el área de la cuenca, aplicando la ecuación:

$$P_e = \frac{V_{ED}}{A_c}$$

3. Se evalúa el índice de infiltración media ϕ trazando una línea horizontal en el hidrograma de la tormenta y a partir de un proceso de prueba y error se determina que la suma de las alturas de precipitación que se ubican arriba de esa línea sea igual a la altura de lluvia efectiva P_e .

El índice de infiltración media ϕ será igual a la altura de precipitación correspondiente a la línea horizontal dividida entre el intervalo de tiempo Δt que dure cada barra del hidrograma.

2.2.7.6.7. CRITERIO DEL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO

El criterio del coeficiente de escurrimiento considera que las pérdidas son proporcionales a la intensidad de la lluvia, es decir, con la suposición anterior el coeficiente de escurrimiento C es igual al cociente del volumen de escurrimiento directo entre el volumen total de lluvia.

$$C = \frac{V_{ED}}{V_{LL}}$$

Cuando el área de drenaje está constituida por diferentes tipos de cubierta y superficies, el coeficiente de escurrimiento C puede obtenerse

en función de las características de cada porción del área como un promedio ponderado, con el apoyo de la expresión:

$$C = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + C_3 A_3 \dots + C_n A_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n}$$

Donde C es el coeficiente de escurrimiento que corresponde al área parcial A_i ; A_i es el área parcial i que tiene un cierto tipo de superficie.

Algunos autores han establecido valores representativos para diferentes tipos de área por drenar y en los principales manuales y libros de texto se encuentran valores promedio para un espectro amplio de áreas por drenar.

2.2.7.6.8. CRITERIO DEL SERVICIO DE CONSERVACION DE SUELOS DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA (USSCS)

La hipótesis de este criterio establece que la relación entre el coeficiente de escurrimiento y la altura de precipitación total de una tormenta está representada por la expresión:

$$C = \frac{(P - 0.2 S)^2}{P^2 + 0.8 S P}$$

Donde C es el coeficiente de escurrimiento; **P** es la altura total de precipitación de la tormenta; **S** es un parámetro por determinar con las mismas unidades de P .

En la práctica el parámetro S se puede estimar si se conocen varias parejas de valores (P , C); el valor de S puede tomarse como aquél en el

cual la variancia del error cometido al calcular C con el apoyo de la ecuación, con respecto al coeficiente de escurrimiento real, sea mínima.

2.2.7.6.9. METODO DE LOS NUMEROS DE ESCURRIMIENTO

En los criterios anteriores es necesario que la cuenca esté aforada, es decir, que se hayan medido gastos de salida al mismo tiempo que las precipitaciones que los producen.

Sin embargo, dado que un gran número de cuencas de nuestro país no están aforadas y no se dispone de datos, se recurre a métodos estructurados a partir de la lluvia total y de las características de la cuenca.

El Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos de América (1975) propone un método llamado de los “números de escurrimiento”, el cual reúne las características mencionadas.

La altura de lluvia total P se relaciona con la altura de lluvia efectiva P_e , a través de la expresión matemática:

$$P_e = \frac{\left[P - \frac{508}{N} + 5.08 \right]}{P + \frac{2032}{N} - 20.32}$$

Donde **P** es la altura de lluvia total, en cm; P_e es la altura de lluvia efectiva, en cm; **N** es el número de escurrimiento.

El número de escurrimiento N depende del uso, tipo y composición del suelo y del tratamiento, pendiente y estado de humedad del terreno.

La tabla de clasificación de suelos muestra la clasificación de los suelos y posteriormente, en función del uso del suelo, de la condición de la superficie de la cuenca y de la pendiente del terreno, se podrá conocer el

valor del número de escurrimiento N con el auxilio de la tabla Valor del número de escurrimiento N, según uso y tipo de suelo, condición de la cuenca y pendiente del terreno.

Para diferentes tipos de superficie en la cuenca de estudio, el valor de N se determina como un promedio pesado a partir de la expresión siguiente:

$$N = \frac{N_1 A_1 + N_2 A_2 + \dots + N_n A_n}{A_c}$$

El número de escurrimiento obtenido con la ecuación de P_e se debe afectar por un factor de corrección que considere la lluvia antecedente. Es decir, si hubo lluvia cinco días antes utilizando la tabla factor de corrección del número de escurrimiento N, según la precipitación antecedente se hace una corrección de acuerdo con la cantidad de lluvia que se haya registrado.

Además, en la misma tabla aparecen las magnitudes del factor de corrección por el cual se debe afectar el valor de N dependiendo del tipo de corrección A o B.

Tipo de suelo	Características
Tipo A	Arenas con poco limo y arcilla de tamaño medio (escurrimiento mínimo)
Tipo B	Arenas finas y limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de ambos
Tipo C	Arenas muy finas, limos y bastante arcilla
Tipo D	Arcillas en grandes cantidades; suelos poco profundos con subhorizontes casi impermeables (escurrimiento máximo)

Tabla 6: Clasificación de suelos

N	Corrección A	Corrección B
10	0.40	2.22
20	0.45	1.85
30	0.50	1.67
40	0.55	1.50
50	0.62	1.40
60	0.67	1.30
70	0.73	1.21
80	0.79	1.14
90	0.87	1.07
100	1.00	1.00

Si 5 días antes hubo lluvia	Menor de 2.5 cm;	Corrección A
	Entre 2.5 y 5 cm;	Sin corrección
	Mayor de 2.5 cm;	Corrección B

Tabla 7: Factor de corrección del número de escurrimiento N, según la precipitación antecedente.

Uso de la tierra o cobertura	Condición de la superficie	Pendiente terreno, en %	Tipo de suelo			
			A	B	C	D
Bosques (sembrados y cultivados)	Ralo, baja transpiración	-----	45	66	77	83
	Normal, transpiración media	-----	36	60	73	79
	Espeso o alta transpiración	-----	25	55	70	77
Caminos	De tierra	-----	72	82	87	89
	Superficie dura	-----	74	84	90	92
Bosques naturales	Muy ralo o baja transpiración	-----	56	75	86	91
	Ralo, baja transpiración	-----	46	68	78	84
	Normal, transpiración media	-----	36	60	70	76
	Espeso o alta transpiración	-----	26	52	62	69
Descanso (sin cultivo)	Muy espeso, alta transpiración	-----	15	44	54	61
	Surcos rectos	-----	77	86	91	94
Cultivos en surco	Surcos rectos	> 1	72	81	88	91
	Surcos rectos	< 1	67	78	85	89
	Surcos en curvas de nivel (contorneo)	> 1	69	79	84	88
	Surcos en curvas de nivel (contorneo)	< 1	65	75	82	86
	Terrazas	> 1	66	74	80	82
	Terrazas	< 1	62	71	78	81
	Terrazas	> 1	63	73	80	83
Leguminosas (sembradas con maquinaria o al voleo) o praderas con rotación	Terrazas	< 1	51	67	76	80
	Surcos rectos	> 1	66	77	85	89
	Surcos rectos	< 1	58	72	81	85
	Surcos en curvas de nivel	> 1	64	75	83	85
	Surcos en curvas de nivel	< 1	55	69	78	83
Pastizal	Terrazas	> 1	63	73	80	83
	Terrazas	< 1	51	67	76	80
	-----	> 1	68	79	86	89
	-----	< 1	39	61	74	80
	Contorneo	> 1	47	67	81	88
Potrero permanente	Contorneo	< 1	6	65	70	79
	-----	-----	30	58	71	78
Cereales	-----	-----	100	100	100	100
	Surcos rectos	> 1	65	76	84	88
	Surcos rectos	< 1	63	75	83	87
	Contorneo	> 1	63	74	82	85
	Contorneo	< 1	61	73	81	84
	Terrazas	> 1	61	72	79	82
Superficie impermeable	Terrazas	< 1	59	70	78	81
	-----	-----	100	100	100	100

Tabla 8: Valor del número de escurrimiento N, según uso y tipo de suelo, condición de la cuenca y pendiente del terreno.

2.2.7.6.10. METODO DEL SCS PARA ABSTRACCIONES

Este método fue desarrollado por el SCS (1972). Los conceptos generales utilizados en este método son los de considerar que la precipitación efectiva, P_e , es siempre menor o a lo sumo igual que la precipitación total, P , que la retención acumulada, F_a , es siempre menor o a lo sumo igual que la retención potencial máxima, S , y que la escorrentía potencial, es decir, el máximo volumen de agua que puede convertirse en escorrentía es $P - I_a$, donde I_a es un abstracción o pérdida inicial.

La hipótesis fundamental del método es la validez de la siguiente relación:

$$\frac{F_a}{S} = \frac{P_e}{P - I_a}$$

Por continuidad se sabe que $P = P_e + I_a + F_a$

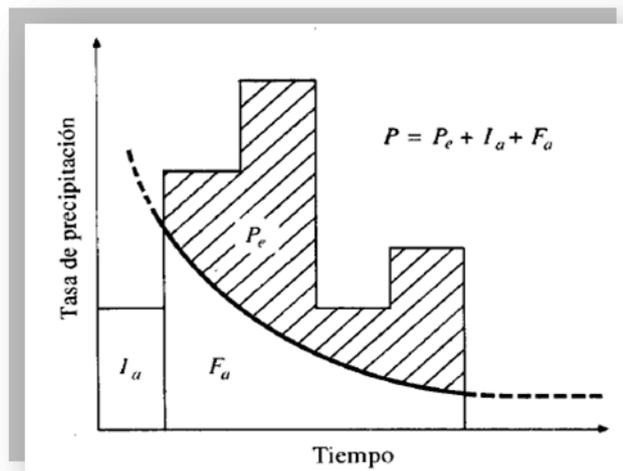


Figura 8

Combinando las dos ecuaciones anteriores se obtiene:

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

Con la información de muchas cuencas experimentales, el SCS, encontró que:

$$I_a = 0,2 S$$

Con lo cual:

$$P_e = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S}$$

El SCS analizó también la relación entre P y Pe para muchas cuencas y encontró curvas que son función del tipo de superficie de las cuencas. Para estandarizarlas definió el número de curva, CN, tal que $0 \leq CN \leq 100$.

A las superficies impermeables y superficies de agua les corresponde un CN igual a 100, ya que toda el agua que cae en ellas se convierte en escorrentía. Para las superficies naturales, en general permeables, el CN será menor que 100.

Puede calcularse S en función del CN a través de las siguientes ecuaciones, según se utilice el sistema de medidas inglesas o internacional, respectivamente:

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \text{ [pulg]}$$

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \text{ [mm]}$$

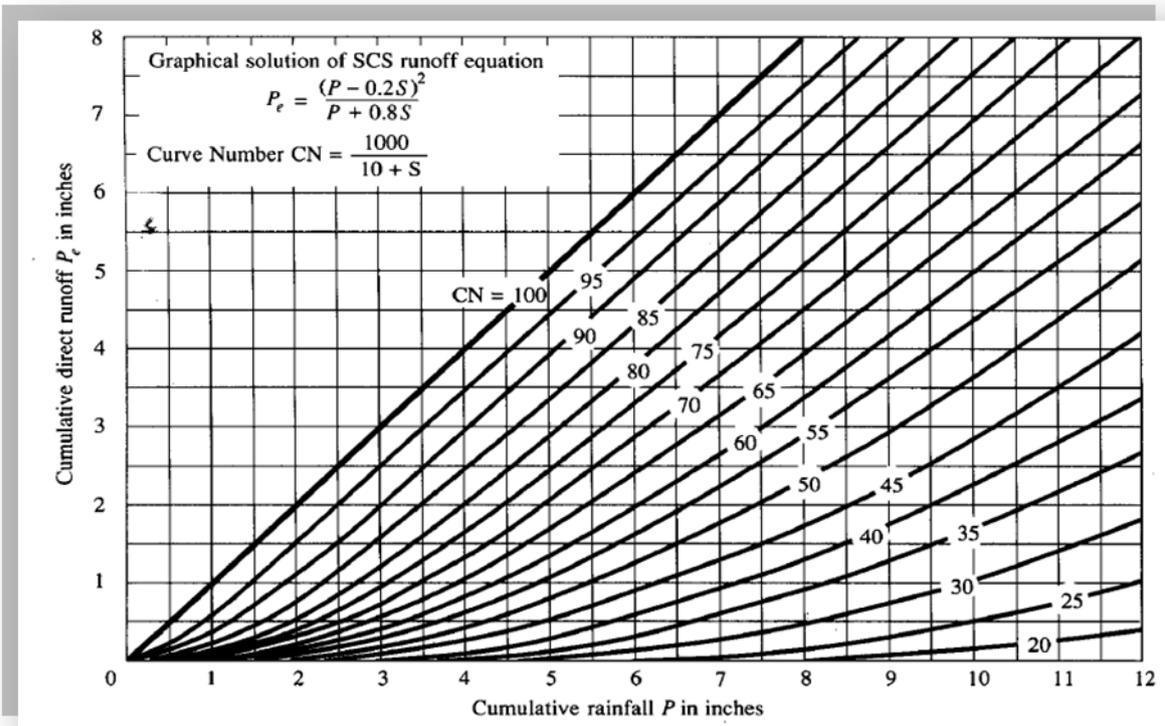


Figura 9: Número de curva

Los CN de la figura anterior corresponden a condiciones antecedentes de humedad normales (AMC II). Si deseamos calcular la escorrentía sobre una cuenca cuyas condiciones de humedad antecedentes son diferentes, secas (condición antecedente de humedad I o AMC I) o

$$CN(I) = \frac{4,2CN(II)}{10 - 0,058CN(II)}$$

$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0,13CN(II)}$$

Húmedas (condición antecedente de humedad III o AMC III), puede encontrarse el CN correspondiente, aplicando las siguientes fórmulas:

Los CN han sido tabulados por el SCS en función del tipo de suelo y el uso de la tierra. Existen 4 grupos hidrológicos de suelo:

- Grupo A: Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, limos agregados. Arenas con poco limo y arcilla. Suelos permeables con bajo potencial de escurrimiento.
- Grupo B: Suelos poco profundos depositados por el viento, Arenas finas y limos. Suelos con moderadamente bajo potencial de escurrimiento.
- Grupo C: Arenas muy finas, limos, suelos con alto contenido de arcilla. Suelos con moderadamente alto potencial de escurrimiento.
- Grupo D: Suelos expansivos, arcillas altamente plásticas. Suelos impermeables con alto potencial de escurrimiento.

Los CN en función del uso del suelo y del grupo hidrológico del suelo se pueden clasificar de la siguiente manera:

CN en función del uso del suelo y del grupo hidrológico del suelo.

Uso del Suelo	Grupo Hidrológico del Suelo					
	A	B	C	D		
Tierras cultivadas	con tratamiento de conservación	72	81	88	91	
	sin tratamiento de conservación	62	71	78	81	
Pastizales	Condición pobre	68	79	86	89	
	Condición buena	39	61	74	80	
Praderas		30	58	71	78	
Bosques	Cubierta pobre	45	66	77	83	
	Cubierta buena	25	55	70	77	
Espacios abiertos: con césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.	Buena condición: cubierta de pastos sobre más del 75% del área	39	61	74	80	
	Condición aceptable: cubierta de pastos sobre el 50 a 75% del área	49	69	79	84	
Áreas comerciales y de tiendas (85% impermeable)		89	92	94	95	
Zonas industriales (75% impermeable)		81	88	91	93	
Zonas Residenciales	Tamaño medio de la parcela (m ²)	Promedio de % impermeable				
	500	65	77	85	90	92
	1000	38	61	75	83	87
	1350	30	57	72	81	86
	2000	25	54	70	80	85
4000	20	51	68	79	84	
Tejados, parkings, superficies impermeables en general		98	98	98	98	
Calles y carreteras	Pavimentadas, con bordillos y bocas de tormenta	98	98	98	98	
	De grava	76	85	89	91	
	De tierra	72	82	87	89	

Tabla 9: Número de Curva

(Seminario de grado Ingeniería civil 2012-2013, modulo drenaje vial, ing. Javier plaza, desde pág.: 26 hasta pág.: 30)

2.2.8. MODELOS DE GENERACION DE HIDROGRAMAS

El hidrograma es un gráfico que muestra la variación en el tiempo de alguna información hidrológica tal como nivel de agua, caudal, carga de sedimentos, etc. Para un río, arroyo o canal, si bien típicamente representa el caudal frente al tiempo; esto es equivalente a decir que es el

gráfico de la descarga (m^3/s) de un flujo en función del tiempo. Éstos pueden ser hidrogramas de tormenta, hidrogramas anuales etc.

Los hidrogramas son útiles, entre otras cosas, para comparar los tiempos de descarga y caudales pico de varias corrientes o cuencas hidrográficas, para así conocer las diferencias entre sus capacidades de respuesta ante avenidas.

El Hidrograma Unitario (unit hydrograph) es una curva básica de respuesta a una unidad de precipitación que describe la forma en que una cuenca devuelve un input de lluvia distribuido en el tiempo. Se basa en el principio de que dicha relación entrada-salida es lineal, es decir, que pueden sumarse linealmente. Se consigue a partir de un Hidrograma en S que a su vez viene del desglose de varias tormentas y sus hidrogramas reales registrados.

El Hidrograma Sintético (synthetic hydrograph) es un Hidrograma unitario estimado en base a fórmulas que incluyen parámetros físicos de la cuenca en estudio como área, longitud del cauce principal, pendiente promedio y otros. Estos hidrogramas sintéticos son simulados, artificiales y su finalidad es representar o simular un hidrograma representativo del fenómeno hidrológico de la cuenca, para determinar el caudal pico.

2.2.8.1. METODO DEL HIDROGRAMA UNITARIO

Método del hidrograma unitario es uno de los métodos utilizados en hidrología, para la determinación del caudal producido por una lluvia en una determinada cuenca hidrográfica.

Si fuera posible que se produjeran dos lluvias idénticas sobre una cuenca hidrográfica cuyas condiciones antes de la precipitación también fueran idénticas, sería de esperar que los hidrogramas correspondientes a las dos lluvias también fueran iguales. Esta es la base del concepto de hidrograma unitario. En la realidad es muy difícil que ocurran lluvias

idénticas, éstas pueden variar su duración, el volumen precipitado, su distribución espacial, su intensidad.

Un hidrograma unitario es una función $Q = f(t)$, resultante de un escurrimiento correspondiente a un volumen unitario (1 cm de lluvia por la cuenca) proveniente de una lluvia con una determinada duración y determinadas características de distribución en la cuenca hidrográfica. Se admite que los hidrogramas de otras lluvias, de duración y distribución semejantes, presentarán el mismo tiempo de base, y con ordenadas de caudales proporcionales al volumen de fluido.

Se puede construir un hidrograma unitario a partir de los datos de precipitación y de caudales referentes a una lluvia de intensidad razonablemente uniforme y sin implicaciones resultantes de lluvias anteriores o posteriores. El primer paso es la separación del escurrimiento subterráneo del escurrimiento superficial directo. Se calcula el volumen de fluido y se determinan las ordenadas del hidrograma unitario dividiendo las ordenadas del hidrograma directo, por la altura de escurrimiento distribuido sobre la cuenca, , expresado en cm.

$$h_{distribuid} = \frac{\int_A^C (Q_{tot} - Q_{base}) dt}{A_{drenaje}}$$

El hidrograma unitario resultante corresponde al volumen de un centímetro de escurrimiento. El paso final es la selección de la duración específica de una lluvia, con base en el análisis de los datos de la precipitación. Períodos de baja intensidad de precipitación en el comienzo y al final de la lluvia deben ser despreciados, ya que no contribuyen sustancialmente al escurrimiento.

El hidrograma unitario se puede considerar como un impulso unitario en un sistema lineal. Por lo tanto es aplicable el principio de superposición; 2

cm de escorrentía producirán un hidrograma con todas las ordenadas dos veces más grandes que aquellas del hidrograma unitario, es decir, la suma de dos hidrogramas unitarios.

$$q(t) = \int i(t) U(t-T) dt$$

Matemáticamente, el hidrograma unitario es la función Kernel $U(t-T)$

$$q(t) = \int i(t) U(t-T) dt$$

Dónde:

q(t): función del hidrograma de salida

i(t): función del hidrograma de entrada

El hidrograma unitario se basa a los siguientes principios:

- Hidrograma unitario: Hidrograma de volumen unidad producido por una lluvia directa unitaria, distribuida uniformemente sobre el área de la cuenca en un período determinado de tiempo. (Sherman, 1932).
- Principio de constancia del tiempo de base: Para una cuenca receptora dada, la duración de la escorrentía superficial correspondiente a lluvias de la misma duración es constante e independiente de la precipitación. Debe cumplirse $D_c < 1/3 t_c$.
- Principio de proporcionalidad o afinidad: Para una cuenca receptora dada, dos chaparrones de intensidad uniforme y la misma duración, pero volúmenes distintos, producen caudales proporcionales a dichos volúmenes. $I_2 / I_1 = q_2 / q_1$
- Principio de superposición o de independencia: La distribución temporal de la escorrentía superficial correspondiente a un

aguacero tipo es independiente de las precipitaciones de períodos anteriores.

- Principio de linealidad: el hidrograma de una lluvia de duración superior a la duración característica ($D > D_c$) puede obtenerse como suma de los hidrogramas correspondientes a los aguaceros tipo.
- En consecuencia, conocido el hidrograma para una lluvia de duración e intensidad dada, uniforme en el espacio y el tiempo sobre la cuenca, es posible obtener el hidrograma de una lluvia cualquiera compleja.
- La metodología de obtención del hidrograma unitario depende de la disponibilidad de los datos de partida, así existen dos grandes grupos de métodos:
- Métodos de calibración: cuando se tienen datos de precipitación y de escorrentía, mediante algún método matemático se trata de determinar los parámetros con mejor ajuste entre los datos observados y los simulados.
- Hidrogramas sintéticos: Cuando no se tienen datos de caudal, el hidrograma unitario se obtiene a partir de determinadas características de la cuenca.

Existen tres tipos de hidrogramas unitarios sintéticos (Chow et al., 1988).

- Hidrogramas que relacionan sus características tales como caudal pico, flujo de base, etc., con propiedades de la cuenca. Tal es el caso del hidrograma de **Snyder (1938)**.
- Los que se basan en hidrogramas unitarios adimensionales tal como el hidrograma del Soil Conservation Service (1972) (SCS).
- Aquéllos basados en modelos de almacenamiento en la cuenca como el hidrograma de **Clark (1945)**.

A partir de finales de los años 70, tras el hidrograma unitario propuesto por **Rodríguez-Iturbe y Valdés (1979)**, se vienen utilizando los denominados geomorfológicos que son aquellos que se obtienen a partir de características hidromorfológicas de la cuenca. Recientemente, **López-Rodríguez et al. (2007)** proponen nuevos métodos de obtención de hidrogramas unitarios geomorfológicos basados en depósitos o reservorios.

En los siguientes apartados realizaremos una recopilación de los métodos más frecuentemente utilizados.

2.2.8.2. HIDROGRAMA DE SNYDER

En 1938, Snyder introdujo el concepto de hidrograma unitario sintético a partir del análisis de un gran número de cuencas en la región de los Apalaches, y obtuvo la siguiente fórmula para el tiempo de desfase (T_t) de una cuenca:

$$T_t = C_t \cdot (L \cdot L_c)^{0.3}$$

Dónde:

- T_t :** Tiempo de desfase (h). Tiempo comprendido entre el centro de gravedad del histograma de lluvia efectiva unitaria y el instante en que se produce el pico del hidrograma.
- L:** Longitud del cauce principal (km) desde el punto de salida hasta la divisoria.
- L_c :** Longitud del cauce principal (km) desde el punto de salida hasta el punto más cercano al centro de gravedad de la cuenca.
- C_t :** Coeficiente regional que depende de la pendiente de la cuenca.

2.2.8.3. HIDROGRAMA ADIMENSIONAL DEL SCS

El hidrograma adimensional del Soil Conservation Service (SCS) es un hidrograma unitario sintético en el cual el caudal se expresa por la

relación del caudal q con respecto al caudal pico Q_p y el tiempo por la relación del tiempo t con respecto al tiempo de ocurrencia del pico en el hidrograma unitario, T_p .

El hidrograma unitario adimensional puede calcularse para cada cuenca en estudio o puede emplearse el propuesto por el SCS, que se muestra en la figura del Hidrograma adimensional propuesto por el SCS, y que ha sido preparado utilizando los hidrograma unitarios de una gran variedad de cuencas.

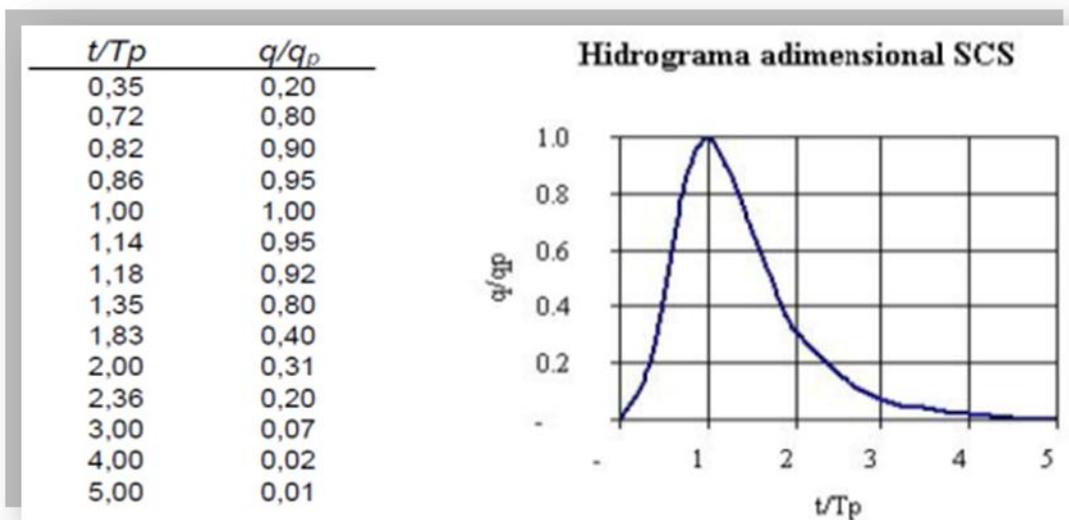


Figura 10: Hidrograma adimensional propuesto por el SCS.

Los valores de q/q_p y T_p pueden estimarse empleando el modelo simplificado del hidrograma unitario triangular.

2.2.8.4. HIDROGRAMA SINTETICO TRIANGULAR DEL SCS

Con base en la revisión de un gran número de hidrogramas unitarios, el SCS propone éste donde el tiempo está dado en horas y el caudal en m^3/s .

El volumen generado por la separación de la lluvia en neta y pérdidas es transitado a través del cauce mediante el uso del hidrograma unitario.

El tiempo de recesión, t_r , puede aproximarse a:

$$t_r = 1,67 T_p$$

Como el área bajo el hidrograma unitario debe ser igual a una escorrentía de 1 cm:

$$q_p = \frac{2,08 A}{T_p}$$

Dónde:

A: Área de drenaje en Km².

T_p: Tiempo de ocurrencia del pico (horas).

Adicionalmente, un estudio de muchas cuencas ha demostrado que:

$$t_p = 0,6 t_c$$

Dónde:

T_p: Tiempo de retardo o TLAG, entre el centroide del hietograma y el pico de caudal (horas).

T_c: Tiempo de concentración de la cuenca.

El tiempo de ocurrencia del pico, T_p, puede expresarse como:

$$T_p = \frac{D}{2} + t_p$$

Dónde:

D: Duración de la lluvia (horas).

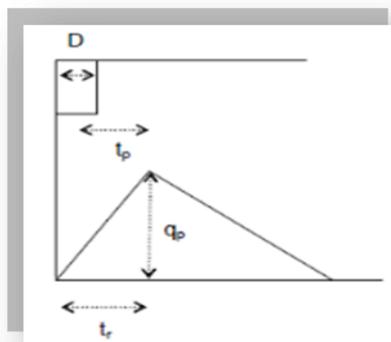


Figura 11: Hidrograma unitario triangular del SCS

Habitualmente, el tiempo de concentración se calcula con la fórmula de Kirpich (en Wanielista, 1977):

$$T_c = 0,066 \cdot \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}}$$

Dónde:

T_c : Tiempo de concentración (horas).

L: Longitud del cauce principal (Km).

S: Pendiente media del cauce principal (en tanto por uno).

2.2.8.5. HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR DEL MOPU

En el hidrograma unitario triangular del Ministerio de Obras Públicas se toma el tiempo de concentración como el tiempo para el cual el perfil es estacionario. Tiempo requerido para que, con lluvia uniforme, el 100 % del área de la cuenca esté contribuyendo efectivamente a la escorrentía directa en el punto de control. La fórmula para su cálculo es la de Témez.

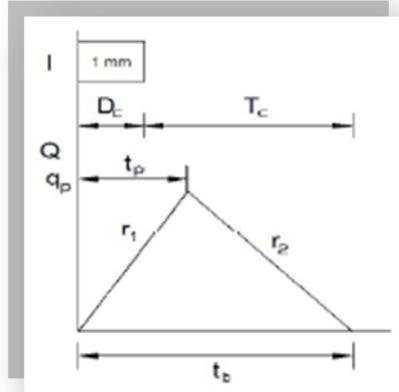


Figura 12: Hidrograma unitario triangular del MOPU

$q_p = \frac{S}{1,8 t_b}$	q_p Cudal pico (m^3/s).
$t_b = D_c + T_c$	S Área de drenaje (km^2).
$t_p = \frac{D_c}{2} + 0,35 T_c$	t_p Tiempo al pico (h).
$T_c = 0,3 \left(\frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0,76}$	t_b Tiempo base (h).
	T_c Tiempo de concentración de la cuenca (h).
	D_c Duración característica elegida (h).
	L Longitud del curso principal en km.
	J Pendiente del curso principal en m/m.

2.2.8.6. HIDROGRAMA UNITARIO GEOMORFOLOGICO DE DEPOSITOS

Uno de los métodos más extendidos para simular el hidrograma de escorrentía directa en el ámbito del diseño hidrológico es la técnica del Hidrograma Unitario. Basándose en un modelo de Hidrograma Unitario que se fundamenta en una asociación de depósitos lineales establecida en función de la red de drenaje de la cuenca, López-Rodríguez et al. (2007), Goñi et al. (2008), proponen una formulación que permite contemplar la variabilidad espacial de la lluvia, con la capacidad de introducir distintos yetogramas registrados en localizaciones diferentes.

Este modelo se ha aplicado en la cuenca de Oiartzun, de 56,6 km² de superficie, situada en la parte oriental de la provincia de Guipúzcoa, y en la que se dispone de tres pluviómetros con registro continuo. Dicha cuenca en cuanto a usos, suelos y características físicas es representativa de la zona.

Para evaluar el modelo se han seleccionado cuatro eventos de lluvia. Para estos cuatro eventos se ha aplicado el modelo Hidrograma Unitario Geomorfológico de Depósitos (HUIGD) agregado, introduciendo un yetograma único determinado por polígonos de Thiessen, y la variante del modelo HUIGD distribuido que permite la introducción de los tres yetogramas. Aunque ambos modelos presentan una buena capacidad de simulación, los resultados aportados por el distribuido mejoran en diferentes aspectos a los del agregado.

2.2.8.7. METODO DE LAS ISOCORONAS

El método de las isócronas para el estudio de la translación de la escorrentía transforma un hidrograma de lluvia efectiva en un hidrograma de escorrentía directa. La translación de la lluvia neta desde el punto en que se genera hasta el desagüe se calcula mediante el trazado de las

isócronas de la cuenca y la elaboración del histograma de áreas contributivas a lo largo del tiempo.

El método de las isocronas es una expresión de uno de los primeros conceptos de escurrimiento en una cuenca. El escurrimiento de diferentes partes de una cuenca de drenaje llega a un punto en la corriente a diferentes tiempos. El primer volumen de agua en salir de la cuenca durante una elevación de la corriente usualmente proviene del área más cercana a la salida de la cuenca. Más tarde, el agua proviene de áreas más grandes en la porción central de la cuenca, y, por último, el agua proviene de zonas alejadas de la cuenca de drenaje. Por lo tanto, la cuenca de drenaje puede dividirse en zonas donde el agua llega secuencialmente al punto de medición.

A las líneas que dividen estas zonas (figura Mapa de la cuenca con curvas isocronas), se les llama isocronas. La distribución de las zonas de isocronas (distribución del espacio en el tiempo) se considera constante en una cuenca determinada para todos los hidrogramas.

A fin de calcular esta distribución, primero es necesario calcular o suponer un tiempo medio de recorrido o una velocidad media del escurrimiento. Las isocronas se dibujan en un mapa de la cuenca, de acuerdo con la velocidad media del flujo en el canal o el tiempo de recorrido medio. Después, se determina el área de cada zona con un planímetro, y se trazan los valores en función del tiempo de retraso correspondiente (figura Distribución espacio - tiempo).

$$Q_t \Delta t = A_1 V_t + A_2 V_{t-1} + A_3 V_{t-2} + \dots + A_c V_{t-c+1}$$

La distribución de área en el tiempo es indicativa del hidrograma para una lluvia uniforme de duración unitaria, Δt , la diferencia de tiempo entre las isocronas.

Si hay varios períodos de lluvia, cada uno con un volumen diferente de escurrimiento sobre las diferentes zonas:

Donde Q_t es el caudal medio durante el período Δ , terminando en el tiempo t , y V_t es el escurrimiento en una zona durante el mismo período. Debe tenerse cuidado para que las unidades sean uniformes. La figura Hidrograma resultante. Ilustra el cálculo del hidrograma resultante para tres períodos de escurrimiento uniforme en una cuenca.

El hidrograma resultante refleja las características de retraso de la cuenca. Como el hidrograma real podría ser afectado por el almacenamiento en el canal, el hidrograma calculado con la ecuación anterior debería realizarse teniendo en cuenta el almacenamiento.

Para ello, puede usarse cualquiera de los métodos sobre tránsito y almacenamiento en cauces. En general, se considera que es ventajoso ajustar las isocronas y los parámetros de propagación por prueba y error para obtener la mejor combinación para la simulación de los hidrogramas observados.

El método de las isocronas permite que se tomen en cuenta las distribuciones no uniformes de lluvia cuando hay suficientes pluviómetros en la cuenca para delinear una configuración lluvia de modo fiable.

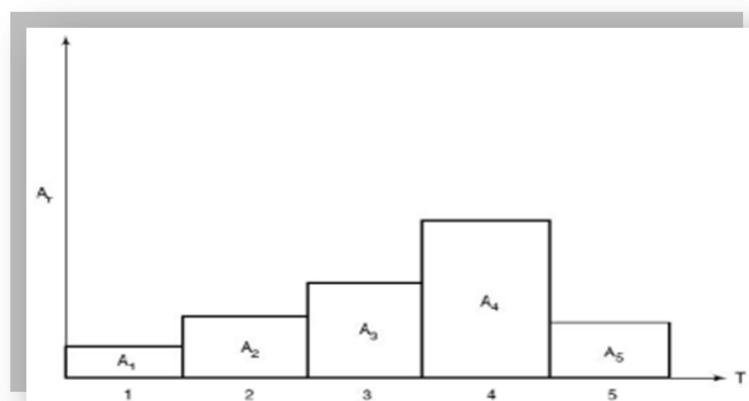


Figura 13: Distribución espacio – tiempo

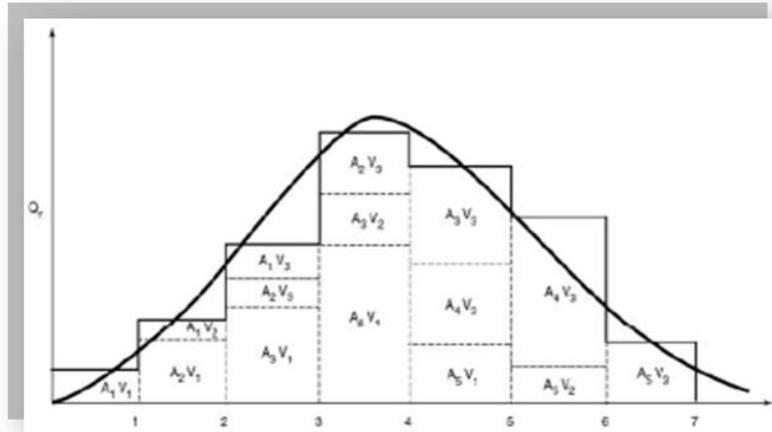


Figura 14: Hidrograma resultante

(Universidad Zaragoza, tesis doctoral, Hidrología de crecidas en pequeñas y medianas cuencas. Aplicación con modelos digitales) , departamento de ciencias de la tierra 2010, desde pág.: 51 hasta pág.: 61)

2.2.9. HIETOGRAMAS SINTETICOS

2.2.9.1. CURVAS INTENSIDAD-DURACION-FRECUENCIA

La forma más común de determinar los eventos de lluvia representativos en un área, cuenca o región, es utilizar un método que involucre una relación entre la intensidad de lluvia, la duración y las frecuencias o periodos de retorno.

La intensidad es la tasa temporal de precipitación, es decir, la cantidad de precipitación por unidad de tiempo (e.g. mm/h). Puede ser la intensidad instantánea o la intensidad promedio

$$I = \frac{P}{T_d}$$

sobre una determinada duración de lluvia. Comúnmente se utiliza la intensidad promedio que puede expresarse como:

Dónde:

I: Intensidad.

P: Precipitación.

T_d : Duración

La frecuencia se expresa en función del periodo de retorno, que es el intervalo de tiempo promedio entre eventos de precipitación, que igualan o exceden una magnitud de lluvia.

Existen múltiples ecuaciones para definir curvas IDF. Por ejemplo Wenzel (1982) dedujo, para algunas ciudades de Estados Unidos, coeficientes para utilizarse con la ecuación de la forma:

$$I = \frac{c}{T_d^e + f}$$

Dónde: c, e, y f son coeficientes que varían con el lugar y el periodo de retorno. También es posible extender la ecuación para incluir el periodo de retorno T , utilizando la ecuación:

$$I = \frac{c T^m}{T_d^e + f}$$

2.2.9.2. MAXIMA DURACION

Para una lluvia de larga duración, por ejemplo 24 horas, la precipitación total obtenida con la curva es mayor que la precipitación de referencia de 24 horas. Hay una duración de lluvia t_d , menor de 24 horas, para la cual la precipitación total se iguala con la precipitación de referencia P_d :

$$\frac{1}{t_d} = \frac{1}{24} \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0.1} - t_d^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$$

Esta duración t_d depende del valor I_1/I_d . Por ejemplo, si I_1/I_d vale 10, resolviendo por iteraciones se obtiene, 13,7 horas para t_d , momento en el cual ya ha precipitado la cantidad equivalente a P_{24} que se toma como referencia. Si planteamos una lluvia de duración mayor, obtendremos una precipitación total del evento superior a la precipitación de referencia de 24 horas.

2.2.9.3. TRANSFORMACION LLUVIA DIARIA – LLUVIA EN 24 HORAS

En la mayoría de registros meteorológicos mundiales, los registros de lluvia diaria se realizan en el intervalo comprendido entre las 8 horas de un día hasta las 8 horas del día siguiente. Para obtener la máxima precipitación en 24 horas para el intervalo con valor máximo y que comenzará y acabará en un horario distinto, se utiliza el factor corrector de la Organización Meteorológica Mundial (World Meteorological Organization WMO, 1994), que tiene un valor de 1,13 para cualquier punto en el mundo:

$$P_{24} = 1,13 P_d$$

2.2.9.4. METODO DEL BLOQUE ALTERNO

La distribución temporal de la lluvia en función de la duración de la tormenta de diseño es un dato básico para el diseño hidrológico. No producirá el mismo caudal un hietograma rectangular que otro con forma de pico, en el que la precipitación se concentra en una fracción de tiempo dentro de una tormenta. De igual modo no produce el mismo caudal un hietograma en pico dependiendo de donde esté desviado el pico, si al principio o al final de la tormenta, pues el caudal generado está relacionado con la capacidad del suelo para infiltrar agua en el momento del pico de la lluvia.

Hay varias formas de plantear el hietograma de diseño. Quizá el método más utilizado en estudios hidrológicos sea el denominado hietograma del Bloque Alterno (Alternative block method, Chow et al. 1994). Es un método simple para desarrollar el hietograma utilizando las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia.

Calcula para una duración de tormenta T_d , n intervalos de duración Δt ($T_d = n\Delta t$) y se va buscando la intensidad correspondiente a Δt , $2\Delta t$, $3\Delta t$, hasta $n\Delta t$. Se calcula la precipitación total de cada intervalo y por sucesivas diferencias se obtiene el incremento de precipitación por cada incremento de tiempo dado. Los incrementos se reordenan de mayor a menor y se construye el hietograma de diseño de modo que la intensidad máxima ocurra, normalmente, cerca del centro temporal de la tormenta, y posteriormente los bloques se colocan alternativamente a partir de este valor central a derecha e izquierda.

Hay dos parámetros que determinan la lluvia de diseño, la duración de la lluvia y el coeficiente de avance de la tormenta.

El coeficiente de avance de la tormenta (r) se define, para el caso del bloque alternativo, como la relación del tiempo antes del pico con respecto a la duración de la tormenta. La metodología a seguir se resume a continuación:

- a. En primer lugar se deduce de la curva IDF el valor de la máxima intensidad de precipitación para cada una de las duraciones acumuladas de los intervalos considerados (Δt , $2\Delta t$, ..., $n\Delta t$).
- b. Se obtiene el volumen máximo de precipitación acumulada como el producto de estas intensidades por la duración considerada (V_5 , V_{10} , ..., V_{60}).
- c. Se calcula el volumen de agua que corresponderá a cada uno de los bloques o intervalos del hietograma (V_1 , V_2 , ..., V_{12}), de modo que en todo momento el volumen total acumulado sea igual al que se

obtuvo de la curva IDF. Por lo tanto: $V_1 = V_5$, $V_2 = V_{10} - V_5$, ..., $V_{12} = V_{60} - V_{55}$.

- d. Reduciendo estos volúmenes a intensidades ($I_j = V_j/\Delta t$), se tiene la estimación de los valores por bloques. Finalmente, se ordenan los bloques colocando el primer bloque (de intensidad máxima) en el centro del hietograma, y los bloques siguientes alternativamente a un lado y al otro de la intensidad máxima en función del coeficiente de avance de la tormenta.

2.2.9.5. METODO DISTRIBUIDO DEL COEFICIENTE DE TORMENTA

Al realizar la simulación de lluvias en una cuenca siguiendo la metodología expuesta, donde se obtiene un hietograma para cada punto de la cuenca, se puede diseñar una distribución areal del coeficiente de tormenta, con lo que la forma de los hietogramas es diferente en cada punto de la cuenca.

La forma más sencilla de desarrollar esta característica es la de considerar una distribución lineal a lo largo de un eje que puede coincidir, o no, con el eje de la cuenca.

Si en la zona próxima a la cabecera de cuenca adoptamos un coeficiente de avance de tormenta por ejemplo 1/10 y en la zona cerca de la salida de la cuenca 9/10, tendremos que el núcleo de la tormenta se va desplazando en la misma dirección que el escurrimiento de caudales por el curso principal, y obtendremos caudales punta más elevados que con un coeficiente de tormenta uniforme para todos los puntos de la cuenca. Por el contrario, si invertimos estos valores obtendremos valores más bajos.

(Universidad Zaragoza, Tesis Doctoral, Hidrología De Crecidas En Pequeñas Y Medianas Cuencas. Aplicación Con Modelos Digitales Del

2.3. ESTABILIDAD DE TALUDES

En su mayoría los deslizamientos son el producto de las condiciones geológicas, hidrológicas, geomorfológicas y la modificación de estas por procesos geodinámicas, vegetación, uso de la tierra, actividades humanas, y la frecuencia e intensidad de las precipitaciones y en pocas veces relacionados con la sismicidad.

La ocurrencia de este fenómeno está sujeta a muchos grados de incertidumbre debido a que los deslizamientos incluyen diferentes tipos de movimientos, velocidades, modos de falla, tipo de material del suelo, restricciones geológicas, etc. cuando existe incertidumbre de la posibilidad o no de la ocurrencia de un fenómeno, generalmente, se toman decisiones equivocadas de diseño.

Una zonificación de amenazas y riesgos nos permite evaluar parcialmente un posible problema y es una herramienta muy útil para la toma de decisiones, especialmente en las primeras etapas de planeación de un proyecto.

La zonificación consiste en la división del terreno en áreas homogéneas y la calificación de cada una de estas áreas, de acuerdo al grado real o potencial de amenaza o de riesgo. el mapeo puede realizarse sobre un área donde se tiene información de la ocurrencia de deslizamientos o se tiene un inventario de estos eventos, o sobre áreas en las cuales no se tiene conocimiento de deslizamientos en el pasado, pero en nuestro caso se cuenta con una pobre información sobre deslizamientos pero se cuenta con una considerable información sobre el tipo de suelos que se tienen en algunos sectores de nuestra ciudad para lo cual se requiere predecir la posibilidad de amenazas hacia el futuro.

Se debe diferenciar entre técnicas de análisis relativo y técnicas de análisis absoluto. El análisis relativo presenta la posibilidad diferencial de ocurrencia de deslizamientos sin dar valores exactos y en el análisis absoluto se presentan factores de seguridad o probabilidad real de ocurrencia de movimientos.

En este caso la zonificación es generalmente imprecisa debido a que la inestabilidad de taludes y laderas es un problema de alta complejidad y todavía muy poco entendido.

En cada país o región se utilizan términos diferentes y es importante que nos pongamos de acuerdo en algunos términos básicos. El término más aceptado universalmente y el cual sirve de base para nuestro análisis es el de talud.

2.3.1. TALUD

Es una composición o masa de tierra que no es uniformemente plana sino que tiene pendiente o ciertos cambios de altura significativos. En la literatura técnica se define como ladera cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural y talud cuando es conformada artificialmente o sea por acción del hombre". (Suárez, 1998)

Los taludes se pueden agrupar en cuatro categorías generales:

- Los terraplenes
- Los cortes de laderas naturales
- Los muros de contención
- Cortes en vías.

Los taludes que han permanecido estables por muchos años pueden fallar en cualquier momento debido a:

- Cambios topográficos
- Sismicidad

- Flujos de agua subterránea
- Cambios en la resistencia del suelo
- Meteorización

Un talud estable que no se lo trate o se lo monitoree puede convertirse en un “deslizamiento”.

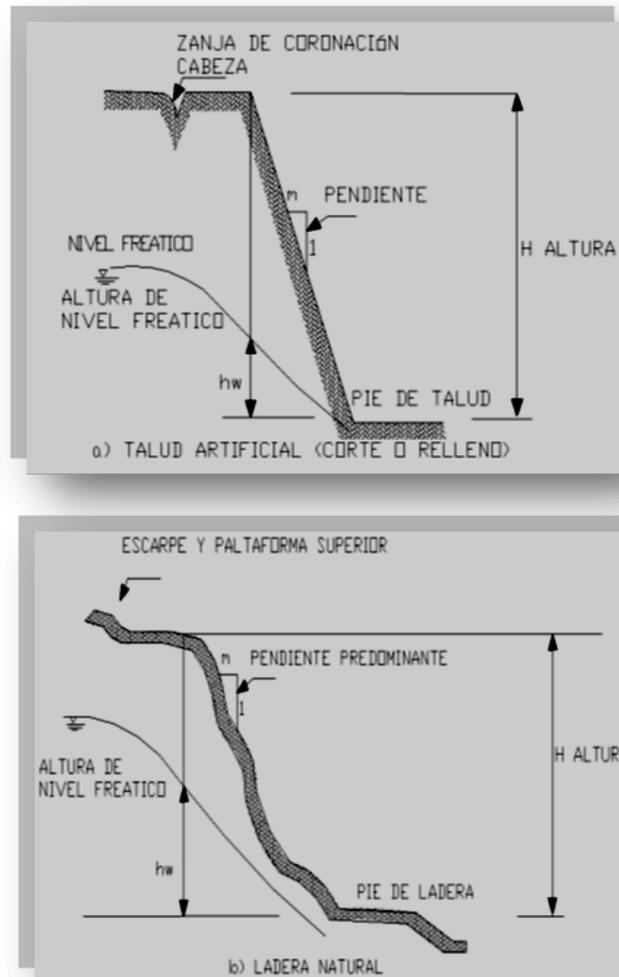


Figura 15: Partes de un talud

2.3.2. PARTES GENERALES DE UN TALUD

Cuando se trata de taludes o laderas existen varios términos o palabras para definir las partes de un talud.

En el talud o ladera se definen los siguientes elementos constitutivos:

2.3.3. ALTURA

Es la distancia vertical entre el pie y la cabeza del talud, la cual se presenta claramente definida en taludes artificiales pero es complicada de cuantificar en las laderas debido a que el pie y la cabeza no son accidentes topográficos bien marcados.

2.3.4. PIE, PATA O BASE

Corresponde al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte inferior. La forma el pié de una ladera es generalmente cóncava.

2.3.5. CABEZA CRESTA CIMA O ESCARPE

Se refiere al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte superior del talud o ladera.

2.3.6. ALTURA DE NIVEL FREÁTICO

Distancia vertical desde el pie del talud o ladera hasta el nivel de agua medida debajo de la cabeza.

2.3.7. PENDIENTE

Es la medida de la inclinación del talud o ladera. Puede medirse en grados, en porcentaje o en relación $m/1$, en la cual m es la distancia horizontal que corresponde a una unidad de distancia vertical. *(Suárez días Jaime, 1998)*

Los suelos más resistentes y duros generalmente forman laderas de mayor pendiente y los materiales de baja resistencia o blandos tienden a formar laderas de baja pendiente.

Existen, además, otros factores topográficos que se requiere definir como son longitud, convexidad (vertical), curvatura (horizontal) y área de cuenca de drenaje, los cuales pueden tener influencia sobre el comportamiento geotécnico del talud.

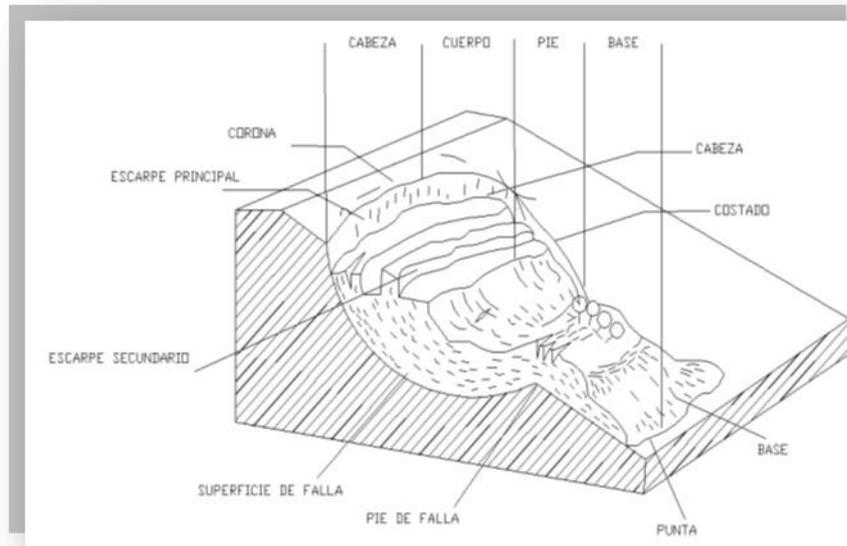


Figura 16: Nomenclatura de un deslizamiento

2.3.8. NOMENCLATURA DE UN DESLIZAMIENTO

2.3.8.1. ESCARPE PRINCIPAL

Corresponde a una superficie muy inclinada a lo largo de la periferia del área en movimiento, causado por el desplazamiento del material fuera del terreno original. La continuación de la superficie del escarpe dentro del material forma la superficie de falla.

2.3.8.2. ESCARPE SECUNDARIO

Una superficie muy inclinada producida por desplazamientos diferenciales dentro de la masa que se mueve.

2.3.8.3. CABEZA

Las partes superiores del material que se mueve a lo largo del contacto entre el material perturbado y el escarpe principal.

2.3.8.4. CIMA

El punto más alto del contacto entre el material perturbado y el escarpe principal.

2.3.8.5. CORONA

El material que se encuentra en el sitio, prácticamente inalterado y adyacente a la parte más alta del escarpe principal.

2.3.8.6. SUPERFICIE DE FALLA

Corresponde al área debajo del movimiento que delimita el volumen de material desplazado. El volumen de suelo debajo de la superficie de falla no se mueve.

2.3.8.7. PIE DE LA SUPERFICIE DE FALLA

La línea de interceptación (algunas veces tapada) entre la parte inferior de la superficie de rotura y la superficie original del terreno.

2.3.8.8. BASE

El área cubierta por el material perturbado abajo del pie de la superficie de falla.

2.3.8.9. PUNTA O UÑA

El punto de la base que se encuentra a más distancia de la cima.

2.3.8.10. COSTADO O FLANCO

Un lado (perfil lateral) del movimiento.

2.3.8.11. CUERPO PRINCIPAL DEL DESLIZAMIENTO

El material desplazado que se encuentra por encima de la superficie de falla.

2.3.8.12. SUPERFICIE ORIGINAL DEL TERRENO

La superficie que existía antes de que se presentara el movimiento.

2.3.8.13. DERECHA E IZQUIERDA

Para describir un deslizamiento se prefiere usar la orientación geográfica, pero si se emplean las palabras derecha e izquierda debe referirse al deslizamiento observado desde la corona mirando hacia el pie.

(Asociación de ingenieros de minas del Ecuador **AIME**), (Suárez días Jaime, 1998)

CLASIFICACION DE LOS DESLIZAMIENTOS

Los fenómenos de inestabilidad incluyen generalmente una combinación de procesos erosionables inter-relacionados entre sí y a menudo mezclados. Por ejemplo la erosión en ríos es un fenómeno activador de movimientos en masa y los dos fenómenos actúan conjuntamente en el proceso de inestabilidad. Los procesos denudaciones pueden activar procesos erosionables y viceversa. Los procesos de erosión actúan generalmente sobre las capas más sub-superficiales del perfil y los de “remoción en masa” afectan comúnmente el perfil a una profundidad considerable.

2.3.8.14. CAIDO

Consiste en el desprendimiento así como de la caída de materiales del talud. En los caídos una masa sea cual fuese el tamaño se desprende de un talud de pendiente considerable, a lo largo de la superficie del mismo, en el que ocurre ningún o muy poco desplazamiento de corte y desciende principalmente, a través del aire por caída libre, puede ser a saltos o rodando. Los bloques desprendidos pueden ser desde partículas relativamente pequeños hasta masa de varios metros cúbicos.

Los factores que indican el tipo preciso de movimiento son la pendiente del talud, la morfología así como la rugosidad de la superficie (incluyendo la capa vegetal). La observación muestra que los movimientos tienden a comportarse de la siguiente manera:

- Como caídos de caída libre cuando la pendiente superficial es de más de 75 grados
- En taludes de ángulo menor generalmente, los materiales rebotan
- En los taludes de menos de 45 grados los materiales tienden a rodar.
- La velocidad de los materiales (Ec. 1) siempre va a depender de la altura de caída:

$$V = 2 gh$$

Dónde:

- **g** = Aceleración debida a la gravedad
- **h** = Altura de caída.
- **V** = Velocidad

Las partículas desprendidas siempre serán de diferentes tamaños los cuales se romperán en el proceso de caído. Los caídos de tierra corresponden a materiales compuestos de partículas pequeñas de suelo o masas blandas.

La acumulación del material caído sobre el pie del talud se le denomina “escombros”. Es común observar la clasificación de los materiales con los bloques de mayor tamaño hacia la parte inferior del depósito.

Se indican como causas de los caídos de suelos la lluvia, el suelo fracturado, el viento, la escorrentía, el movimiento de los animales, la erosión diferencial, las raíces de los árboles, los nacimientos de agua, las vibraciones de maquinaria y vehículos y la descomposición del suelo. Deben incluirse adicionalmente, los sismos, los cortes de las vías, explotación de materiales, siembras.

2.3.8.15. INCLINACION O VOLTEO

Este es un movimiento que consiste en una rotación hacia delante de suelo con centro de giro por debajo del centro de gravedad y generalmente, ocurren en las formaciones rocosas.

Las fuerzas que lo producen son generadas por las unidades adyacentes, el agua en las grietas o juntas, expansiones y los movimientos sísmicos. (Suárez días Jaime, 1998).

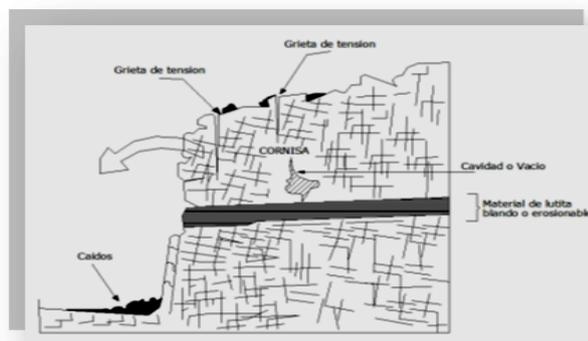


Figura 17: Volteo o inclinación en materiales residuales

Las características de la estructura de la formación geológica determinan la forma de ocurrencia de la inclinación. Las características de buzamiento y estratificación de los grupos de discontinuidades definen el proceso.

Los diferentes tipos de inclinaciones pueden variar de extremadamente lentas a extremadamente rápidas generalmente son lentas al inicio y aumentan de velocidad con el tiempo. Dependiendo de las características geométricas del terreno y de estructura geológica, la inclinación puede o no terminar en caídos o en derrumbes.

2.3.8.16. REPTACION

Este tipo de movimiento consiste en movimientos muy lentos a extremadamente lentos del suelo sub-superficial sin una superficie de falla definida. Por lo general la profundidad del movimiento puede ser desde pocos centímetros a varios metros. Generalmente, el desplazamiento horizontal es de unos pocos centímetros al año y afecta a grandes áreas

de terreno. Generalmente ocurre en laderas donde la pendiente tiende de baja a media. A este proceso se le atribuye a las alteraciones climáticas relacionadas con los procesos de humedecimiento y secado en suelos, usualmente, muy blandos o alterados. La reptación puede preceder a movimientos más rápidos como los flujos o deslizamientos.

2.3.8.17. DESLIZAMIENTO

Los deslizamientos consisten en un desplazamiento de corte a lo largo de una o varias superficies, que pueden detectarse fácilmente o dentro de una zona relativamente delgada. El movimiento puede ser progresivo, o sea, que no se inicia simultáneamente a lo largo de toda la superficie de falla.

Los deslizamientos pueden obedecer a procesos naturales o a desestabilización de masas de tierra por el efecto de actividades ocasionadas por el hombre como lo son cortes, rellenos, deforestación, etc.

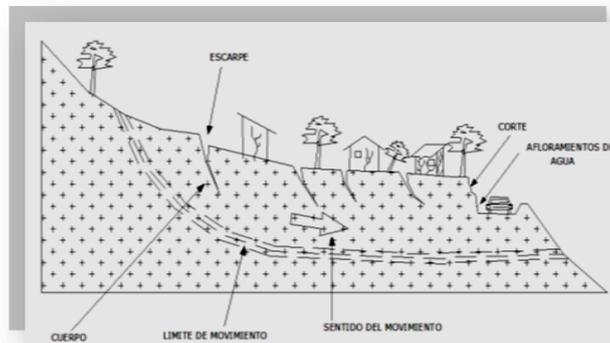


Figura 18: Deslizamientos en suelos blandos

A los deslizamientos se puede clasificar en dos subtipos:

- Deslizamientos de rotación
- Deslizamientos de traslación

Esta diferenciación es importante porque puede definir el sistema de análisis y estabilización a emplearse.

2.3.8.18. DESLIZAMIENTO ROTACIONAL

Se denomina deslizamiento rotacional cuando la superficie de falla es cóncava hacia arriba y el movimiento es rotacional con respecto a un eje paralelo a la superficie del terreno y transversal al deslizamiento.

Visto en planta el deslizamiento posee una serie de agrietamientos concéntricos y cóncavos en la dirección del movimiento.

Los deslizamientos estrictamente rotacionales ocurren usualmente, en suelos homogéneos, sean naturales o artificiales y por su facilidad de análisis son el tipo de deslizamiento más estudiado en la literatura.

En la cabeza del movimiento, el desplazamiento es aparentemente semivertical y tiene muy poca rotación, sin embargo se puede observar que generalmente, la superficie original del terreno gira en dirección de la corona del talud, aunque otros bloques giren en la dirección opuesta.

Frecuentemente la forma y localización de la superficie de falla está influenciada por las discontinuidades, juntas y planos de estratificación. El efecto de estas discontinuidades debe tenerse muy en cuenta en el momento que se haga el análisis de estabilidad.

2.3.8.19. DESLIZAMIENTO DE TRASLACIÓN

En este tipo de deslizamiento el movimiento de la masa tiene un desplazamiento hacia fuera o hacia abajo. Por lo general el tipo de movimiento de rotación trata de auto estabilizarse, mientras uno de traslación puede progresar indefinidamente a lo largo de la ladera hacia abajo. En muchos deslizamientos de traslación la masa se deforma y puede convertirse en flujo.

En suelos residuales de rocas ígneas y metamórficas ácidas con perfiles de meteorización profundos son comunes los deslizamientos profundos a lo largo de superficies de falla planas. Estos deslizamientos son generalmente rápidos.

2.3.8.20. ESPARCIMIENTO LATERAL

En este tipo de deslizamiento el modo de movimiento dominante es la extensión lateral dividida por fracturas de corte del suelo y tensión del mismo, sobre suelos plásticos. El mecanismo de falla puede incluir elementos no solo de rotación y translación sino también de flujo. La falla es generalmente progresiva, o sea, que se inicia en un área local y se extiende. Los esparcimientos laterales son muy comunes en sedimentos glaciales y marinos.

2.3.8.21. FLUJO

En un flujo existen movimientos relativos de las partículas de una masa que se mueve o desliza sobre una superficie. Las deformaciones relativas internas son muy grandes y fluye en forma similar a un fluido viscoso. El flujo puede ser laminar a turbulento. Los flujos pueden ser lentos o rápidos, así como secos o húmedos y los puede haber de roca, de residuos o de suelo o tierra.

Los flujos muy lentos o extremadamente lentos pueden asimilarse en ocasiones, a los fenómenos de reptación en el que la velocidad del movimiento disminuye al profundizarse en el perfil, sin que exista una superficie definida de rotura.

La ocurrencia de flujos está generalmente, relacionada con la saturación de los materiales sub-superficiales. Algunos suelos absorben agua muy fácilmente cuando son alterados, fracturados o agrietados por un deslizamiento inicial y esta saturación conduce a la formación de un flujo.

2.3.8.22. FLUJO DE RESIDUOS

Generalmente, el flujo de residuos es la transformación del flujo de rocas en donde los materiales se van triturando por el mismo proceso de flujo y

se puede observar una diferencia importante de tamaño de las partículas entre la cabeza y el pie del movimiento.

El movimiento de los flujos de residuos puede ser activado por las lluvias, debido a la pérdida de resistencia por la disminución de la succión al saturarse el material o por el desarrollo de fuerzas debidas al movimiento producido por la presencia del agua subterránea.

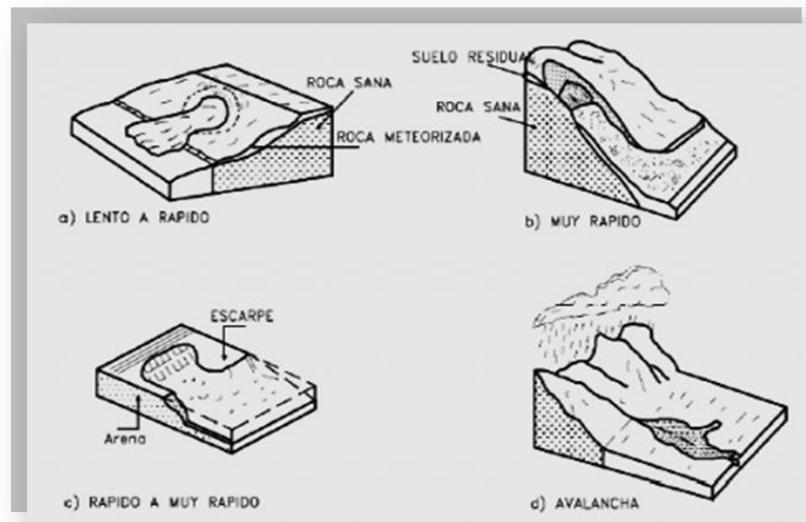


Figura 19: Flujos de diferentes velocidades

Estos movimientos se inician a velocidades moderadas y va aumentando a medida que progresa hacia abajo de la ladera o cauce. Al aumentar la velocidad va arrastrando materiales y objetos de diferentes tamaños.

2.3.8.23. FLUJO DE SUELO O TIERRA

Los flujos de tierra ocurren generalmente en suelos que se encuentran saturados, pero también pueden ocurrir movimientos de suelo en materiales secos. Se inician comúnmente como deslizamientos de rotación o traslación y al acumularse los suelos sueltos abajo del pie del deslizamiento, estos se desplazan sobre la ladera.

Pueden ser rápidos o lentos de acuerdo al contenido de humedad y la pendiente del talud o ladera de ocurrencia.

2.3.8.24. FLUJOS DE LODO

Los flujos de lodo consisten en que los materiales de suelo tienen gran presencia de finos y sus contenidos de humedad son demasiado altos llegando al punto de suelos suspendidos en agua. En los flujos de lodo las velocidades son muy altas y poseen fuerzas destructoras grandes. Un flujo de lodo posee tres unidades morfológicas:

- Un origen que generalmente es un deslizamiento
- Un camino o canal de flujo
- Una zona de acumulación

2.3.9. FACTORES QUE AFECTAN EL COMPORTAMIENTO DE UN TALUD

Los deslizamientos producidos por factores que modifican el comportamiento del suelo pueden variar de sencillos a complejos, por lo general tienen que ver con las propiedades del suelo tanto físicas como mecánicas, así como factores externos que actúan sobre el mismo.

2.3.9.1. LA LITOLOGÍA O FORMACIÓN GEOLÓGICA

La formación geológica está determinada por los diferentes tipos de suelo que van a existir en la zona de estudio, si la clasificación es homogénea vamos a tener una formación fácil de interpretar y de analizar, pero cuando una zona determinada tiene una clasificación de suelo diversa, el comportamiento de cada material va ser muy diferente a los demás por lo que se recomienda un análisis por separado.

2.3.9.2. LA GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología de un suelo nos permite conocer los cambios que están actuando sobre la zona en estudio, ya que son procesos que han producido cambios desde su estado inicial. Por lo que se recomienda elaborar un cuadro de cambios que ha sufrido el suelo así como los que se pueden producir en el futuro.

2.3.9.3. LA TOPOGRAFÍA

El factor topografía juega un papel muy importante en lo que es estabilización de taludes, los cortes que existen en el terreno bien sean por deslizamientos así como producidos por el hombre pueden ser causas notables de que una determinada masa de tierra se deslice a través de la superficie del terreno.

Cuando se realizan cortes de gran pendiente los cuales sobrepasen al ángulo de la pendiente de equilibrio la cual es 45° se tiene un terreno susceptible a soportar un deslizamiento.

2.3.9.4. EL CLIMA Y LA HIDROLOGÍA

El comportamiento de un talud depende el clima existente en el sitio donde se encuentra ya que la gran presencia de precipitaciones va a afectar el comportamiento del suelo según el tipo que se tenga luego de haber realizado una clasificación del mismo. Puede haber una saturación de las partículas de suelo a tal punto de que ya no atrapen humedad y se produzca un deslizamiento por la cantidad de agua existente en el sitio. Los diferentes cambios climáticos es una causa para que frecuentemente se tenga cambios de perfiles del terreno debido a deslizamientos así como escorrentías superficiales, existiendo además cambios en los diferentes tipos de fuerzas existentes en el talud.

2.3.9.5. LA HIDROGEOLOGÍA

Al momento de realizar un analizar para estabilizar un talud se debe elaborar un mapa de factores o causas que lo están afectando y podrían afectar a futuro al comportamiento del mismo en el cual vamos hacer constar lo siguiente:

- Zonas de infiltración, por lo general arriba del talud
- Permeabilidad del suelo
- Capacidad de absorción del suelo

2.3.9.6. LA SISMICIDAD

Por encontrarnos en una zona de cadenas montañosas estamos propensos a eventos sísmicos, ya que pueden ser originados por procesos tectónicos o actividad volcánica, un sismo puede activar deslizamientos, dependiendo de la magnitud del mismo.

2.3.9.7. LA VEGETACIÓN

Cuando un talud se encuentra protegido por una capa vegetal y mejor aun cuando existen árboles que poseen raíces las cuales están a gran profundidad ayudan a mantener estabilizado el terreno ya que sujetan el suelo actuando como un refuerzo absorbente de humedad, evitando así evapotranspiración e infiltración de agua.

2.3.10. PARÁMETROS GEOMÉTRICOS

La conformación topográfica del talud:

- Altura
- Pendiente
- Curvatura
- Largo y ancho

Actuando en forma conjunta o separada, afectan la estabilidad de un talud, por cuanto determinan los niveles de esfuerzos totales y las fuerzas de gravedad que provocan los movimientos.

Entre los parámetros geométricos se debe considerar los siguientes:

2.3.10.1. PENDIENTE

Dependiendo del tipo de suelo que tenemos un talud podemos trabajar con pendientes tratando en su mayoría de que no sobrepase los 45°, evitando así de que nuestro talud sufra cambios en su comportamiento y causar un deslizamiento de considerable magnitud.

Según skempton, teóricamente en suelos granulares limpios y secos el ángulo de inclinación del talud con la horizontal no debe sobrepasar el del ángulo de fricción del material.

2.3.10.2. CURVATURA

2.3.10.3. La curvatura existente en un talud afecta a que la masa de suelo se mantenga en equilibrio e inclusive ayudaría a la erosión del suelo debido a las escorrentías dando velocidad del agua que en la superficie fluye.

2.3.10.4. LARGO - ANCHO

Mientras la longitud del talud aumenta la erosión que en la superficie se presente será mayor ya que las aguas que recorran la superficie del talud y si la pendiente es considerable se tendrá una erosión que modificará los perfiles del terreno.

2.3.10.5. ÁREAS DE INFILTRACIÓN ARRIBA DEL TALUD

Se debe tener mucho cuidado con las aguas superficiales que existen en la zona ya

que tener presencia de humedad afectando así las propiedades físicas del suelo, no solo se debe realizar un monitoreo de estas aguas a corta distancia en la corona del talud sino que debe realizárselo a varios kilómetros arriba del talud, analizando si a lo mejor existen canales, piscinas, tanques reservorios, sistemas de riego en plantaciones, etc.

2.3.11. PARÁMETROS GEOLÓGICOS

La geología generalmente, define las características o propiedades del suelo. La formación geológica determina la presencia de materiales duros

o de baja resistencia y las discontinuidades pueden facilitar la ocurrencia de movimientos a lo largo de ciertos planos de debilidad.

2.3.12. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

2.3.12.1. RESISTENCIA AL CORTANTE

La resistencia al corte representa la modelación física del fenómeno de deslizamiento. Los parámetros que se debe tener muy en cuenta son el ángulo de fricción y cohesión los cuales determinan el factor de seguridad del deslizamiento de una determinada superficie dentro del terreno.

2.3.12.2. PERMEABILIDAD

Es la capacidad de resistencia del suelo frente a la presencia de agua, la cual origina presencia de aguas subterráneas, cohesión de los suelos etc.

La permeabilidad mide la resistencia interna de los materiales a la presencia del agua y puede definir el régimen de agua subterránea, concentración de corrientes, etc.

2.3.12.3. EXPANSIVIDAD

La expansividad por lo general se nos presenta en suelos arcillosos, en los cuales al momento que se encuentran en contacto con el agua aumentan de volumen cambiando la forma de determinada masa de suelo, este fenómeno actúan en estructuras las cuales se encuentran en este tipo de suelo provocando colapsos de

las obras parciales o totales. (Suárez, 1998)

2.3.13. MÉTODOS Y ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN

2.3.13.1. INTRODUCCIÓN

El principal objetivo que debemos tener en cuenta al momento de decidir que estructura se utiliza para la estabilización o contención de muros de

tierra o taludes es el resistir las fuerzas ejercidas por la tierra contenida, y transmitir esas fuerzas en forma segura a la cimentación o a un punto por fuera de la masa de suelo analizada de movimiento. En el caso de un deslizamiento de tierra el muro ejerce una fuerza para contener la masa inestable y transmite esa fuerza hacia una cimentación o zona de anclaje por fuera de la masa susceptible de moverse. Las deformaciones o movimientos de la estructura de contención o del suelo a su alrededor deben evitarse en lo más mínimo para garantizar su estabilidad.

Se debe tener muy en cuenta dos condiciones para diseñar la estructura de contención las cuales se las detalla a continuación:

2.3.13.2. CONDICIÓN DE TALUD ESTABLE

Esto lo más típico que se usa en cuanto a los análisis de muros de contención en los diferentes textos de mecánica de suelos y cimentaciones. Se supone que se trabaja con un suelo homogéneo el cual va a generar una presión de tierras de acuerdo a las teorías de Rankine o Coulomb y la fuerza activa tiene una distribución de presiones en forma triangular.

2.3.13.3. CONDICIÓN DE DESLIZAMIENTO

Cuando existe la posibilidad de que un deslizamiento se da o estemos tratando con la estabilización de un movimiento que se encuentre activo, la teoría de presión de tierra tanto la de Rankine como la de Coulomb no indica la realidad de las fuerzas que actúan sobre el muro, por lo que el valor de las fuerzas que actúan sobre el muro son muy superiores a las calculadas por teorías tradicionales.

Los costos en la construcción de estructuras de contención por lo general son mayores a los destinados para conformar un talud por lo tanto al momento de escoger la obra a realizarse debe tenerse mucho cuidado su efectividad como método de estabilización, y mientras se esté realizando

el diseño se debe mantener su altura lo más baja posible. (*Braja m. das 1999*)

2.3.14. TIPOS DE ESTRUCTURAS

Existen varios tipos generales de estructura, y cada una de ellas tiene un sistema diferente de transmitir las cargas.

2.3.14.1. MUROS MASIVOS RÍGIDOS

Este tipo de estructura se caracteriza por su rigidez la cual depende de la cantidad y el tipo de hormigón que en el muro se coloque, además de estar compuestos por hormigón existen muros que contienen refuerzo tanto en su estructura así como en el terreno a estabilizar. Depende mucho el suelo donde se construirá este tipo de muros ya que de su cimentación depende la capacidad de transmitir los diferentes tipos de fuerzas al cuerpo del muro. Este tipo de muros son los más utilizados en nuestro medio para la estabilización de taludes.

Además al momento de elaborar un hormigón previamente se debe realizar una correcta dosificación para obtener la resistencia a la compresión del mismo. Entre el tipo de muros rígidos más comunes tenemos:

○ MUROS DE CONCRETO ARMADO

Este tipo de muros cumplen con la función para la que fueron diseñados, pero

Tiene mucho que ver el tipo de suelo en el que se lo va a realizar, ya que si existe poca cohesión del mismo a futuro podemos tener problemas en la cimentación y estructura del mismo, el control de la humedad o presencia de niveles freáticos son muy importantes para evitar saturación del suelo y posibles deslizamientos o asentamientos de la estructura.

No se recomienda la construcción de este tipo de muro en pendientes fuertes y alturas considerables ya que económicamente no son recomendables por la cantidad de refuerzo que podría llevar tanto el cuerpo del muro así como en su cimentación el poco peso de estos muros no brindan confianza al momento de estabilizar considerables masas de tierra.

- **MUROS DE CONCRETO SIMPLE**

La construcción de muros de concreto simple es fácil de realizarlos se puede dar la forma que establezca el diseño o la topografía del terreno, en nuestro medio este tipo de muro es muy utilizado para estabilizar terrenos de poca altura, también cantidades de suelo considerables siempre y cuando la altura no sea mayor a los tres metros y la pendiente sea baja no mayor de 30° con respecto a la horizontal.

En este tipo de muros la cimentación es muy importante ya que debe ser de dimensiones capaces de soportar presiones de tierra laterales por lo que se necesita gran cantidad de hormigón, una desventaja que tiene el muro de hormigón simple por el simple hecho de no llevar refuerzo es que no tiene la capacidad de soportar deformaciones importantes del suelo. Para alturas más de tres metros no son recomendables económicamente.

- **MUROS DE HORMIGÓN CICLÓPEO**

Los muros de hormigón ciclópeo tienen igual características que los muros de hormigón simple con la diferencia de que al momento de colocar la mezcla de hormigón se utiliza piedra la cual puede ser de río o mina la cual se la va colocando al momento de fundición del muro tratando de ir compactando para que los bloques de piedra queden bien adheridos entre sí. Económicamente es recomendada la realización de este tipo de estructuras ya que con la colocación de piedra se reduce en gran cantidad el hormigón, pero existe una gran desventaja primero que son muros de anchos considerables y cimentaciones profundas así mismo el muro en si

por el tamaño de la piedra no puede trabajar a flexión, o sea están más propensos a fracturaciones del concreto.

2.3.14.2. MUROS FLEXIBLES

Estas estructuras son realizadas con materiales que sean flexibles o soporten los diferentes tipos de movimientos ocasionados por las cargas que en el suelo actúan entre los más conocidos tenemos:

○ MURO DE GAVIONES

Los muros armados por gaviones son económicos siempre y cuando el material de

relleno de las jaulas de malla electro soldada este cerca del terreno a estabilizar ya que si no existe cerca del sitio el rubro por transporte tomará valores muy elevados al momento de la construcción. Por lo general la construcción de este tipo de muros se los realiza con la finalidad de soportar presiones de suelo en el que existe presencia de humedad por lo que vendría a trabajar como un sistema de drenaje.

Este tipo de estructuras se las realiza por lo general en vías de comunicación en donde se tiene presencia de aguas subterráneas; también se los utiliza para proteger cauces de río, en curvas donde pueda existir socavación del terreno causando grandes deslizamientos, como este tipo de muros va a trabajar a frecuentemente con presencia de humedad el material de relleno de las jaulas debe ser de buena calidad, como por ejemplo la resistencia a los sulfatos para saber si no es de fácil disgregación.

○ MURO DE CRIBAS

Es un elemento prefabricado el cual va armado de manera uniforme intercalado con el suelo; este tipo de muros son demasadamente costosos debido a que las cribas se las debe prefabricar, la elaboración de éstas lleva dinero y tiempo tanto de fabricación como de colocación en

obra. En nuestro medio se hace este tipo de muros pero con la diferencia de que en reemplazo de las cribas se utiliza madera en donde se corre el riesgo de que la madera se pudra y la obra colapse.

En los espacios que queda entre criba y criba se debe colocar material granular de mejoramiento el cual tenga la capacidad de actuar como drenaje para no saturar el suelo que se encuentra estabilizando la criba. Es recomendable aplicar este método de estabilización en taludes no mayores a 5 metros de altura.

- **MURO ARMADO DE LLANTAS**

Este es un método rústico ya que para realizarlo se utiliza material de reciclaje es decir llantas usadas, por lo que al momento de construir el muro no se tendrá una geometría homogénea debido a que no siempre se va a tener un solo tipo de llanta tanto en su ancho como en su diámetro y espesor, además no están en capacidad de soportar presiones fuertes del suelo ya que si se presentan se transformaría en un resorte que se deformará fácilmente.

Este método no es recomendable para estabilizar taludes de fuertes pendientes ya

que no tienen un diseño claro establecido ni tampoco se conoce la vida útil del mismo.

2.3.14.3. MUROS DE TIERRA ARMADA

Los muros de tierra armada es un método de estabilización el cual se va compactando en capas aproximadamente iguales de suelo con un material de mejoramiento diferente al existente en el talud a estabilizar cuya finalidad es aumentar la resistencia a la tensión y al corte. Estas estructuras son fáciles de construir pero al mismo tiempo se corre mucho riesgo al momento de compactarlo.

Debido a la compactación del material de mejoramiento el cual puede adaptarse fácilmente a la topografía, permite construirse sobre fundaciones débiles, tolera asentamientos diferenciales y puede demolerse o repararse fácilmente, pero es el que más espacio requiere de lo que se diferencia de las demás construcciones de estructuras de contención.

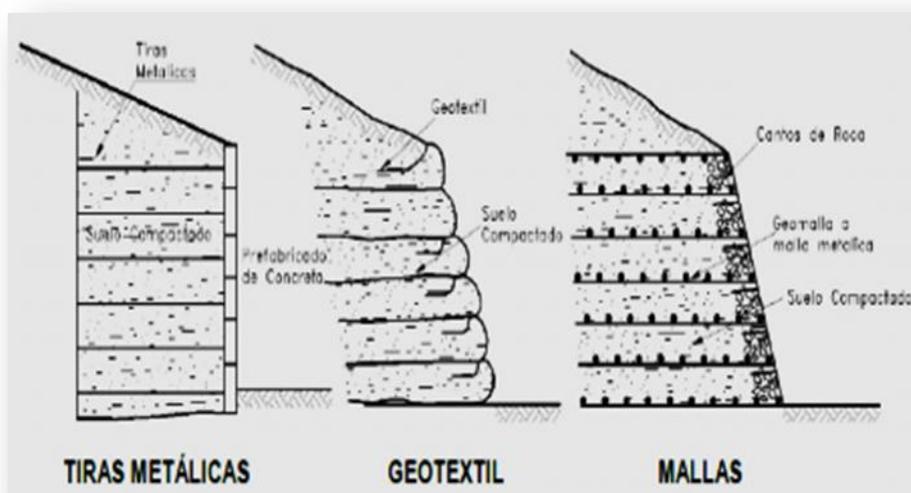


Figura 20: Muros de tierra armada

○ REFUERZO CON TIRAS METÁLICAS

La construcción de este tipo de método actúa como un muro flexible, consiste en conseguir un tipo de material con el cual se va a hacer el relleno de preferencia debe ser un suelo granular para evitar la saturación del mismo debido a la humedad; las tiras metálicas de refuerzo que van a ser franjas de un espesor delgado y anchas las cuales van a ser colocadas a intervalos regulares e iguales.

Un recubrimiento o escama sobre la pared frontal del muro.

También en lugar del recubrimiento o escamas se puede utilizar lo que es una pequeña pared o muro de hormigón prefabricado para sujetar las tiras

metálicas, dándole al entorno o a la fachada del muro un aspecto decorativo y de buen acabado.

- **REFUERZO CON GEOTEXTIL**

Al momento de realizar un muro de tierra armada reforzado con geotextil se corre el peligro de que no resista grandes presiones del suelo por lo que va a tender a deformarse fácilmente; si tenemos presencia de humedad en el muro de tierra armada y si no existe un correcto manejo de la misma el geotextil va a debilitar el muro debido a que se van a convertir en capas de deslizamiento. Además debemos tener en cuenta que el geotextil se va a descomponer con la luz solar así como un suelo de materia orgánica por lo que en la pared del muro se debe colocar un tipo de recubrimiento capaz de proteger de los factores climáticos en las capas de compactación; por encima del geotextil debe ser un material granular el cual ayude a la evacuación rápida de aguas subterráneas.

- **REFUERZO CON GEOMALLAS**

Con la construcción de este tipo de muros vamos a proporcionar un cierto grado de rigidez a la estructura debido a la influencia de las geomallas, por lo cual cada capa no se lo considera como un punto de debilidad al deslizamiento, si la compactación se la realiza de la forma correcta ayudarán a la estabilización del talud en conjunto con la geomalla.

Dependiendo del tipo de material que se tenga en la zona a estabilizar y al tipo de material de mejoramiento que se coloque, la malla puede sufrir factores como la corrosión.

2.3.14.4. ESTRUCTURAS ANCLADAS

La finalidad de este tipo de estructuras es estabilizar una masa de suelo con el uso de varillas las cuales al ser ancladas trabajan como una fuerza de contención del suelo; éstas varillas en la mayoría son de acero o

cables tensores los cuales van dentro de un tubo galvanizado, penetrados en el suelo con su ángulo especificado con respecto a la horizontal.

Las perforaciones para la colocación de los anclajes se los realizan mediante posteadora o por medio de un taladro, además al momento de que el anclaje se encuentra dentro del orificio en el que va a ser colocado en toda la longitud del anclaje a se debe aplicar hormigón auto-compactante el cual va a fijar las patas de agarre del anclaje en el talud; por lo general se aplica en la estabilización de taludes en roca. Como ya se lo mencionó anteriormente en muros donde trabaja acero se va a tener problemas de corrosión.

○ **MUROS ANCLADOS**

El proceso constructivo de este tipo de estructura es cuando se tiene alturas considerables, es decir se realizará un muro sobre el talud a estabilizar el cual luego de que ha fraguado el hormigón se hace varias perforaciones a la longitud deseada del anclaje sobre el talud para su colocación; en la parte final del talud se coloca hormigón para agarre de las patas del anclaje luego mediante una placa de acero y pernos se lo asegura con el muro de hormigón simple.

El acero de los anclajes puede sufrir corrosión, además se debe realizar un mantenimiento constante de las placas y tuercas ya que debido a las presiones del suelo estas pueden sufrir deformaciones en sus tuercas. El proceso constructivo en sí de esta obra es muy costoso por la cantidad de acero que se necesita y las placas que deben ser de un área específica.

2.3.14.5. ESTRUCTURA ANCLADA EN TIERRA

Las estructuras ancladas en tierra son realizadas por medio de perforaciones donde el diámetro de diseño es considerable, el diámetro del pilote depende del diseño para el que va a trabajar; los pilotes deben ir empotrados en su parte terminal, este tipo de estructuradas son

diseñados para trabajar a flexión y cortante, por lo que se recomienda su construcción en donde se desea controlar fallas geológicas.

- **TABLESTACAS**

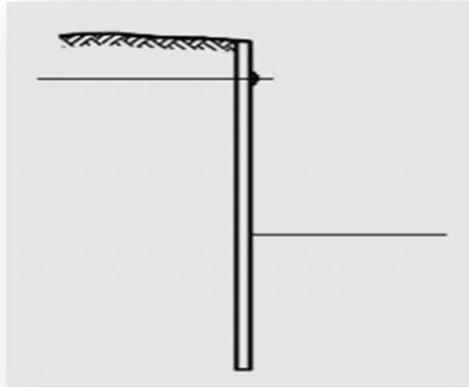


Figura 21: Muro con tablestacas

Este tipo de estructuras son por lo general construidos todo en lo que tiene que ver con muros que se encuentran en contacto con el agua los cuales cumplen la función de evitar socavaciones en las paredes de canales ríos o muelles. Existen tres tipos de tablestacas en construcción:

- De madera
- De acero
- De concreto prefabricado

Las tablestacas de concreto prefabricado son los que más se usan los cuales van a diseñar con acero de refuerzo para resistir los esfuerzos permanentes a los que la estructura estará sometido durante y después de la construcción.

- **PILAS**

La contención con pilas de concreto armado tiene varias ventajas, la construcción se la puede hacer en sitios de difícil acceso, además no hay necesidad de que el talud a estabilizar sea cortado, pero así mismo podemos hablar de las desventajas de este tipo de estructura ya que se

debe profundizar con la perforación o excavación por debajo del nivel del pie del talud, se debe tener mucho cuidado y tratar de controlar el nivel freático si lo hubiese evitando saturaciones del suelo ya que podría ser un peligro para las personas que realicen la excavación.

- **PILOTES**

Los pilotes son de sección o diámetro muy pequeño por lo que son fáciles de construir pero al mismo tiempo se tiene una gran desventaja ya que se necesitan varias perforaciones y colocaciones de pilotes para poder estabilizar un talud y evitar deslizamientos.

(Tesis de grado previo a obtención del título de Ingeniería Civil, Andrés Guillermo Merizalde Andrade, universidad laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, estado del arte de la Ingeniería Geotécnica en estabilidad de taludes, desde pagina 23 hasta pagina 94, Guayaquil 2013)

CAPITULO III

3. FORMULACION Y EVALUACION DE LA INVESTIGACION

3.1. DESCRIPCION GENERAL

La naturaleza nos brinda un sin número de ocasiones de sacar lo que el ser humano y muy en especial el Ingeniero Civil tiene para demostrar nuestra capacidad de poner armonía entre *el ser humano, los materiales de construcción naturales y artificiales en conjunto con los fenómenos naturales* presentes para cada época del año y lugar específico en nuestro planeta Tierra. Capacidad que se va desarrollando a cada paso a través de la experiencia adquirida presentando las soluciones más factibles para cada problema específico. Sin embargo, si bien presentamos una solución requerida para un caso en particular, no es conveniente dar paso a su ejecución sin antes verificarla mediante los estudios requeridos para cada caso y su diseño científicamente demostrado.

Por tal motivo el presente estudio no solo se basa en la experiencia práctica del investigador y de las obras hidráulicas realizadas alrededor del problema, sino que partiendo de lo ya mencionado se toma o se elige la solución y basados en la tomas de datos y el aprovechamiento adecuado de estos valores se procede a evaluar y formular el producto final de la presente investigación.

3.2. ALCANCE DE LA INVESTIGACION

La presente investigación cuenta con la información e ilustración de todo lo necesario para su demostración y ejecución. Tales datos son:

- Datos topográficos (Altimetría, planimetría y planos)

- Recopilación de Información hidrológica e hidráulica actual y estadísticos.
- Datos, análisis y diseños hidrológicos e hidráulicos
- Ficha Ambiental
- Presupuesto
- Cronograma
- Conclusión y recomendaciones

Con el fin de obtener criterios valorados para presentar la propuesta justificada de el **“ESTUDIO DE LA FACTIBILIDAD PARA EL ENCAUSAMIENTO CON ENROCADO PARA PROTEGER EL PUENTE UBICADO SOBRE EL RIO CONGO EN EL RECINTO LA CARLOTA DEL CANTON BALZAR”**.

3.3. METODOLOGIA

3.3.1. NIVEL DE INVESTIGACION

La presente investigación es de tipo exploratoria porque se efectúa sobre un tema u objeto poco conocido o estudiado y sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto de estudio.

También es de tipo descriptiva por cuanto consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno o grupo con el fin de establecer su estructura o comportamiento, para nuestro caso es el comportamiento del rio Congo al pasar a por un puente en el recinto La Carlota.

3.3.2. TIPO DE INVESTIGACION

Partiendo del problema planteado a lo largo del desarrollo del proyecto referido al Estudio de la Factibilidad para el Encausamiento con Enrocado para Proteger el puente ubicado sobre el Rio Congo en el Recinto la Carlota del Cantón Balzar, y en función de la formulación de los objetivos generales y específicos que la sustenta, el presente proyecto está

ubicado dentro del tipo de investigación denominado Proyecto Factible, este consiste en ser un tipo de estudio prospectivo probado en un modelo operativo, de una unidad de acción, orientados a entregar respuestas o soluciones al problema planteado en una determinada realidad: organizacional, social, económica, educativa, tecnológica. En este sentido, la delimitación de la propuesta final, pasa inicialmente por la realización de un diagnóstico de la situación existente y la conclusión de las necesidades del sitio estudiado, para formular el modelo operativo en relación de las demandas de la realidad abordada. En función de esta definición y enmarcado en el proyecto planteado bajo esta modalidad, en la cual se deben cumplir con los requisitos descritos para la definición de un Proyecto Factible. Por lo cual se utilizarán instrumentos, mediciones y patrones que procurará responder al problema planteado.

3.3.3. DISEÑO DE INVESTIGACION

La estrategia que adopta esta investigación para su obtener un diseño de proyecto y responder al problema planteado.

Por tanto nuestro diseño es *Documental* por cuanto se basa en la obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos u otro tipo de documentos como tablas, ábacos, Cartas IGM digitales e impresas brindadas por el mismo Instituto Geográfico Militar además estudios realizados de temas similares ejecutados por la Prefectura del Guayas y documentación de tesis con temas relacionados a la presente investigación.

También nuestro diseño es de *Campo* porque se ha de recolectar datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos como topografía y datos geotécnicos.

3.3.4. POBLACION

La población objeto del estudio estadístico para la muestra son los moradores cuyas vivienda y tierras (áreas para cultivo) se encuentran directamente beneficiadas con la investigación y ejecución del proyecto. Ellos son los moradores del recinto La Carlota del Cantón Balzar. Esta población es de alrededor de 290 beneficiarios.

3.3.5. UNIVERSO MUESTREAL

Para obtener información directa de la población y conocer estadísticamente lo que realmente la población de La Carlota necesita hacemos uso de las encuestas. Pero no es común encuestar a cada uno de la población o beneficiarios directos para nuestro caso, se calcula un tamaño muestral y trabajar con este muestreo, es decir, trabajar con una muestra representativa de la población.

Lo primero que se realizó es determinar el tamaño de muestra necesario para la ejecución del mismo y guardar las proporciones de los parámetros que definen la población de origen que son homogeneidad y representatividad. Cada elemento de la población es un individuo y todos los elementos tienen al menos una característica común. La muestra obtenida es el conjunto de los individuos realmente estudiados. Prácticamente en todos los casos, el número de sujetos necesarios para la realización del estudio es mucho menor que el de candidatos que forman la población de estudio, aparte de que una frecuente inaccesibilidad de las poblaciones impide que éstas puedan ser estudiadas directamente. Todo ello conlleva a que, por razones de eficiencia y disponibilidad de recursos, se trabaje con una muestra de la población objeto de estudio que para nuestro caso son los morados ubicados en el recinto La Carlota.

La muestra escogida, la cual previamente ha sido obtenida mediante un proceso estadístico, debe ser lo más semejante posible a la población, por

tanto, representativa de la misma. Los resultados obtenidos en la muestra, válidos en sí mismos tan sólo para la muestra, permitirán estimar conclusiones para la población, en el caso de la muestra sea en verdad representativa de la población. Cuanto más fielmente represente la muestra a la población, más fiables serán las conclusiones del estudio.

Si se desea estimar una proporción, debe conocerse:

(a) El nivel de confianza o seguridad $(1-\alpha)$. El nivel de confianza prefijado da lugar a un coeficiente z . Para un nivel de seguridad del 95 % $\alpha=1,96$

(b) el tamaño de la muestra n

(c) variabilidad positiva p

(d) variabilidad negativa q

$p \cdot q$ es igual a la desviación estándar s

(e) tamaño de la población N

(f) precisión del error E

La siguiente fórmula es la que usualmente se utiliza para estimar el tamaño de la muestra en los proyectos investigativos. Hay que tener en cuenta que la siguiente fórmula es aplicable cuando se conoce cuando se conoce la población.

$$n = \frac{p q * N}{(N - 1) \frac{E^2}{K^2} + p q}$$

3.3.6. CALCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Datos:

$p = 0.5$

$q = 0.5$

$$E= 0.05$$

$$N= 290$$

$$K= 0.5$$

$$n = \frac{p q * N}{(N - 1) \frac{E^2}{K^2} + p q}$$

$$n = \frac{0.50 * 0.50 * 700}{(700 - 1) \frac{0.50^2}{0.50^2} + 0.5 * 0.50}$$

$$n = 24$$

3.3.7. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Para la obtención de los datos preliminares se ha hecho uso la conversación y la entrevista. Al pasar por el lugar de estudio, los moradores comentaban sus necesidades y temores. Así nació la primera información para este estudio, a partir de allí se fue formando la idea de cuál debía el tipo de proyecto que a los moradores los beneficiaría. Estas opiniones muy respetuosas, venían de personas las cuales no solo escuchaban que sucedían sino que también lo sentían cada invierno.

Luego se le preguntó a los líderes comunitarios del recinto La Carlota y de su alrededor acerca del comportamiento del río Congo. Se le preguntó cuál es una necesidad inmediata que necesite un criterio ingenieril para su diseño y ejecución en el sector. El nos fue guiando al igual que cada uno de los moradores en lo que ellos necesitaba.

Después de estos datos preliminares se procedió a realizar un cuestionario de preguntas las cuales se les realizaría a los morados que estaban siendo afectados por lo ocurrido en este sector. Se seleccionó 5 preguntas las cuales son lo más objetivo y sencillo posible, con sus

respectivas opciones de respuestas. De igual modo se realizó un cuestionario de preguntas las cuales debían ir dirigidas a ciertos profesionales con cierto grado de conocimiento y experiencia en temas relacionados a nuestro problema.

3.4. PRESENTACION Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Se presenta las siguientes alternativas para el estudio:

3.4.1. ESPIGONES

Son muros que se construyen en la orilla de un río o en la costa del mar de forma que avance en el agua y pueda proteger esa orilla o cambiar la dirección de la corriente.

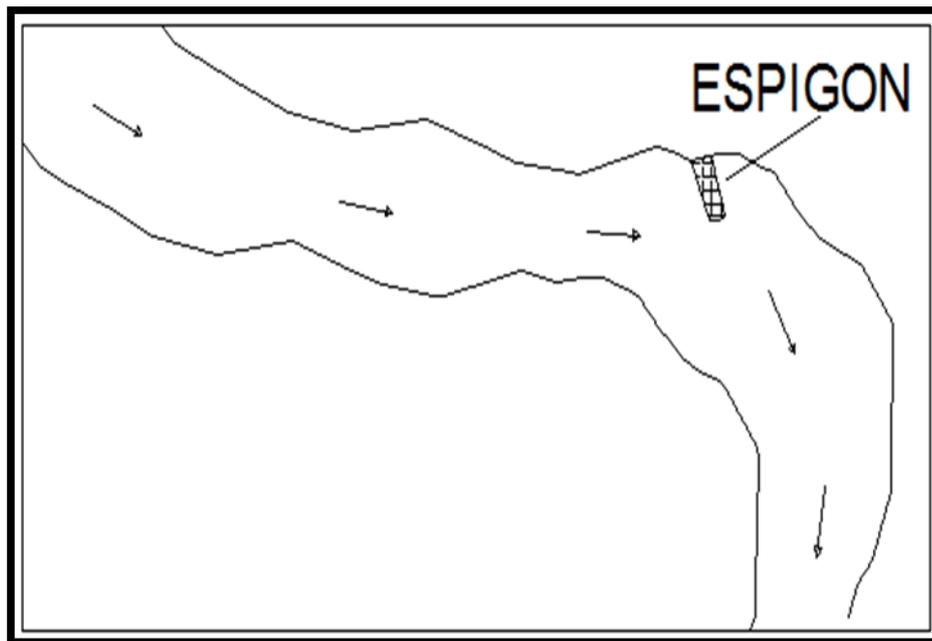


Figura 22. Espigón.

Los espigones o espolones son estructuras salientes realizadas en las márgenes de las costas (generalmente de rocas apiladas). Son estructuras de tipo sumergible, apoyadas o empotradas en la orilla, de dirección

ortogonal al eje del cauce o, preferiblemente orientados contracorriente. Su función es crear una perturbación local en el régimen hidráulico del río, de forma que no se modifique la distribución natural de velocidades y no se produzcan erosiones. Se construyen con fábricas resistentes, hormigón o mampostería hidráulica, siendo también frecuente el uso de mampostería gavionada en terrenos de escasa capacidad portante. Si el espigón debe estar permanentemente dentro del cauce principal, conviene que sea impermeable, para alejar la corriente lo más efectivamente posible de la orilla.

Si se utilizan espigones para reducir la velocidad de la corriente en una zona que se desea rellenar con el material arrastrado por el río, conviene que sean permeables para que el agua cargada de sedimentos pase entre ellos y, al reducir su velocidad, deposite dichos materiales. En todo caso los materiales empleados en su construcción deben ser suficientemente resistentes como para soportar el empuje de la corriente pero, además, el empuje de los troncos, árboles y cuerpos flotantes que pueda arrastrar el río.

[\(<http://www.buenastareas.com/ensayos/Espigones/4767234.html>\)](http://www.buenastareas.com/ensayos/Espigones/4767234.html)

3.4.2. DIQUES

Un dique es un terraplén para evitar el paso del agua, puede ser natural o artificial, por lo general de tierra y paralelo al curso de un río o al borde del mar.

Los diques pueden ser utilizados para:

- Prevenir la inundación de los campos aledaños a los ríos o mares; sin embargo también se utilizan para encajonar el flujo de los ríos a fin de darle un flujo más rápido. Son conocidos como diques de contención

- Proteger determinadas áreas contra el embate de las olas
- Forman caminos integrando un orden vial

Los diques de contención. Tradicionalmente son contruidos, amontonando tierra a la vera del río. Amplio en la base y afilados en la cumbre, donde se suelen poner bolsas de arena. En el altiplano andino, particularmente en la región peruana, antiguamente se construían con "champas", trozos cuadrados de tierra vegetal, de unos 30 x 30 cm, con un espesor variable de unos 15 cm.

Estas champas, sin eliminar la vegetación se colocaban invertidas, con la intención de que la vegetación al crecer, sobre todo en los bordes libres, consolidaría la estructura. Lamentablemente se ha verificado que el procedimiento no se ha demostrado muy eficiente, y se están lentamente sustituyendo estas estructuras de tierra por estructuras contruidas técnicamente.

Modernamente los diques de defensas ribereñas son contruidos siguiendo los criterios técnicos modernos para estructuras de tierra, y en muchos casos su estructura es compleja, comprendiendo una parte de soporte, un núcleo impermeable y drenes de pie para minimizar el riesgo de rupturas.

La sección transversal que se aprecia al lado es la sección de un dique de contención en tierra, con núcleo impermeable. Sus partes son:

1. Coronamiento
2. Borde libre
3. Nivel de agua de proyecto
4. Talud de aguas arriba (en este caso, considerando que el agua tiende a infiltrar a través del dique, el talud de aguas arriba es aquel que se encuentra al interior del cauce del río.

5. Nivel del terreno aguas arriba
6. Corona
7. Cuerpo de apoyo, aguas arriba. El material utilizado en esta parte del dique puede ser granular y poco permeable.
8. Núcleo impermeable
9. Cuerpo de apoyo, aguas abajo. El material debe ser permeable.

3.4.3. ENROCADO

La **protección del talud** es un procedimiento que se realiza para proteger los taludes de obras de ingeniería, o taludes naturales, contra los daños causados por el escurrimiento del agua o el avatar de las ondas de un lago, río, o mar contra sus márgenes.

La protección de los taludes se realiza de varias formas:

- Mediante la plantación de especies vegetales apropiadas a crecer en el agua, como por ejemplo la totora;
- Recubriendo las márgenes, en la franja donde oscila el agua de un enrocado, (rocas sueltas acomodadas en forma más o menos irregular en el talud a ser protegido, sistema denominado generalmente como **enrocado**. Este método es muy usado en los taludes aguas arriba de las presas hidráulicas;
- Recubriendo el talud con una placa de concreto o con un revestimiento en piedra.

3.4.4. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA

Tomando los aspectos sociales, los aspectos de diseño y su trabajo a corto y largo plazo de las propuestas antes mencionadas se opta por la opción que es un Enrocado.

3.5. PLANIMETRIA, ALTIMETRIA, INCLUIDO SECCIONES TRANSVERSALES

3.5.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

UBICACION

Cantón: Balzar
Parroquia: Balzar
Recinto: La Carlota
Río: Congo
Longitud del proyecto: 200 m

COORDENADAS

COORDENADAS		
IDENTIFICACION	ESTE	NORTE
Cauce Principal		
Inicio	670193.8442	9915749.2911
Fin	637765.3074	9871464.3809
Puente		
Eje del Puente	637765.3074	9871464.3809
Tramo Aguas Arriba		
Inicio	637765.3074	9871464.3809
Fin	637862.6511	9871475.5234
Tramo Aguas Abajo		
Inicio	637765.3074	9871464.3809
Fin	637680.7785	9871424.3205

Tabla 10. Coordenadas de la ubicación del proyecto.

Las coordenadas se muestran en el siguiente cuadro:

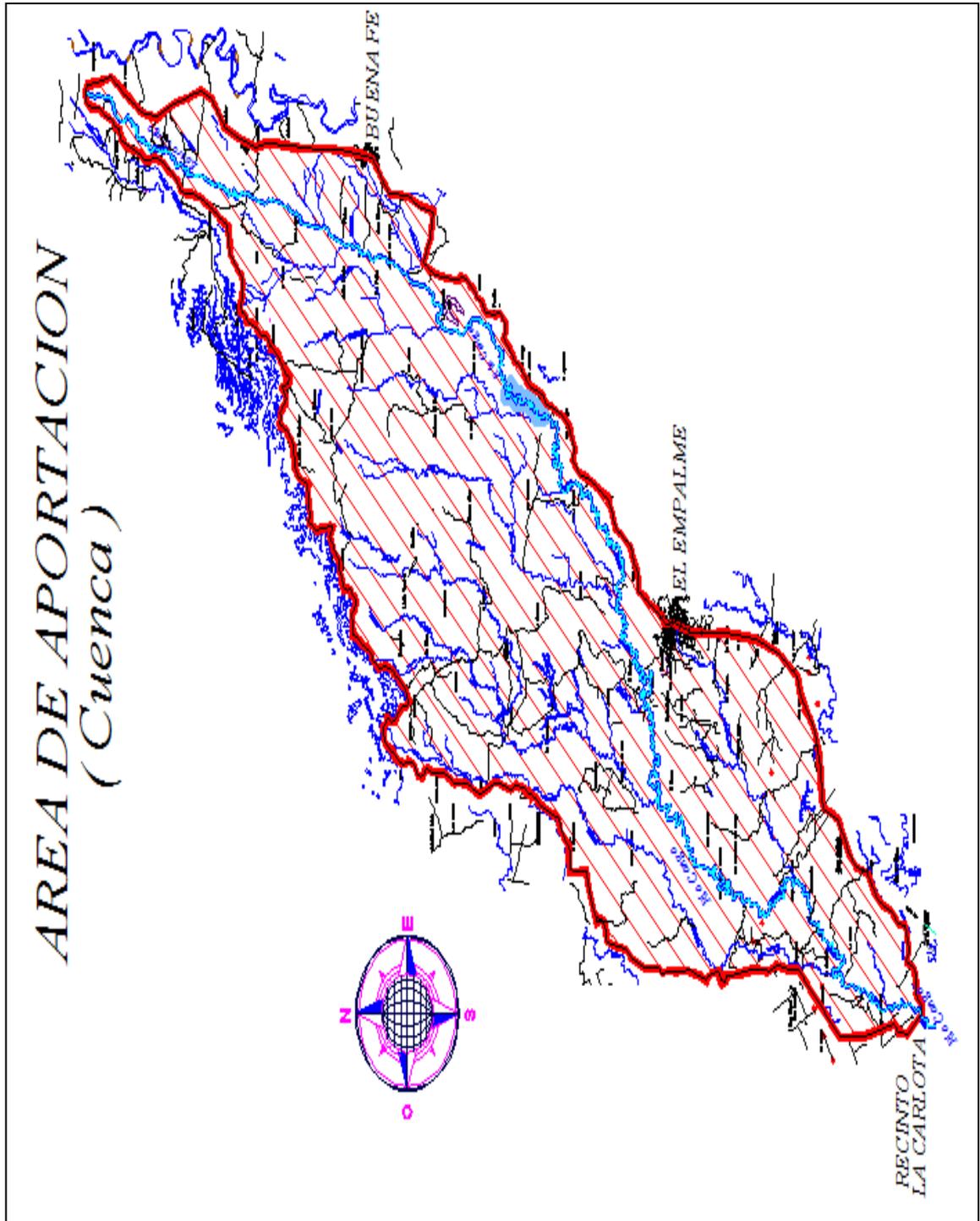


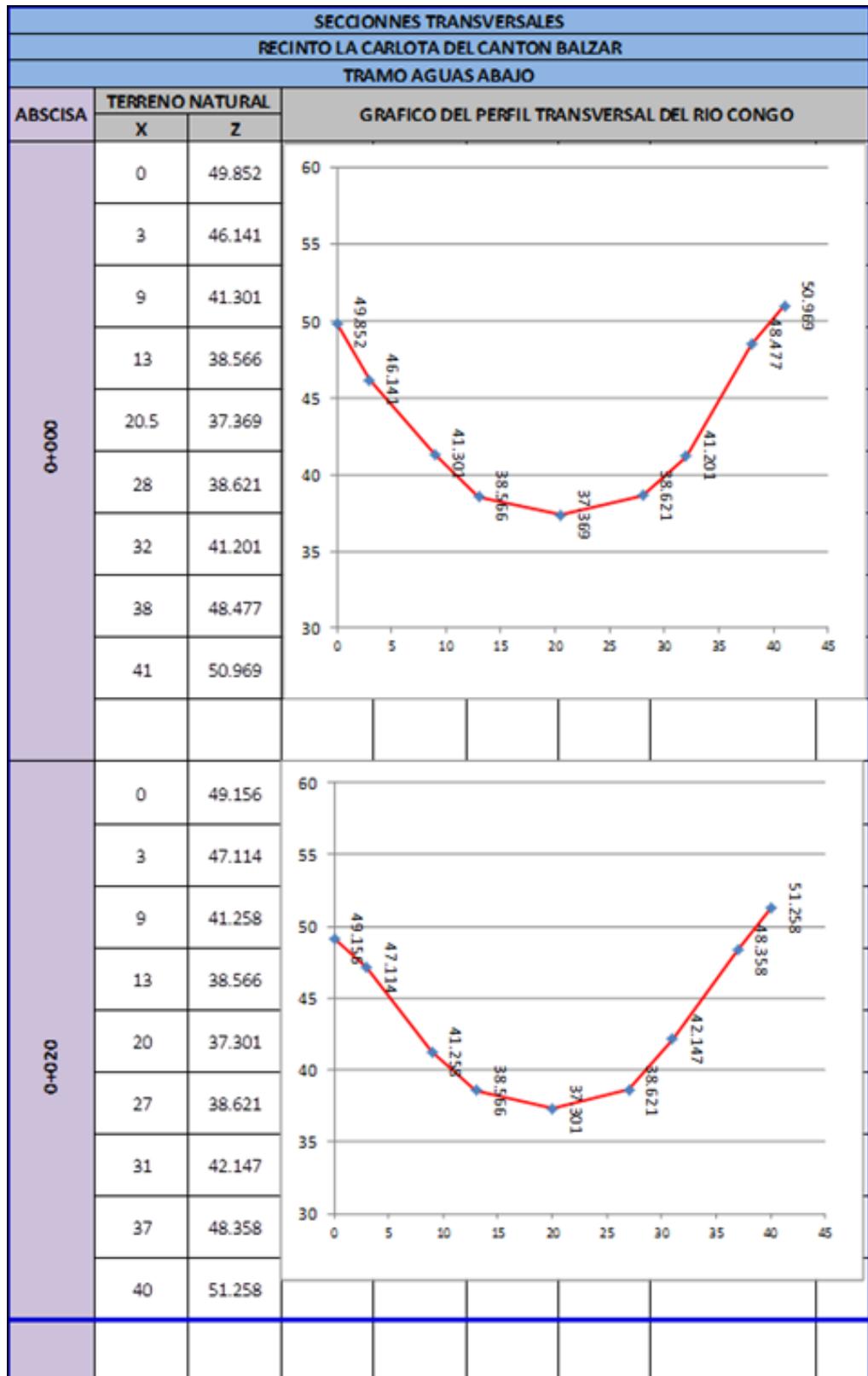
Figura 23. Cuenca de aportación del proyecto.

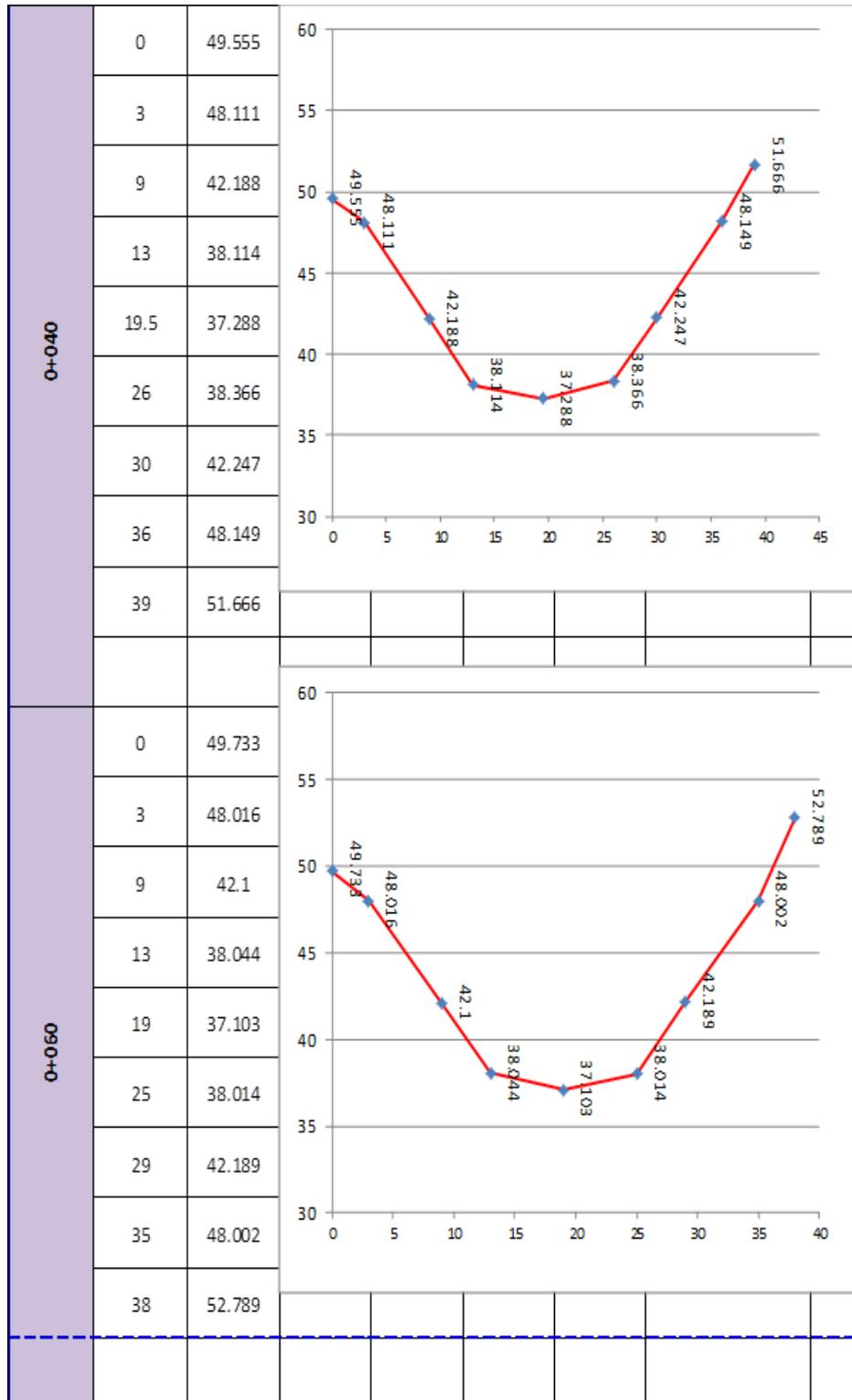
3.5.2. LIBRETA DE NIVELACION – AGUAS ABAJO

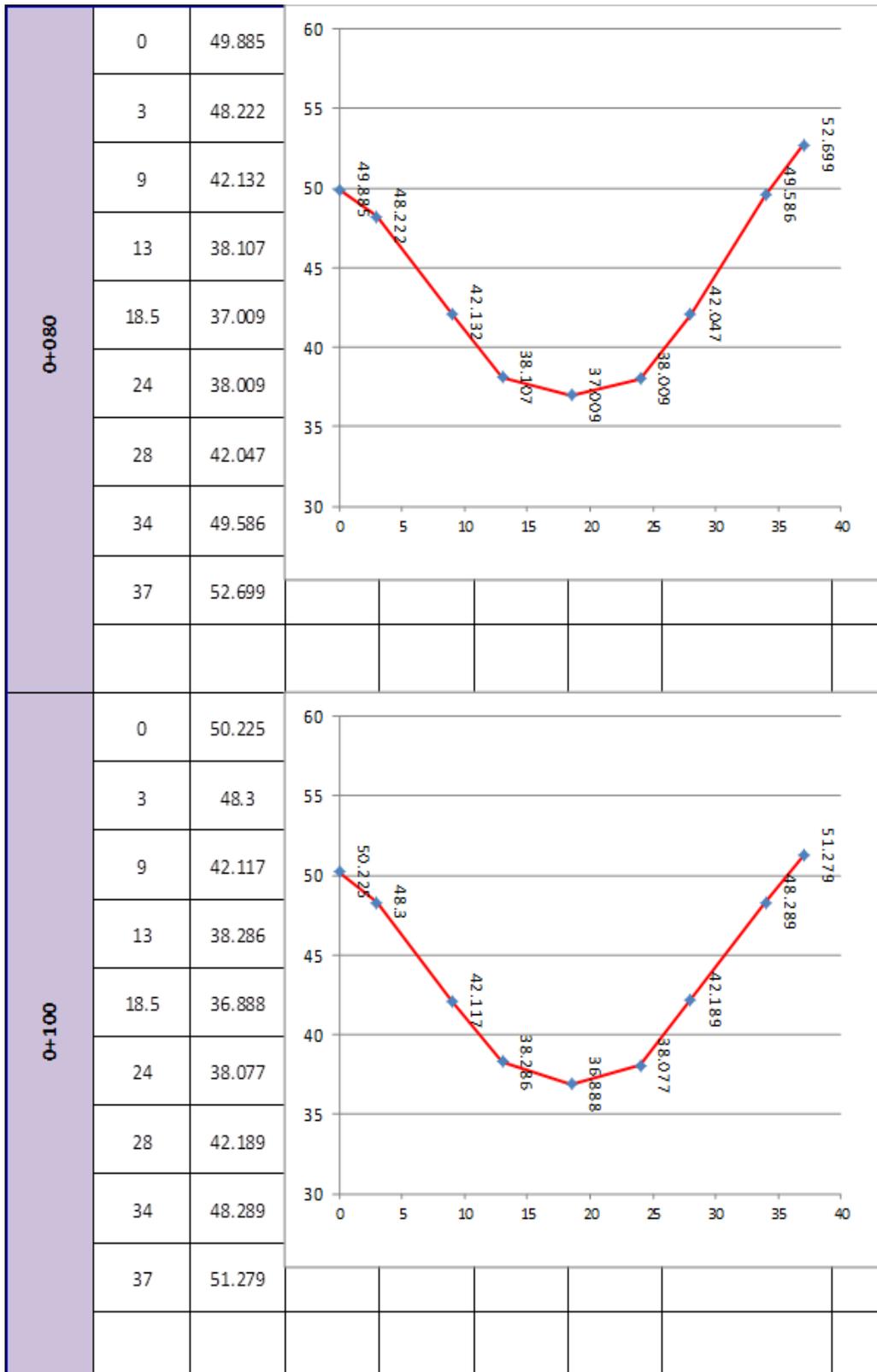
LIBRETA DE NIVELACION							
RECINTO LA CARLOTA DEL CANTON BALZAR							
TRAMO AGUAS ABAJO							
ABSCISA	PUNTO	LECTURA			H + I	COTA	OBSERVACION
		ATRAS	INTER	ADEL			
	BM	4.688			54.688	50	
0+000	0		4.836			49.852	
	3		8.547			46.141	
	9		13.387			41.301	
	13		16.122			38.566	
	20.5		17.319			37.369	
	28		16.067			38.621	
	32		13.487			41.201	
	38		6.211			48.477	
	41		3.719			50.969	
0+020	0		5.532			49.156	
	3		7.574			47.114	
	9		13.43			41.258	
	13		16.122			38.566	
	20		17.387			37.301	
	27		16.067			38.621	
	31		12.541			42.147	
	37		6.33			48.358	
	40		3.43			51.258	
0+040	0		5.133			49.555	
	3		6.577			48.111	
	9		12.5			42.188	
	13		16.574			38.114	
	19.5		17.4			37.288	
	26		16.322			38.366	
	30		12.441			42.247	
	36		6.539			48.149	
	39		3.022			51.666	

0+060	0		4.955			49.733	
	3		6.672			48.016	
	9		12.588			42.1	
	13		16.644			38.044	
	19		17.585			37.103	
	25		16.674			38.014	
	29		12.499			42.189	
	35		6.686			48.002	
	38		1.899			52.789	
0+080	0		4.803			49.885	
	3		6.466			48.222	
	9		12.556			42.132	
	13		16.581			38.107	
	18.5		17.679			37.009	
	24		16.679			38.009	
	28		12.641			42.047	
	34		5.102			49.586	
	37		1.989			52.699	
0+100	0		4.463			50.225	
	3		6.388			48.3	
	9		12.571			42.117	
	13		16.402			38.286	
	18.5		17.8			36.888	
	24		16.611			38.077	
	28		12.499			42.189	
	34		6.399			48.289	
	37			3.409		51.279	

3.5.3. SECCIONES TRANSVERSALES – AGUAS ABAJO





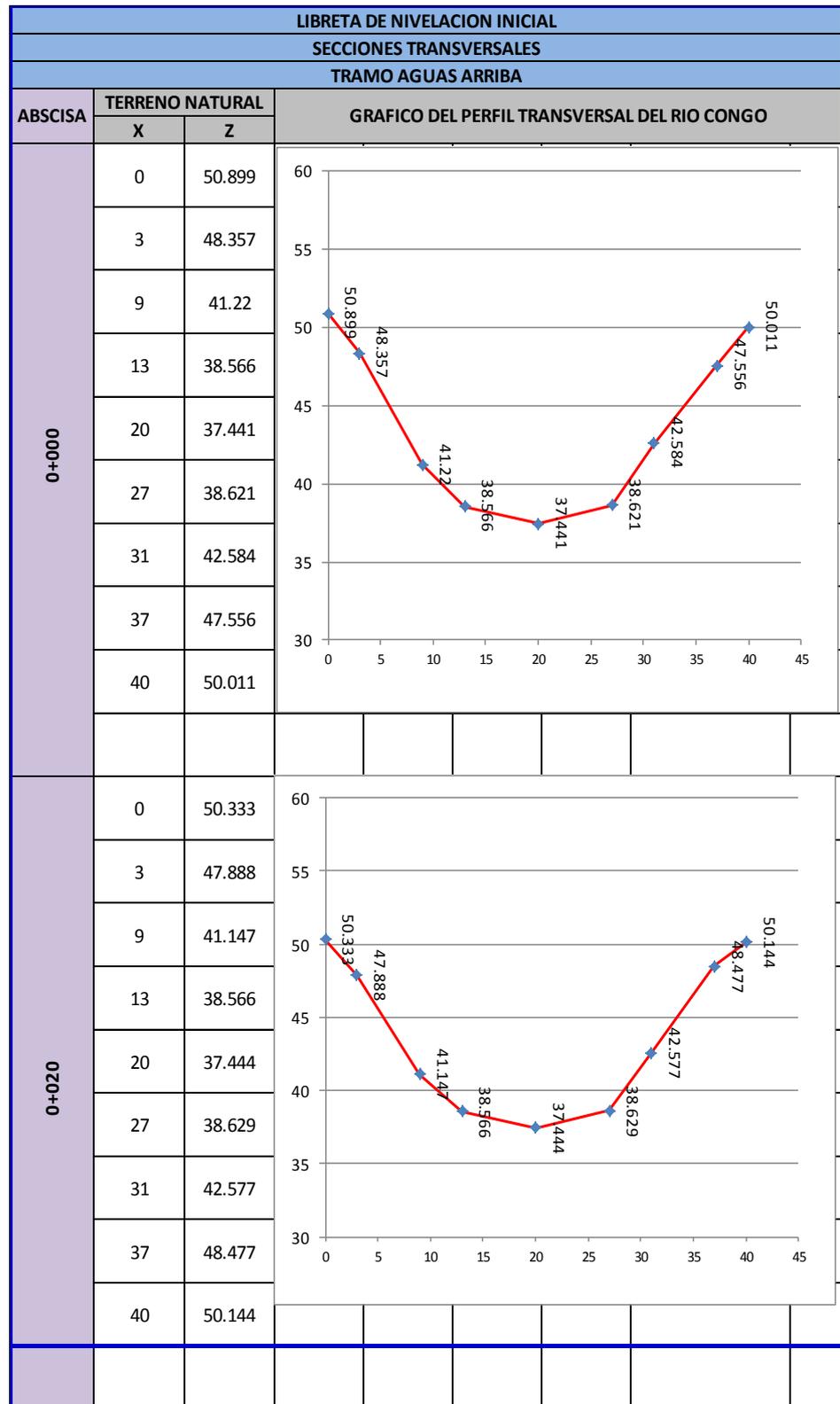


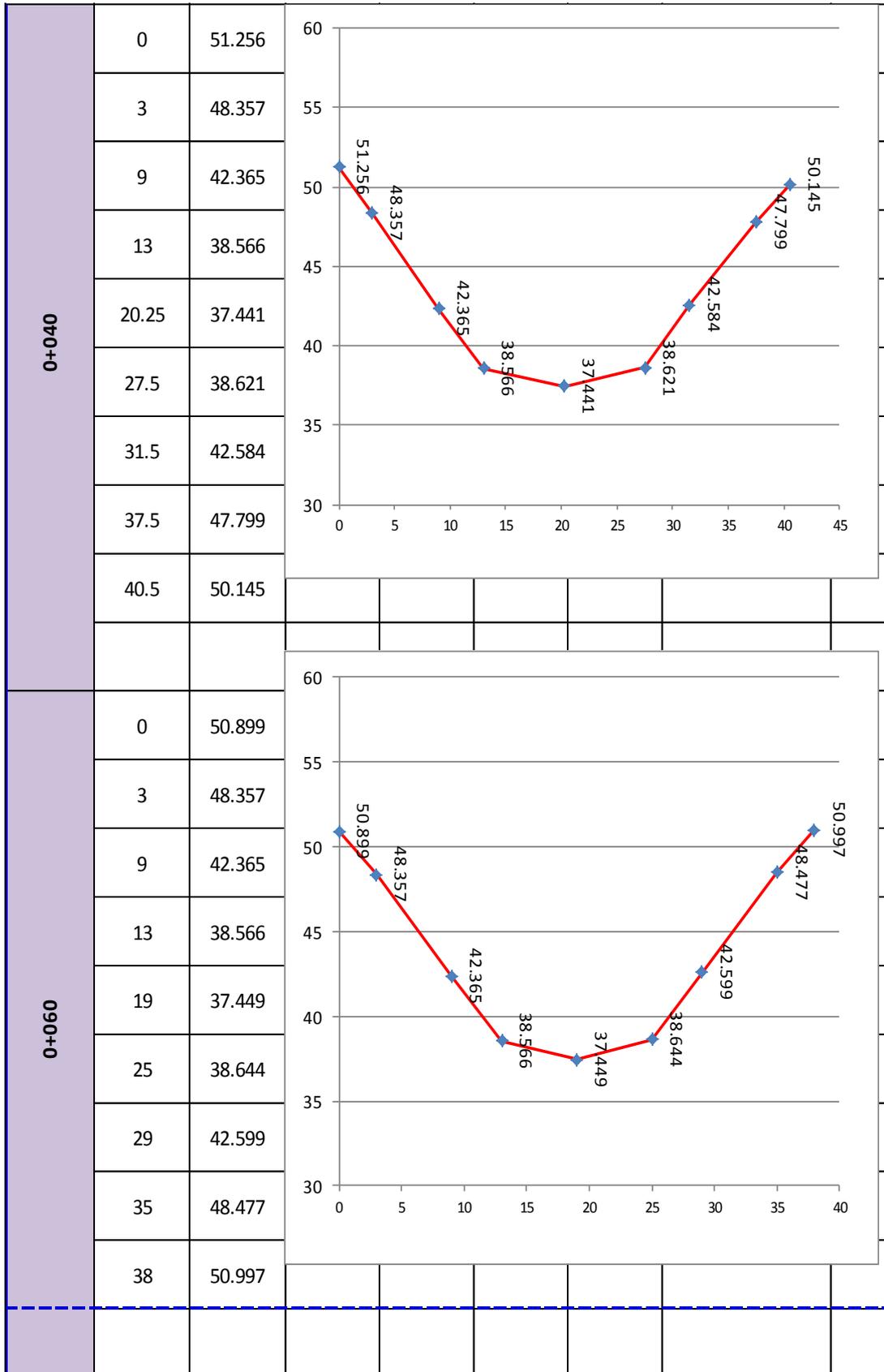
3.5.4. LIBRETA DE NIVELACION – AGUAS ARRIBA

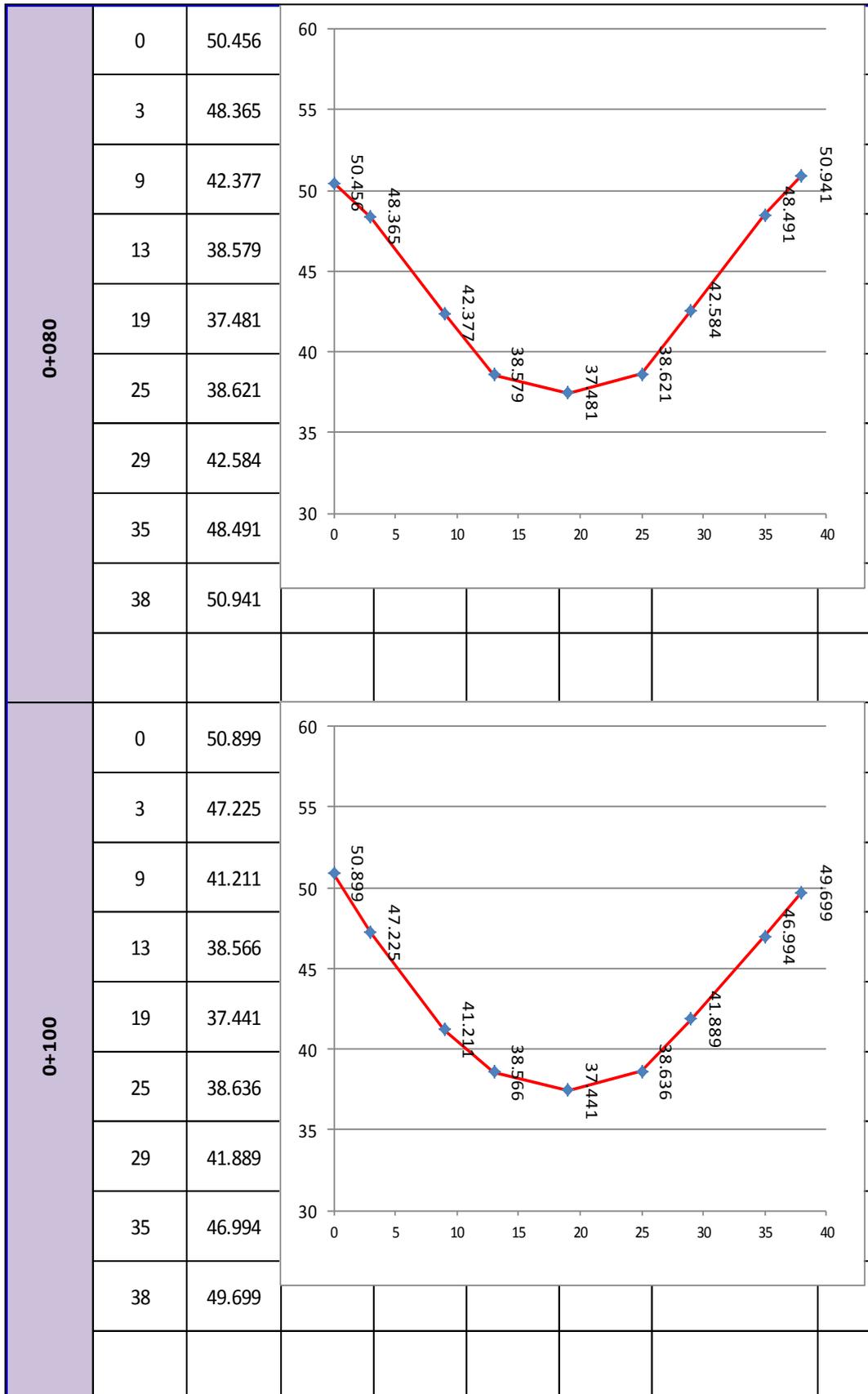
LIBRETA DE NIVELACION							
RECINTO LA CARLOTA DEL CANTON BALZAR							
TRAMO AGUAS ARRIBA							
ABSCISA	PUNTO	LECTURA			H + I	COTA	OBSERVACION
		ATRAS	INTER	ADEL			
	BM	3.658			53.658	50	
0+000	0		2.759			50.899	
	3		5.301			48.357	
	9		12.438			41.22	
	13		15.092			38.566	
	20.5		16.217			37.441	
	28		15.037			38.621	
	32		11.074			42.584	
	38		6.102			47.556	
	41		3.647			50.011	
0+020	0		3.325			50.333	
	3		5.77			47.888	
	9		12.511			41.147	
	13		15.092			38.566	
	20		16.214			37.444	
	27		15.029			38.629	
	31		11.081			42.577	
	37		5.181			48.477	
	40		3.514			50.144	
0+040	0		2.402			51.256	
	3		5.301			48.357	
	9		11.293			42.365	
	13		15.092			38.566	
	19.5		16.217			37.441	
	26		15.037			38.621	
	30		11.074			42.584	
	36		5.859			47.799	
	39		3.513			50.145	

0+060	0		2.759			50.899	
	3		5.301			48.357	
	9		11.293			42.365	
	13		15.092			38.566	
	19		16.209			37.449	
	25		15.014			38.644	
	29		11.059			42.599	
	35		5.181			48.477	
	38		2.661			50.997	
0+080	0		3.202			50.456	
	3		5.293			48.365	
	9		11.281			42.377	
	13		15.079			38.579	
	18.5		16.177			37.481	
	24		15.037			38.621	
	28		11.074			42.584	
	34		5.167			48.491	
	37		2.717			50.941	
0+100	0		2.759			50.899	
	3		6.433			47.225	
	9		12.447			41.211	
	13		15.092			38.566	
	18.5		16.217			37.441	
	24		15.022			38.636	
	28		11.769			41.889	
	34		6.664			46.994	
	37			3.959		49.699	

3.5.5. SECCIONES TRANSVERSALES - AGUAS ARRIBA







3.5.6. DATOS DE PLANIMETRIA DEL PROYECTO

3.5.6.1. TRAMO DEL PROYECTO.

TABLA PLANIMETRICA			
TRAMO DE DISEÑO DE LA PROTECCION			
N.	ESTE	NORTE	OBSERVACION
1	637862.651	9871475.52	AGUAS ARRIBA
2	637850.254	9871471.15	
3	637804.874	9871459.14	
4	637765.307	9871464.38	
5	637732.384	9871464.96	
6	637711.024	9871454.61	
7	637689.014	9871437.13	
8	637680.779	9871424.32	AGUAS ABAJO

3.5.6.2. PLANIMETRIA DEL CAUCE PRINCIPAL

TABLA PLANIMETRICA			
EJE DEL CAUCE PRINCIPAL			
N.	ESTE	NORTE	OBSERVACION
1	641786.564	9877459.38	AGUAS
2	641765.994	9877459.38	ARRIBA O
3	641745.194	9877457.12	INICIO DEL
4	641693.074	9877447.85	
5	641667.694	9877442.16	
6	641646.704	9877436.42	
7	641628.484	9877430.19	
8	641610.334	9877422.82	
9	641590.454	9877413.65	
10	641570.624	9877402.19	
11	641553.534	9877387.98	
12	641541.154	9877371.07	
13	641532.614	9877353.51	
14	641520.854	9877326.19	
15	641515.874	9877318.23	
16	641511.204	9877313.23	
17	641506.164	9877310.41	
18	641498.094	9877309	
19	641461.284	9877307.63	
20	641432.444	9877307.41	
21	641400.364	9877308.14	
22	641368.034	9877310.17	
23	641338.104	9877313.21	
24	641313.114	9877316.78	
25	641293.944	9877320.93	
26	641274.654	9877327.68	
27	641247.614	9877339.53	
28	641164.484	9877377.73	
29	641127.964	9877393.8	
30	641106.184	9877401.69	
31	641095.714	9877401.86	
32	641089.924	9877396.14	
33	641083.384	9877386.01	
34	641075.414	9877371.56	
35	641066.544	9877352.57	
36	641056.984	9877328.56	
37	641015.724	9877217.94	
38	640993.824	9877162.28	
39	640974.174	9877115.24	
40	640942.584	9877045.59	
41	640932.554	9877020.5	
42	640927.114	9876999.58	
43	640925.244	9876982.17	
44	640925.534	9876967.86	
45	640926.834	9876956.26	
46	640928.844	9876947.1	

47	640931.514	9876940.14	
48	640934.824	9876935.1	
49	640938.834	9876931.55	
50	640943.624	9876929.05	
51	640960.434	9876923.83	
52	640965.034	9876921.76	
53	640968.644	9876919.31	
54	640971.214	9876916.52	
55	640972.684	9876913.42	
56	640972.984	9876909.99	
57	640972.064	9876906.16	
58	640966.804	9876897.71	
59	640958.964	9876890.33	
60	640953.784	9876887.61	
61	640946.794	9876885.65	
62	640937.394	9876884.46	
63	640925.824	9876883.91	
64	640897.324	9876884.22	
65	640877.774	9876885.3	
66	640775.874	9876894.56	
67	640740.354	9876897.31	
68	640715.874	9876898.15	
69	640695.994	9876897.49	
70	640684.034	9876895.61	
71	640676.034	9876893.03	
72	640670.924	9876890.04	
73	640667.894	9876886.9	
74	640666.354	9876883.02	
75	640666.574	9876874.4	
76	640679.434	9876789.66	
77	640683.974	9876756.34	
78	640685.994	9876732.49	
79	640685.804	9876716.65	
80	640684.154	9876705.32	
81	640681.704	9876695.66	
82	640678.684	9876687.47	
83	640675.254	9876681.18	
84	640671.404	9876677.03	
85	640666.634	9876674.45	
86	640651.634	9876671.01	
87	640620.704	9876667.7	
88	640542.784	9876662.16	
89	640522.324	9876659.76	
90	640506.264	9876656.85	
91	640492.664	9876653.26	
92	640479.934	9876648.88	
93	640468.084	9876643.92	
94	640457.504	9876638.63	
95	640448.424	9876633.19	
96	640440.454	9876627.44	

97	640433.054	9876621.16	
98	640425.634	9876613.65	
99	640417.444	9876602.41	
100	640407.704	9876584.46	
101	640370.814	9876500.32	
102	640359.794	9876478.78	
103	640324.444	9876421.97	
104	640315.954	9876409.82	
105	640306.894	9876398.95	
106	640296.834	9876388.92	
107	640292.194	9876384.96	
108	640285.294	9876379.06	
109	640233.834	9876339.85	
110	640214.094	9876321.38	
111	640204.674	9876310.84	
112	640196.424	9876299.98	
113	640190.684	9876289.78	
114	640188.464	9876280.82	
115	640189.454	9876272.12	
116	640193.054	9876262.3	
117	640205.314	9876238.03	
118	640212.424	9876226.61	
119	640219.384	9876217.57	
120	640226.684	9876210.28	
121	640235.074	9876203.66	
122	640266.164	9876182.86	
123	640275.364	9876176.19	
124	640282.474	9876169.92	
125	640286.694	9876164.14	
126	640287.514	9876158.96	
127	640285.634	9876154.43	
128	640282.024	9876150.62	
129	640276.854	9876147.55	
130	640267.034	9876145.07	
131	640248.674	9876143	
132	640219.744	9876141.19	
133	640154.294	9876138.16	
134	640115.084	9876135.57	
135	640104.084	9876134.08	
136	640095.674	9876132.16	
137	640088.254	9876129.35	
138	640080.394	9876125.13	
139	640071.074	9876119.1	
140	640060.924	9876111.42	
141	640051.004	9876102.35	
142	640042.154	9876092.12	
143	640034.364	9876080.66	
144	640027.384	9876067.86	
145	640020.964	9876053.4	
146	640014.754	9876036.16	

147	640008.384	9876014.84	
148	639987.984	9875937.42	
149	639981.614	9875918.88	
150	639974.444	9875906.33	
151	639965.034	9875899.01	
152	639952.454	9875896.03	
153	639937.754	9875895.79	
154	639907.854	9875896.91	
155	639893.574	9875896.62	
156	639863.994	9875894.52	
157	639849.664	9875892.68	
158	639837.644	9875890.15	
159	639829.004	9875886.51	
160	639822.684	9875880.23	
161	639817.134	9875869.47	
162	639811.164	9875853.3	
163	639805.304	9875834.24	
164	639800.444	9875815.71	
165	639797.294	9875800.39	
166	639795.744	9875788.11	
167	639795.454	9875777.96	
168	639796.214	9875768.98	
169	639798.324	9875760	
170	639802.214	9875749.77	
171	639822.504	9875708.36	
172	639829.264	9875693.32	
173	639839.444	9875666.49	
174	639842.314	9875656.22	
175	639843.684	9875647.87	
176	639843.694	9875640.79	
177	639842.424	9875634.4	
178	639839.674	9875628.41	
179	639835.184	9875622.59	
180	639828.734	9875616.72	
181	639809.734	9875604.11	
182	639768.774	9875581.9	
183	639659.424	9875535.59	
184	639641.814	9875530.01	
185	639632.694	9875529.39	
186	639627.474	9875531.95	
187	639622.284	9875536.58	
188	639616.034	9875544.99	
189	639608.364	9875559.6	
190	639599.184	9875581.52	
191	639573.854	9875646.28	
192	639568.474	9875657.29	
193	639563.974	9875664.61	
194	639559.574	9875670.05	
195	639554.144	9875674.8	
196	639508.864	9875702.44	

197	639495.534	9875711.99	
198	639483.174	9875722.12	
199	639472.144	9875732.5	
200	639462.664	9875742.92	
201	639454.324	9875753.75	
202	639419.814	9875809.02	
203	639381.714	9875861.79	
204	639354.474	9875905.02	
205	639339.294	9875925.18	
206	639334.004	9875933.33	
207	639331.534	9875941.27	
208	639332.374	9875952.18	
209	639336.884	9875969.82	
210	639362.954	9876055.23	
211	639368.244	9876076.43	
212	639370.574	9876090.95	
213	639370.674	9876100.7	
214	639369.064	9876107.46	
215	639365.354	9876112.59	
216	639358.924	9876117.33	
217	639338.524	9876127.87	
218	639327.544	9876132.33	
219	639317.764	9876135.34	
220	639308.204	9876137.06	
221	639297.354	9876137.9	
222	639283.894	9876138.06	
223	639267.184	9876136.98	
224	639246.794	9876133.93	
225	639222.824	9876128.47	
226	639197.594	9876121.34	
227	639173.944	9876113.58	
228	639154.204	9876106.09	
229	639138.544	9876099.25	
230	639126.604	9876093.32	
231	639106.094	9876080.61	
232	639092.114	9876068.22	
233	639088.544	9876062.39	
234	639085.704	9876055.55	
235	639083.614	9876047.84	
236	639082.314	9876039.36	
237	639082.084	9876030.14	
238	639083.214	9876020.19	
239	639085.944	9876009.48	
240	639095.574	9875985.18	
241	639110.394	9875955.18	
242	639120.844	9875936.64	
243	639160.434	9875872.04	
244	639170.884	9875853.9	
245	639179.134	9875838.08	
246	639185.824	9875823.42	

247	639191.494	9875808.95
248	639196.334	9875794.26
249	639200.444	9875779.13
250	639203.854	9875763.59
251	639208.054	9875735.79
252	639208.514	9875725.75
253	639207.774	9875717.82
254	639205.794	9875710.81
255	639202.414	9875703.79
256	639196.974	9875696.73
257	639188.684	9875689.88
258	639177.084	9875683.38
259	639166.384	9875678.55
260	639132.904	9875663.42
261	639098.534	9875645.28
262	639056.974	9875620.69
263	639039.274	9875609.24
264	639013.014	9875590.5
265	639007.554	9875588.91
266	639001.914	9875589.1
267	638995.774	9875590.7
268	638988.854	9875593.46
269	638980.864	9875597.67
270	638971.584	9875603.79
271	638936.384	9875631.72
272	638911.254	9875649.93
273	638900.354	9875656.74
274	638891.434	9875661.35
275	638884.164	9875663.92
276	638882.474	9875664.16
277	638877.924	9875664.82
278	638872.184	9875664.35
279	638866.664	9875662.68
280	638861.104	9875659.94
281	638855.414	9875656.32
282	638845.114	9875648.06
283	638835.564	9875637.22
284	638780.894	9875540.32
285	638749.584	9875439.68
286	638750.354	9875391.04
287	638762.994	9875313.18
288	638784.974	9875200.24
289	638813.964	9875104.94
290	638809.634	9875083.24
291	638786.114	9875038.81
292	638695.004	9874930.2
293	638692.324	9874910.68
294	638699.864	9874880.82
295	638754.204	9874771.57
296	638754.044	9874755.55

297	638744.304	9874746.28	
298	638569.904	9874706.17	
299	638557.294	9874677.29	
300	638562.234	9874645.19	
301	638611.714	9874536.49	
302	638663.424	9874458.59	
303	638660.594	9874433.42	
304	638614.754	9874371.93	
305	638426.894	9874236.5	
306	638347.724	9874193.69	
307	638315.454	9874179.32	
308	638318.944	9874155.22	
309	638330.744	9874144.87	
310	638403.814	9874119.07	
311	638441.794	9874096.73	
312	638460.044	9874073.85	
313	638466.374	9874052.36	
314	638460.584	9874033.69	
315	638449.324	9874024.76	
316	638412.644	9874014.43	
317	638363.344	9874010.5	
318	638219.124	9874039.96	
319	638203.614	9874034.81	
320	638200.314	9873932.18	
321	638171.944	9873806.48	
322	638151.174	9873774.08	
323	638080.684	9873727.66	
324	637994.224	9873677.02	
325	637966.054	9873654.03	
326	637909.294	9873521.65	
327	637914.204	9873422.63	
328	637936.994	9873342.85	
329	637980.104	9873254.26	
330	638031.204	9873177.08	
331	638042.714	9873129.27	
332	638031.714	9873071.55	
333	638026.554	9873055.48	
334	637968.834	9872998.75	
335	637967.704	9872981.29	
336	638082.644	9872862.94	
337	638100.174	9872839.96	
338	638106.324	9872808.17	
339	638086.324	9872735.74	
340	638031.484	9872627.4	
341	638031.824	9872600.06	
342	638043.184	9872586.81	
343	638088.054	9872562.92	
344	638216.644	9872504.09	
345	638239.354	9872482.97	
346	638204.384	9872428.44	

347	638134.134	9872358.1	
348	638070.834	9872324.5	
349	638062.664	9872311.45	
350	638061.014	9872276.6	
351	638143.154	9872066.4	
352	638144.374	9872041.5	
353	638134.604	9872007.36	
354	638096.364	9871935.55	
355	637893.164	9871722.67	
356	637890.014	9871709.64	
357	637929.814	9871647.41	
358	637989.634	9871593.34	
359	637992.414	9871578.92	
360	637960.584	9871538.29	
361	637879.514	9871481.47	
362	637850.254	9871471.15	PUENTE LA CARLOTA
363	637804.874	9871459.14	
364	637765.307	9871464.38	

3.6. DISEÑO HIDROLOGICO E HIDRAULICO

Para iniciar este método nos hacemos ayuda del método de Zonificación, el INHAMI lo ha realizado basado en el estudio de precipitaciones y cuencas de todo el Ecuador por la cual se han obtenidos las curvas IDF para varias zonas en diferentes periodos de retorno.

Entonces, para obtener la precipitación en el punto donde se realiza el presente diseño se escoge dentro del siguiente mapa la zona a la cual pertenece.

La zona a la cual pertenece nuestro proyecto es la zona 30. Una vez obtenido la zona, vamos a la tabla de fórmulas de Intensidades y seleccionamos las que corresponde a nuestra zona.

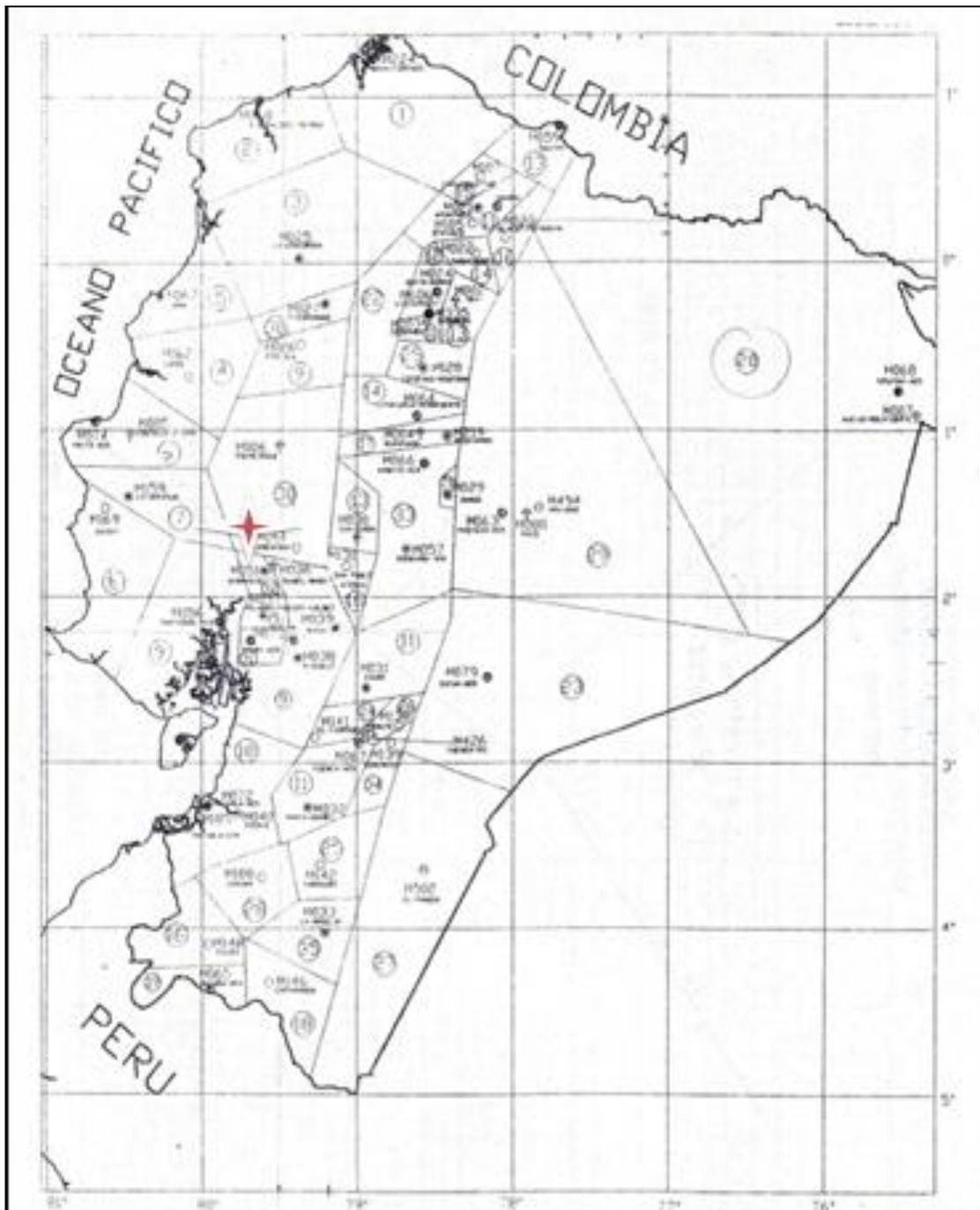


Figura 24. Mapa de Zonificación del Ecuador

Tabla 11. Fórmulas de la Zonificación de Intensidades

ZONIFICACION DE INTENSIDADES		
ECUACIONES REPRESENTATIVAS DE LAS ZONAS		
ZONA	DURACION	ECUACION
1	5 min < 130 min	$I_{TR} = 47.926 t^{\wedge} - 0.3387 Id_{TR}$
	130 min < 1440 min	$I_{TR} = 787.57 t^{\wedge} - 0.9154 Id_{TR}$
2	5 min < 30 min	$I_{TR} = 19.305 t^{\wedge} - 0.1332 Id_{TR}$
	30 min < 1440 min	$I_{TR} = 115.4 t^{\wedge} - 0.6546 Id_{TR}$
3	5 min < 90 min	$I_{TR} = 53.369 t^{\wedge} - 0.3278 Id_{TR}$
	90 min < 1440 min	$I_{TR} = 639.52 t^{\wedge} - 0.8838 Id_{TR}$
4	5 min < 20 min	$I_{TR} = 56.507 t^{\wedge} - 0.2694 Id_{TR}$
	20 min < 1440 min	$I_{TR} = 247.71 t^{\wedge} - 0.7621 Id_{TR}$
5	5 min < 40 min	$I_{TR} = 54.719 t^{\wedge} - 0.3875 Id_{TR}$
	40 min < 1440 min	$I_{TR} = 197.81 t^{\wedge} - 0.7378 Id_{TR}$
6	5 min < 120 min	$I_{TR} = 57.598 t^{\wedge} - 0.4267 Id_{TR}$
	120 min < 1440 min	$I_{TR} = 344.08 t^{\wedge} - 0.7982 Id_{TR}$
7	5 min < 60 min	$I_{TR} = 97.055 t^{\wedge} - 0.403 Id_{TR}$
	60 min < 1440 min	$I_{TR} = 869.87 t^{\wedge} - 0.9346 Id_{TR}$
8	5 min < 30 min	$I_{TR} = 80.068 t^{\wedge} - 0.3683 Id_{TR}$
	30 min < 1440 min	$I_{TR} = 351.73 t^{\wedge} - 0.7977 Id_{TR}$
9	5 min < 116 min	$I_{TR} = 40.035 t^{\wedge} - 0.341 Id_{TR}$
	116 min < 1440 min	$I_{TR} = 355.49 t^{\wedge} - 0.8043 Id_{TR}$
10	5 min < 88 min	$I_{TR} = 40.414 t^{\wedge} - 0.3124 Id_{TR}$
	88 min < 1440 min	$I_{TR} = 356.17 t^{\wedge} - 0.8009 Id_{TR}$
11	5 min < 60 min	$I_{TR} = 137.27 t^{\wedge} - 0.5153 Id_{TR}$
	60 min < 1440 min	$I_{TR} = 578.56 t^{\wedge} - 0.8736 Id_{TR}$
12	5 min < 50 min	$I_{TR} = 138.01 t^{\wedge} - 0.4882 Id_{TR}$
	50 min < 1440 min	$I_{TR} = 674.13 t^{\wedge} - 0.8935 Id_{TR}$
13	5 min < 36 min	$I_{TR} = 76.96 t^{\wedge} - 0.2953 Id_{TR}$
	36 min < 1440 min	$I_{TR} = 642.11 t^{\wedge} - 0.8898 Id_{TR}$
14	5 min < 40 min	$I_{TR} = 133.83 t^{\wedge} - 0.4283 Id_{TR}$
	40 min < 1440 min	$I_{TR} = 800.89 t^{\wedge} - 0.9189 Id_{TR}$
15	5 min < 230 min	$I_{TR} = 110.85 t^{\wedge} - 0.4943 Id_{TR}$
	230 min < 1440 min	$I_{TR} = 3197.1 t^{\wedge} - 1.1077 Id_{TR}$
16	5 min < 25 min	$I_{TR} = 76.946 t^{\wedge} - 0.4583 Id_{TR}$
	25 min < 1440 min	$I_{TR} = 174.47 t^{\wedge} - 0.7143 Id_{TR}$
17	5 min < 40 min	$I_{TR} = 201.28 t^{\wedge} - 0.4573 Id_{TR}$
	40 min < 1440 min	$I_{TR} = 1415.8 t^{\wedge} - 0.9947 Id_{TR}$
18	5 min < 50 min	$I_{TR} = 69.036 t^{\wedge} - 0.335 Id_{TR}$
	50 min < 1440 min	$I_{TR} = 510.71 t^{\wedge} - 0.849 Id_{TR}$

ZONA	DURACION	ECUACION
19	5 min < 115 min 115 min < 1440 min	$I_{TR} = 115.98 t^{-0.4844} Id_{TR}$ $I_{TR} = 1223.8 t^{-0.9751} Id_{TR}$
20	5 min < 40 min 40 min < 1440 min	$I_{TR} = 53.316 t^{-0.3021} Id_{TR}$ $I_{TR} = 308.38 t^{-0.7782} Id_{TR}$
21	5 min < 23 min 23 min < 1440 min	$I_{TR} = 28.784 t^{-0.4507} Id_{TR}$ $I_{TR} = 30.993 t^{-0.472} Id_{TR}$
22	5 min < 67 min 67 min < 1440 min	$I_{TR} = 48.772 t^{-0.3533} Id_{TR}$ $I_{TR} = 266.64 t^{-0.7687} Id_{TR}$
23	5 min < 23 min 23 min < 1440 min	$I_{TR} = 54.246 t^{-0.4596} Id_{TR}$ $I_{TR} = 89.858 t^{-0.6234} Id_{TR}$
24	5 min < 41 min 41 min < 1440 min	$I_{TR} = 177.26 t^{-0.5938} Id_{TR}$ $I_{TR} = 446.46 t^{-0.843} Id_{TR}$
25	5 min < 60 min 60 min < 1440 min	$I_{TR} = 97.389 t^{-0.6117} Id_{TR}$ $I_{TR} = 125.73 t^{-0.6643} Id_{TR}$
26	5 min < 120 min 120 min < 1440 min	$I_{TR} = 163.15 t^{-0.5018} Id_{TR}$ $I_{TR} = 2477.3 t^{-1.077} Id_{TR}$
27	5 min < 46 min 46 min < 1440 min	$I_{TR} = 76.133 t^{-0.3477} Id_{TR}$ $I_{TR} = 539 t^{-0.8634} Id_{TR}$
28	5 min < 81 min 81 min < 1440 min	$I_{TR} = 82.756 t^{-0.4722} Id_{TR}$ $I_{TR} = 357.27 t^{-0.8077} Id_{TR}$
29	5 min < 120 min 120 min < 1440 min	$I_{TR} = 75.204 t^{-0.4828} Id_{TR}$ $I_{TR} = 371.89 t^{-0.8152} Id_{TR}$
30	5 min < 79 min 79 min < 1440 min	$I_{TR} = 42.089 t^{-0.2952} Id_{TR}$ $I_{TR} = 432.57 t^{-0.8304} Id_{TR}$
31	5 min < 49 min 49 min < 1440 min	$I_{TR} = 42.22 t^{-0.1828} Id_{TR}$ $I_{TR} = 643.99 t^{-0.8852} Id_{TR}$
32	5 min < 155 min 155 min < 1440 min	$I_{TR} = 87.677 t^{-0.4796} Id_{TR}$ $I_{TR} = 850.65 t^{-0.9257} Id_{TR}$
33	5 min < 23 min 23 min < 1440 min	$I_{TR} = 170.39 t^{-0.5052} Id_{TR}$ $I_{TR} = 515.76 t^{-0.8594} Id_{TR}$
34	5 min < 35 min 35 min < 1440 min	$I_{TR} = 147.98 t^{-0.4279} Id_{TR}$ $I_{TR} = 882.9 t^{-0.9351} Id_{TR}$
35	5 min < 43 min 43 min < 1440 min	$I_{TR} = 92.854 t^{-0.4083} Id_{TR}$ $I_{TR} = 480.47 t^{-0.8489} Id_{TR}$

3.6.1. ZONIFICACION DE INTENSIDADES DE PRECIPITACION

De lo anterior notamos que las ecuaciones que corresponden al presente proyecto son:

ZONA	DURACION	ECUACION
30	5 MIN < 79 MIN	$I_{TR} = 42.089 t^{-0.2952} I_{dTR}$
	79 MIN < 1440 MIN	$I_{TR} = 432.57 t^{-0.8304} I_{dTR}$

3.6.2. ISOLINEAS

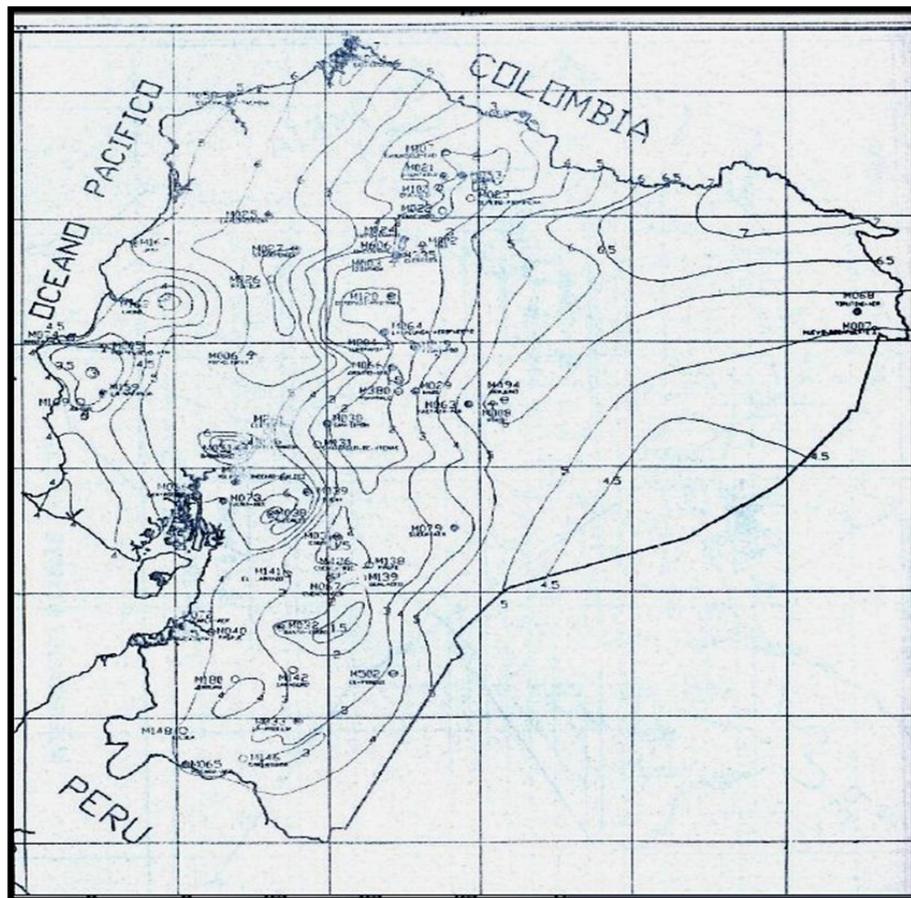


Figura 25. Mapa de isótopas para un Tr= 10 Años.

Conforme al gráfico se obtiene el siguiente IdTr:

IdTr	
10	25
5.70	6.10

Luego de conocer Idt para los periodos de retorno escogidos de 10 y 25 años se procede a obtener el área de la cuenca. Para este caso se lo realizó mediante las cartas IGM digitalizadas en Autocad 2013.

3.6.3. AREA DE LA CUENCA

AREA DE LA CUENCA

A= 470287741.3 [m²]

A= 470.29 [km²]

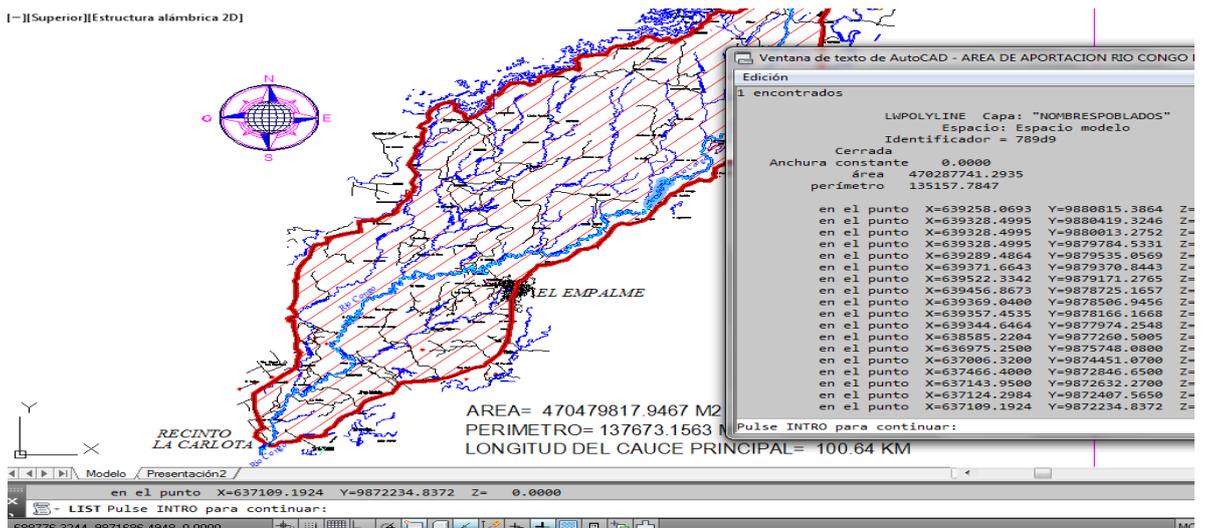


Figura 27. . Muestra de la obtención del área de la cuenca de aportación del proyecto.

3.6.4. NUMERO DE CURVA

Para nuestros fines necesitamos obtener también el número de curva que para nuestro caso el número se lo muestra a continuación:

NUMERO DE CURVA	
(CN)	
CN=	71

Tabla 11. Tabla de CN en función del uso del uso del suelo y del grupo hidrológico del suelo.

CN en función del uso del suelo y del grupo hidrológico del suelo.					
Uso del Suelo		Grupo Hidrológico del Suelo			
		A	B	C	D
Tierras cultivadas	con tratamiento de conservación	72	81	88	91
	sin tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastizales	Condición pobre	68	79	86	89
	Condición buena	39	61	74	80
Praderas		30	58	71	78
Bosques	Cubierta pobre	45	66	77	83
	Cubierta buena	25	55	70	77
Espacios abiertos: con césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.	Buena condición: cubierta de pastos sobre más del 75% del área	39	61	74	80
	Condición aceptable: cubierta de pastos sobre el 50 a 75% del área	49	69	79	84
Áreas comerciales y de tiendas (85% impermeable)		89	92	94	95
Zonas industriales (75% impermeable)		81	88	91	93
Zonas Residenciales	Tamaño medio de la parcela (m ²)	Promedio de % impermeable			
	500	65	77	85	90
	1000	38	61	75	83
	1350	30	57	72	81
	2000	25	54	70	80
	4000	20	51	68	79
Tejados, parkings, superficies impermeables en general		98	98	98	98
Calles y carreteras	Pavimentadas, con bordillos y bocas de tormenta	98	98	98	98
	De grava	76	85	89	91
	De tierra	72	82	87	89

3.6.5. PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL

A continuación, se muestra la pendiente del cauce principal:

PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL		
LONGITUD=	100640	m
LONGITUD=	100.64	km
COTA INICIAL=	129.64	m
COTA FINAL=	58.55	m
DIFERENCIA DE ALTURA=	71.09	m
PENDIENTE	=	0.000706 [m/m]

3.6.6. TIEMPO DE CONCENTRACION

El tiempo de concentración escogido ha sido el de Kirpich, el cual nos ha dado un resultado no solo más desfavorable o más pronto que los demás, sino que también nos ha parecido el da que da el resultado más lógico en comparación con las interminables horas que dan las otras fórmulas para un tramo tan pequeño como el de nuestra cuenca.

TIEMPO DE CONCENTRACION			
L =	100.64	km	Longitud del Canal
S =	0.00071	m/m	Pendiente de la cuenca
Kirpich (1940)			
$t_c = 0.0078*(L^{0.77})/(S^{0.385})$			
$t_c = 4.439646589$ [HORAS]			
$t_c = 266.3787953$ [MIN]			

Antes de aplicar los datos que hemos obtenidos mediante tablas y pequeños cálculos en el Método de Bloques Alternos de Ven T Chow procedemos hacer un resumen de lo que hasta el momento tenemos.

D A T O S	Área (A) =	470.29	km ²
	CN =	71	
	Longitud (L) =	100.64	km
	Pendiente (Sc) =	0.000706379	%
	D(Duración) =	4.439646589	h
		266.3787953	min

Tabla 12. Resumen de valores obtenidos.

DURACION	ECUACION
5 MIN < 79 MIN	$I_{TR} = 40.035 t^{-0.341} I_{dTr}$
79 MIN < 1440 MIN	$I_{TR} = 355.49 t^{-0.8043} I_{dTr}$

Tabla 13. Ecuaciones correspondientes a nuestro proyecto, basados en el mapa de zonificación y mapa de isolíneas.

3.6.7. HIETOGRAMA

METODO DE BLOQUES ALTERNOS DE VEN TE CHOW						
T= 10 AÑOS						
IdTr= 5.70 [mm/h]						
d (min)	i (mm/h)	hp (mm)	dhp (mm)	Hietograma (mm)	Hietograma Acumulado (mm)	Hietograma Adimensional
30	71.551	35.776	35.776	0.576	0.576	0.00
60	56.489	56.489	20.714	0.597	1.173	0.01
90	54.313	81.470	24.981	0.619	1.791	0.01
120	43.094	86.188	4.718	0.642	2.434	0.02
150	36.014	90.035	3.847	0.668	3.102	0.02
180	31.102	93.306	3.270	0.697	3.799	0.03
210	27.475	96.163	2.858	0.728	4.528	0.03
240	24.677	98.709	2.546	0.763	5.291	0.04
270	22.447	101.011	2.302	0.802	6.093	0.04
300	20.623	103.115	2.104	0.845	6.938	0.05
330	19.101	105.057	1.941	0.895	7.833	0.06
360	17.810	106.861	1.804	0.951	8.784	0.06
390	16.700	108.548	1.687	1.015	9.799	0.07
420	15.733	110.134	1.586	1.090	10.889	0.08
450	14.884	111.631	1.497	1.180	12.069	0.09
480	14.131	113.050	1.419	1.287	13.355	0.10
510	13.459	114.399	1.349	1.419	14.774	0.11
540	12.854	115.686	1.287	1.586	16.360	0.12
570	12.307	116.916	1.231	1.804	18.164	0.13
600	11.810	118.096	1.180	2.104	20.269	0.14
630	11.355	119.229	1.133	2.546	22.815	0.16
660	10.938	120.319	1.090	3.270	26.085	0.19
690	10.554	121.371	1.051	4.718	30.803	0.22
720	10.199	122.386	1.015	20.714	51.517	0.37
750	9.869	123.367	0.982	35.776	87.293	0.62
780	9.563	124.318	0.951	24.981	112.273	0.80
810	9.277	125.240	0.922	3.847	116.120	0.83
840	9.010	126.134	0.895	2.858	118.978	0.85
870	8.759	127.003	0.869	2.302	121.280	0.87
900	8.523	127.849	0.845	1.941	123.221	0.88
930	8.301	128.672	0.823	1.687	124.908	0.89
960	8.092	129.474	0.802	1.497	126.405	0.90
990	7.894	130.256	0.782	1.349	127.754	0.91
1020	7.707	131.019	0.763	1.231	128.985	0.92
1050	7.529	131.764	0.745	1.133	130.118	0.93
1080	7.361	132.493	0.728	1.051	131.169	0.94
1110	7.200	133.205	0.712	0.982	132.151	0.94
1140	7.047	133.902	0.697	0.922	133.073	0.95
1170	6.902	134.584	0.682	0.869	133.942	0.96
1200	6.763	135.253	0.668	0.823	134.765	0.96
1230	6.630	135.908	0.655	0.782	135.547	0.97
1260	6.502	136.551	0.642	0.745	136.292	0.97
1290	6.381	137.181	0.630	0.712	137.004	0.98
1320	6.264	137.799	0.619	0.682	137.687	0.98
1350	6.151	138.407	0.607	0.655	138.342	0.99
1380	6.044	139.003	0.597	0.630	138.972	0.99
1410	5.940	139.590	0.586	0.607	139.580	1.00
1440	5.840	140.166	0.576	0.586	140.166	1.00

Tabla 14. Cálculo del Hietograma para un periodo de retorno de 10 años.

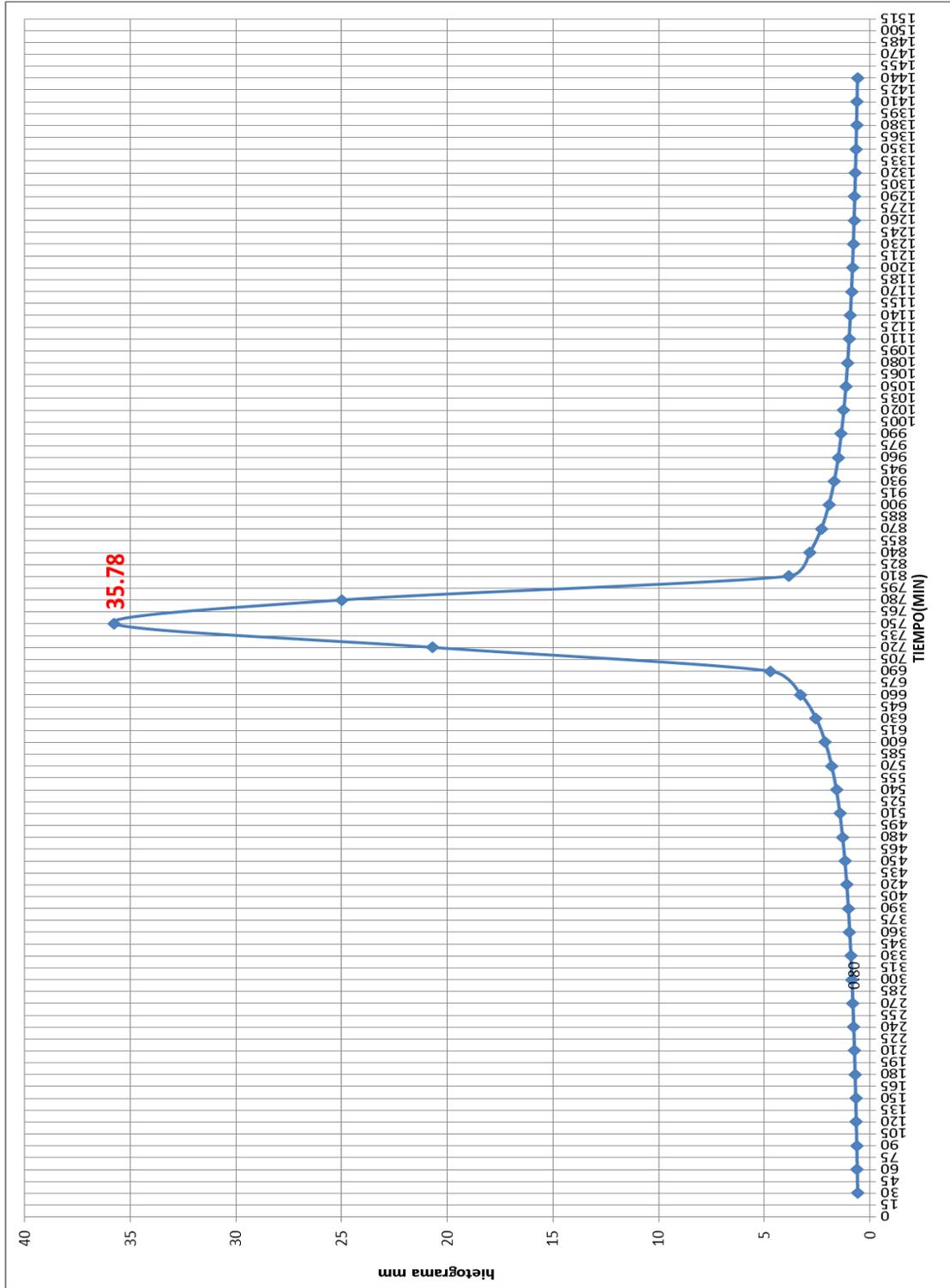


Figura 28. Hietograma Tr= 10 años

METODO DE BLOQUES ALTERNOS DE VEN TE CHOW						
T= 25 AÑOS						
IdTr= 6.10 [mm/h]						
d (min)	I (mm/h)	hp (mm)	dhp (mm)	Hietograma (mm)	Hietograma Acumulado (mm)	Hietograma Adimensiona I
30	94.070	47.035	47.035	0.538	0.538	0.00
60	76.663	76.663	29.628	0.558	1.096	0.01
90	62.890	94.335	17.672	0.579	1.675	0.01
120	49.526	99.052	4.717	0.602	2.277	0.02
150	41.149	102.873	3.820	0.627	2.904	0.02
180	35.368	106.103	3.231	0.655	3.559	0.02
210	31.118	108.914	2.811	0.685	4.244	0.03
240	27.852	111.409	2.495	0.719	4.963	0.03
270	25.257	113.656	2.248	0.757	5.720	0.04
300	23.141	115.706	2.049	0.799	6.519	0.04
330	21.380	117.591	1.886	0.847	7.366	0.05
360	19.890	119.339	1.748	0.902	8.268	0.05
390	18.611	120.971	1.631	0.965	9.234	0.06
420	17.500	122.501	1.530	1.039	10.273	0.07
450	16.526	123.942	1.442	1.127	11.400	0.08
480	15.663	125.306	1.364	1.233	12.634	0.08
510	14.894	126.602	1.295	1.364	13.998	0.09
540	14.204	127.835	1.233	1.530	15.528	0.10
570	13.580	129.012	1.178	1.748	17.276	0.11
600	13.014	130.140	1.127	2.049	19.325	0.13
630	12.497	131.221	1.081	2.495	21.820	0.14
660	12.024	132.260	1.039	3.231	25.051	0.17
690	11.588	133.261	1.001	4.717	29.767	0.20
720	11.186	134.227	0.965	29.628	59.396	0.39
750	10.813	135.159	0.933	47.035	106.431	0.70
780	10.466	136.061	0.902	17.672	124.103	0.82
810	10.143	136.935	0.874	3.820	127.923	0.85
840	9.842	137.782	0.847	2.811	130.734	0.87
870	9.559	138.605	0.822	2.248	132.982	0.88
900	9.294	139.404	0.799	1.886	134.867	0.89
930	9.044	140.181	0.777	1.631	136.498	0.90
960	8.809	140.938	0.757	1.442	137.940	0.91
990	8.586	141.675	0.737	1.295	139.235	0.92
1020	8.376	142.395	0.719	1.178	140.413	0.93
1050	8.177	143.096	0.702	1.081	141.494	0.94
1080	7.988	143.782	0.685	1.001	142.495	0.94
1110	7.808	144.451	0.670	0.933	143.428	0.95
1140	7.637	145.106	0.655	0.874	144.301	0.96
1170	7.474	145.747	0.641	0.822	145.124	0.96
1200	7.319	146.374	0.627	0.777	145.901	0.97
1230	7.170	146.988	0.614	0.737	146.639	0.97
1260	7.028	147.590	0.602	0.702	147.340	0.98
1290	6.892	148.180	0.590	0.670	148.010	0.98
1320	6.762	148.759	0.579	0.641	148.651	0.98
1350	6.637	149.327	0.568	0.614	149.265	0.99
1380	6.517	149.885	0.558	0.590	149.855	0.99
1410	6.401	150.433	0.548	0.568	150.423	1.00
1440	6.290	150.971	0.538	0.548	150.971	1.00

Tabla 15. Cálculo del Hietograma para un periodo de retorno de 25 años.

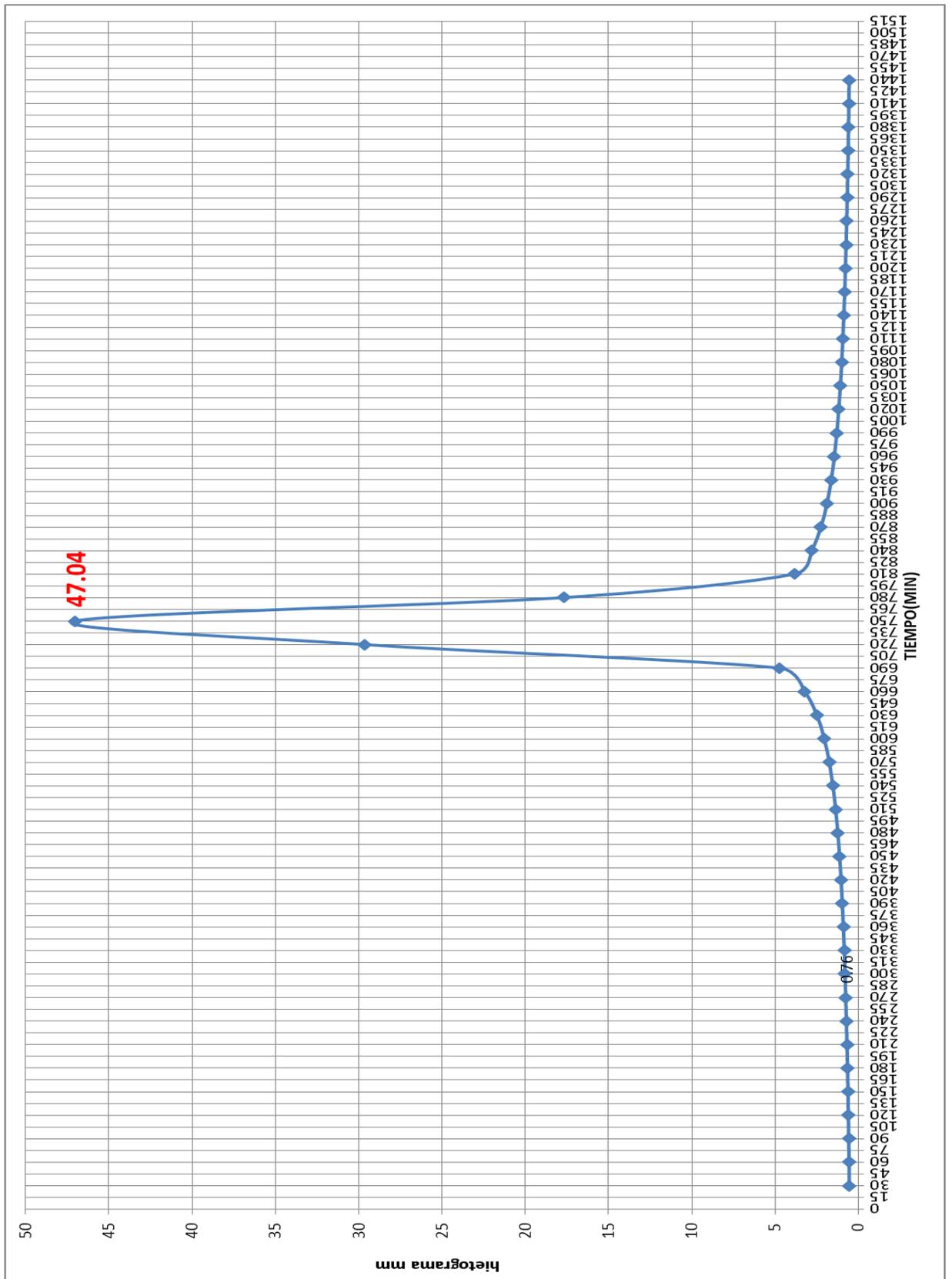


Figura 29. Hietograma Tr= 25 años.

3.6.8. CALCULO DE CAUDAL DE DISEÑO DE CUENCA EN HEC-HMS

Estos valores obtenidos (los hietogramas) más los datos antes calculados se los usará para introducirlos en el programa HEC-HMS 3.5 para obtener por los métodos más convenientes el caudal de diseño para tal periodo de retorno.

Se crea el inicio de la cuenca y su final que sería el inicio del proyecto.

3.6.8.1. PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS

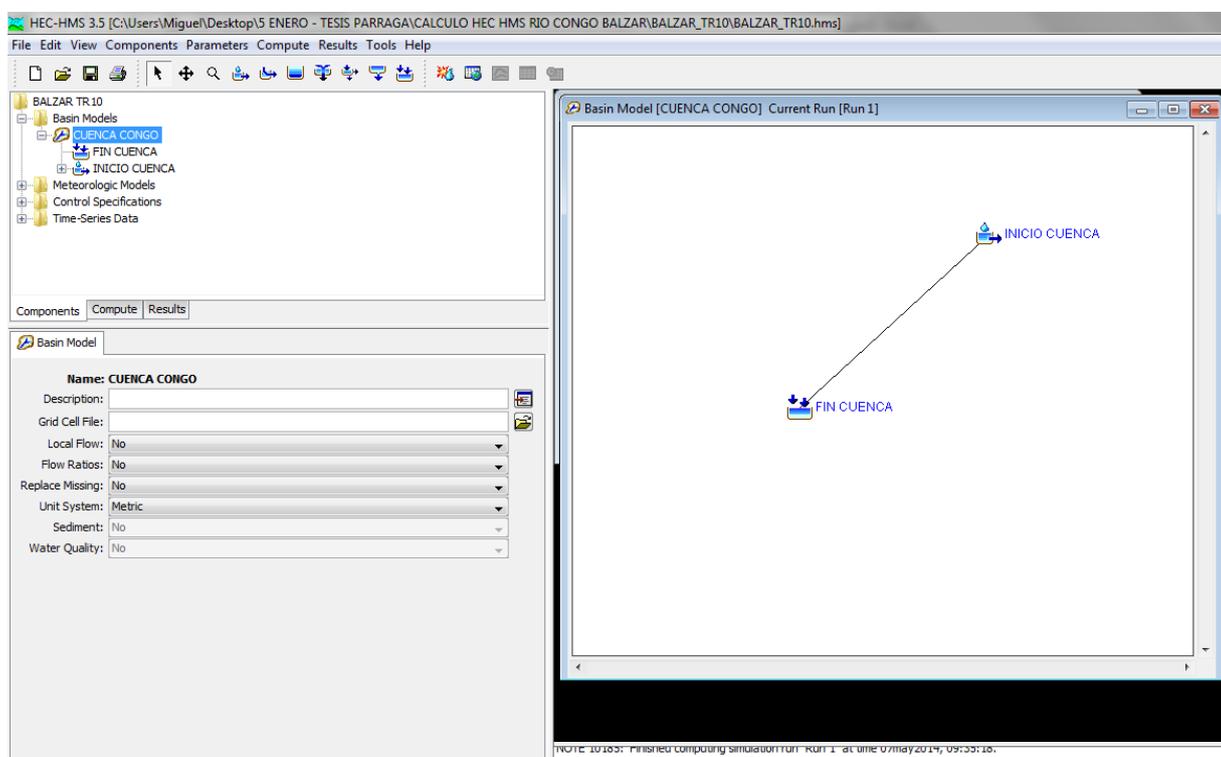


Figura 30. Creación del inicio de la cuenca de aportación del proyecto e ingreso de los valores respectivos para que el HEC-HMS 3.5 nos dé el caudal de diseño.

Luego de ingresar los datos calculados anteriormente en un orden presentado por el mismo programa se obtiene el caudal de diseño de la cuenca:

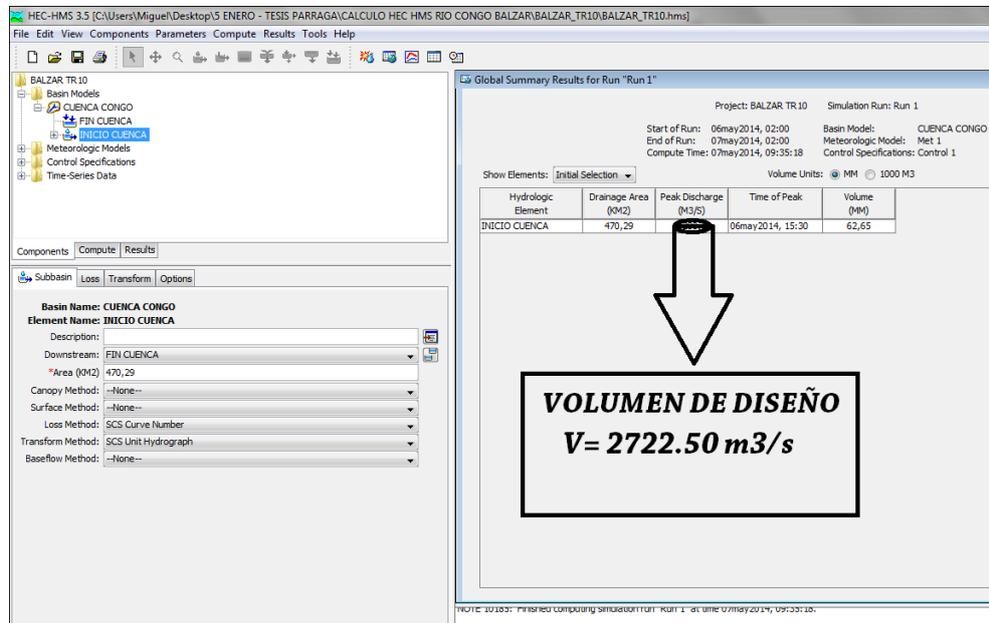


Figura 31. Caudal de la cuenca.

Hietograma de diseño e hidrograma.

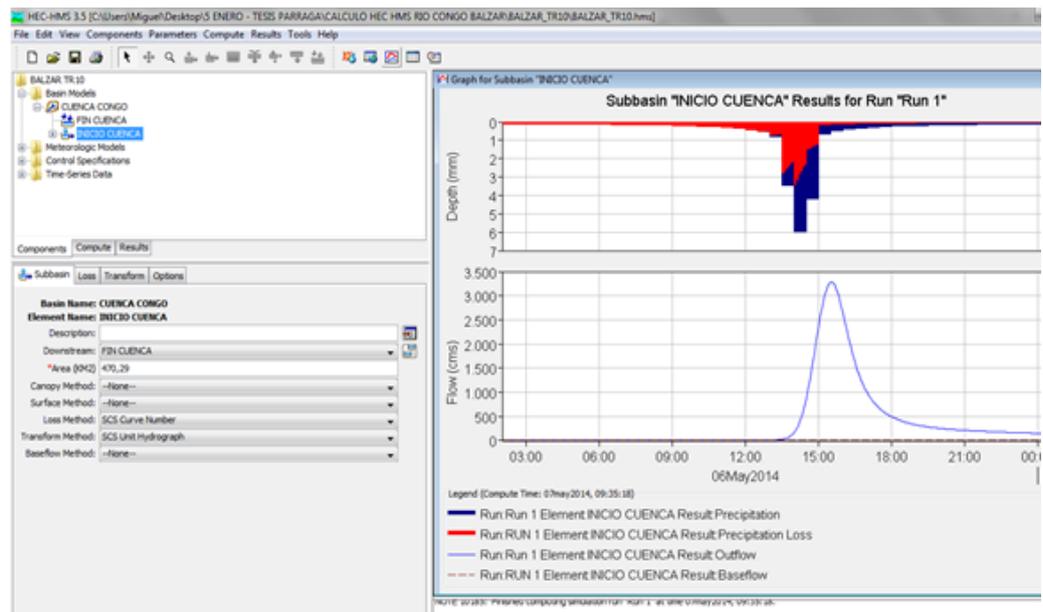


Figura 32. Separación del caudal base.

Valores de precipitaciones a 24 horas cada 30 minutos.

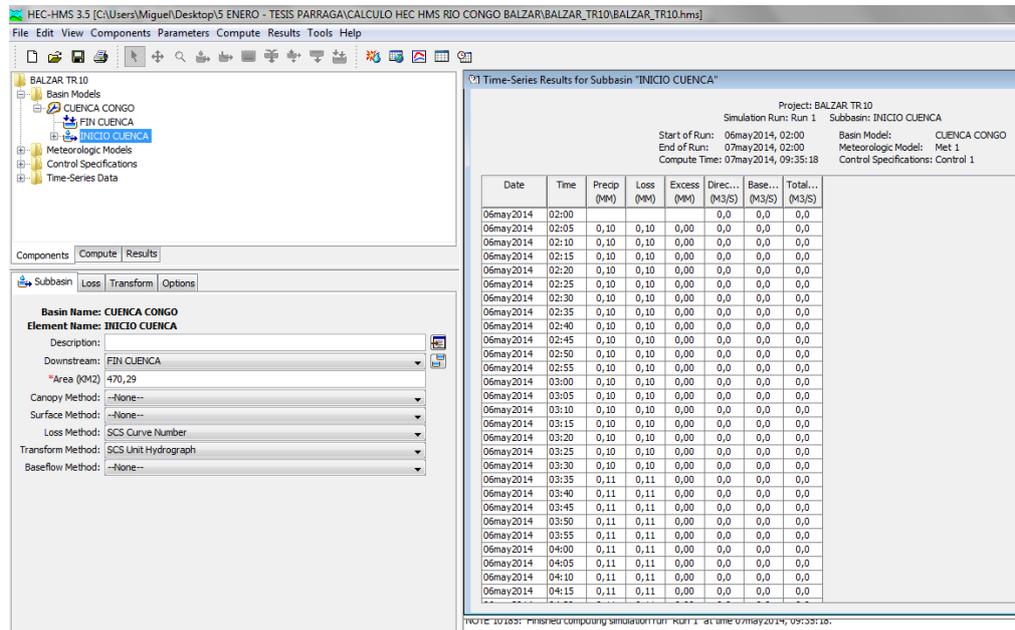


Figura 33. Datos de lluvia a 24 horas.

El caudal de diseño de la cuenca obtenida mediante el HEC-HMS 3.5 es de 2722.50 m³/s para un T= 10 años cuyo resultado nos lo acaba de mostrar el HEC-HMS y a continuación utilizamos el software H-CANALES (que de igual modo es de uso libre) e introduciendo los datos de la sección típica actual del río Congo al pasar por el puente en el recinto La Carlota nos muestra que el caudal que pasa por ahí es de 2181.20 m³/s.



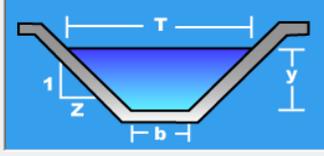
Figura 34. Datos hidráulicos de sección típica (promedio) del río Congo en la actualidad (al pasar a través del puente La Carlota).

A continuación observamos la sección típica (promedio) capaz de soportar tormentas para un $T_r = 10$ años con un talud de 1:1.5.

Cálculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: RIO BAPAO Proyecto: PUENTE LA CARLOTA
Tramo: Revestimiento:

Datos:
Tirante (y): 14.5 m
Ancho de solera (b): 22 m
Talud (Z): 1.5
Coeficiente de rugosidad (n): 0.025
Pendiente (S): 0.00071 m/m



Resultados:
Caudal (Q): 2824.9846 m³/s Velocidad (v): 4.4532 m/s
Área hidráulica (A): 634.3750 m² Perímetro (p): 74.2805 m
Radio hidráulico (R): 8.5403 m Espejo de agua (T): 65.5000 m
Número de Froude (F): 0.4569 Energía específica (E): 15.5107 m-Kg/Kg
Tipo de flujo: Subcrítico

Cuidado velocidad erosiva

Calcular Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

Realiza la impresión de la pantalla 22:41 08/05/2014

Figura 35. Datos hidráulicos de sección típica de diseño del río Congo al trabajar con su caudal máximo en un periodo de retorno de 10 años.

Sin embargo esa no es la sección final de diseño, porque aún nos hace falta añadir un bordo libre de 0.20 m con el cual el tirante sería de 14.70 m y la nueva sección típica soportaría un caudal de 2904.56 m³/s.

Los caudales que muestran las secciones de diseño mostradas en las dos últimas figuras nos muestran un caudal muy superior al de diseño que soportara el río Congo debido a dos razones. Una por brindarle un bordo libre que de seguridad y tranquilidad en los moradores al ver que el muro no trabaja a su máximo uso. La segunda tiene que ver con que como vamos a añadirle una protección con rocas al talud el área hidráulica del río va a disminuir, por tanto la sección típica hay que aumentarlo para no disminuir el caudal del diseño calculado.

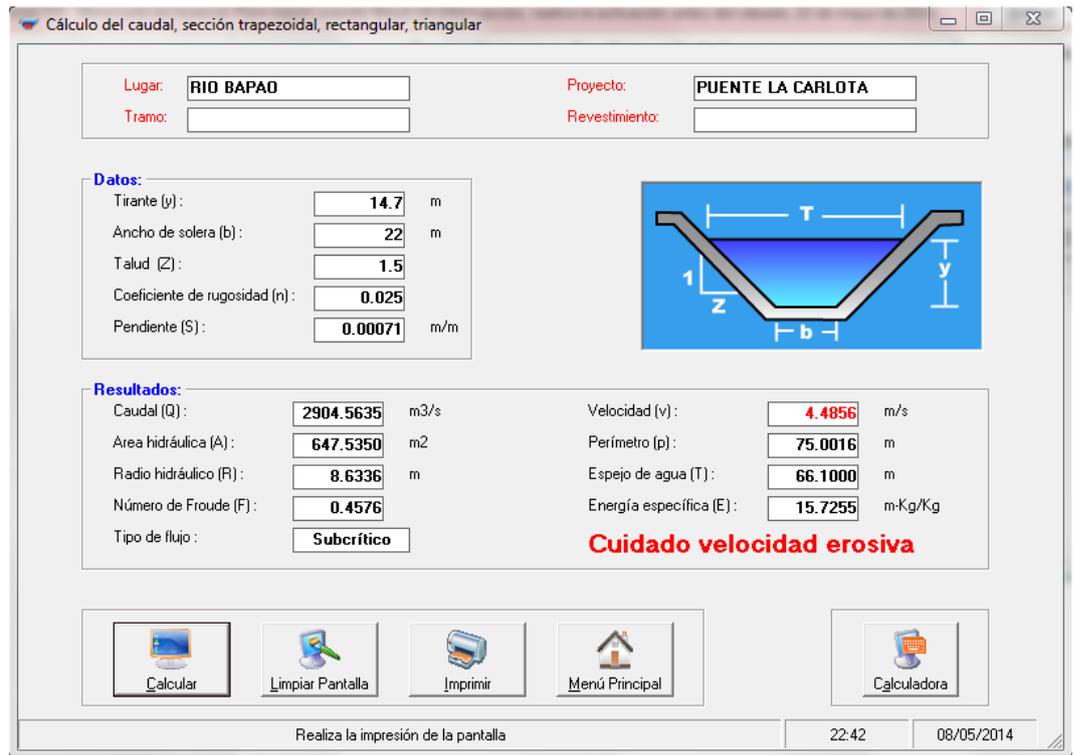


Figura 36. Calculo de la sección típica de diseño capaz de soportar el caudal de diseño, el bordo libre y la disminución de sección típica debido al espacio que ocupará el enrocado.

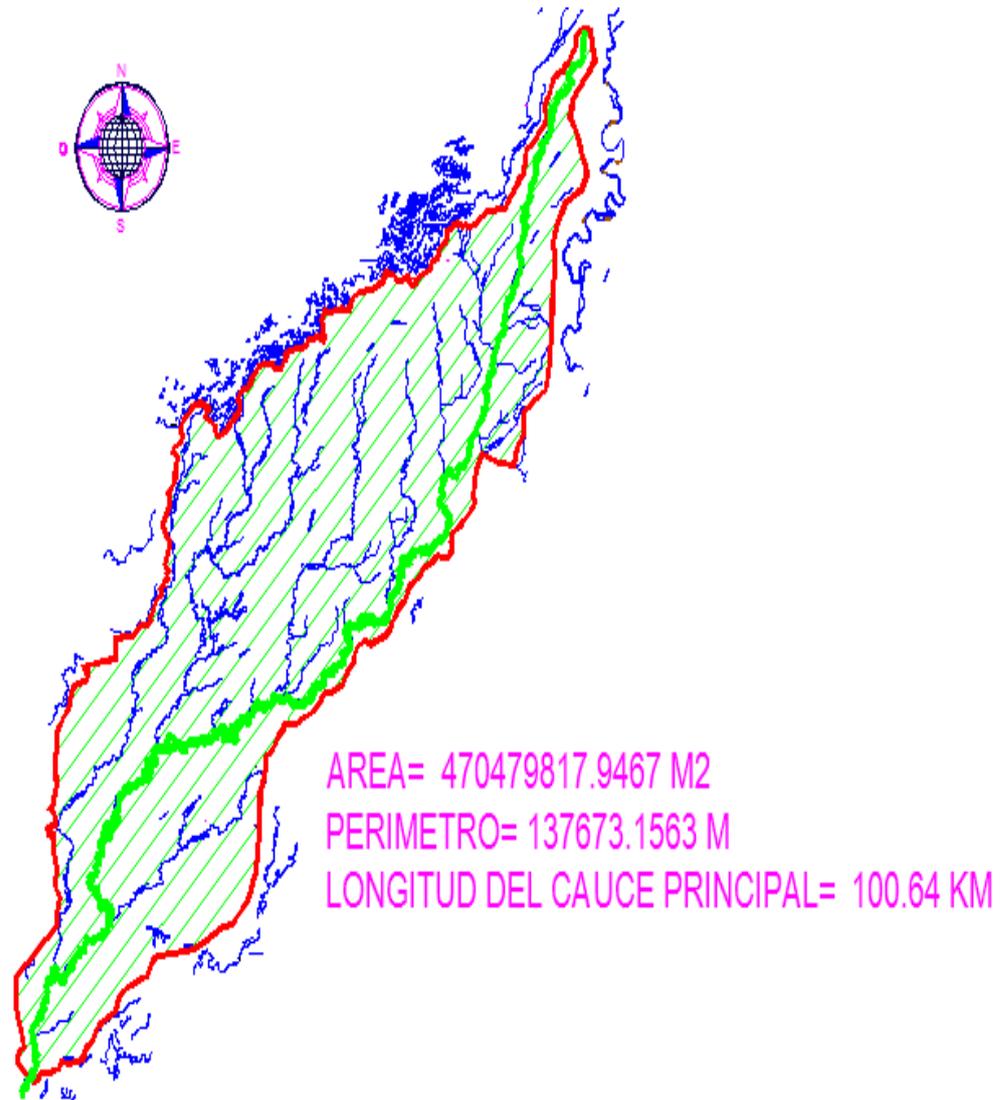


Figura 37. Vista en Planta del área de aportación y del cauce principal

RECINTO LA CARLOTA

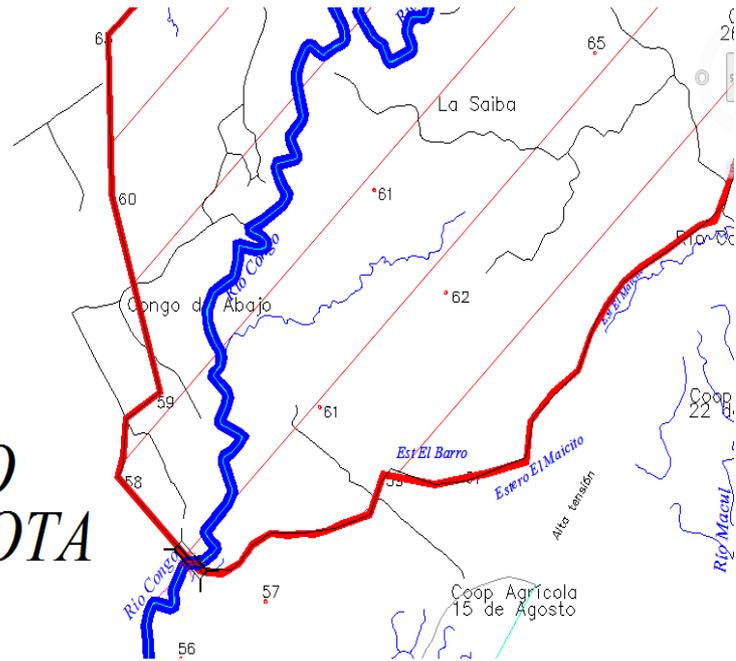


Figura 38. Vista en planta del río Congo al pasar por el puente en el recinto La Carlota.

La siguiente imagen, muestra como es en la actualidad el muro y el canal. La sección típica que estamos mostrando es una sección promedio que refleja la realidad actual del río Congo cuando pasa a través del puente del recinto La Carlota. Cuando se tomó por primera vez los datos topográficos de este río presentaba una solera con cotas variables debido al desazolve, esto es en enero del año 2013. Sin embargo, en los últimos meses del año 2014 el río ha sido desazolvado y su sección típica es menos variable que antes. Debido a esta limpieza hecha con excavadora de oruga ha dejado una solera casi llana y un talud de 1:1. Esta sección típica es la que mostramos a continuación.

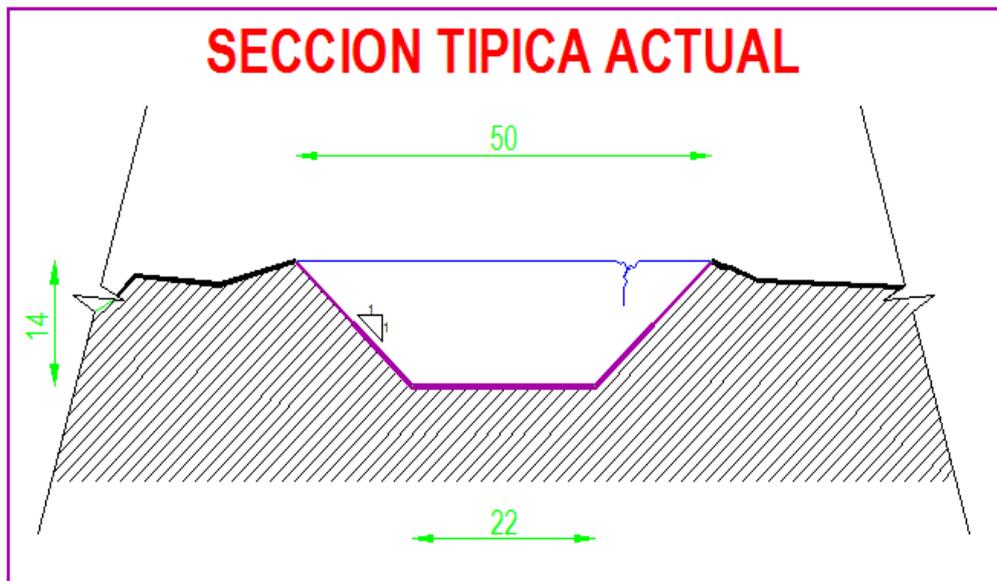


Figura 39. Corte de la sección promedio del río Bapao y el muro derecho.

A continuación se muestra la sección actual con respecto a la nueva sección, es decir frente a la sección de diseño, especificando las secciones de corte y de relleno. El nuevo talud del río tiene una relación de 1:1.5.



Figura 40. Sección de diseño del río Congo (promedio).

En la figura anterior notamos cuatro áreas que las describimos a continuación:

$$A1= 25.72 \text{ m}^2$$

$$A2= 24.05 \text{ m}^2$$

$$A3= 44.24 \text{ m}^2$$

$$A4= 31.18 \text{ m}^2$$

A1 y A4 son secciones de relleno cuya sumatoria da 56.90 m² y A2 y A3 son secciones de corte cuya sumatoria da 68.29 m². Estas áreas al multiplicarlas por 400 metros lineales que es la longitud del muro a reconfigurar obtenemos los siguientes volúmenes:

$$\text{Volumen de Relleno}= 22760.00 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de Corte}= 27316.00 \text{ m}^3$$

Como el volumen de corte es superior al volumen de relleno podremos usar tal arcilla de corte para conformar el muro hasta obtener la nueva sección de diseño con una corona de 5 metros de ancho y un talud exterior de 1:2.

La información respecto al tipo de suelo que conforma las riberas del río están en los anexos del presente proyecto, presentadas por un laboratorio certificado.

3.7. DIMENSIONAMIENTO DEL ENROCADO

El diámetro de la roca es dimensionado a través de la fórmula de Maynard el cual emplea las siguientes expresiones:

$$D_{50} = t * C1 * F^3 \qquad F = C2 * \frac{V}{(gy)^{0.5}}$$

Datos:

- C1 = 0.36 Coeficiente relativo al talud
- C2 = 1.00 Coeficiente relativo a la ubicación)
- V = 4.41 Velocidad del caudal
- g = 9.81 Gravedad
- y = 15.50 tirante hasta la profundidad de socavación
- t = 14.50 tirante normal

Desarrollo:

$$D_{50} = t * C1 * F^3 = 0.66 \text{ mt} \Rightarrow 0.70 \text{ mt} \quad F = C2 * \frac{V}{(gy)^{0.5}} = 0.85$$

Con lo que resulta una roca de 0.70 metros.

Entonces se observa que el diseño preliminar de la sección típica calculada con el H-CANALES es mas que suficiente para soportar el caudal máximo que podría atravesar el río Congo en un periodo de retorno de 10 años.

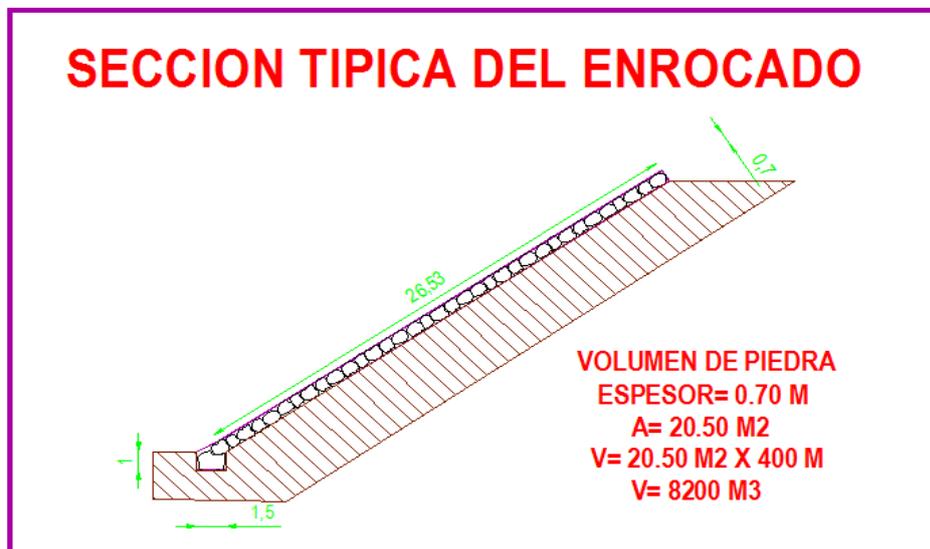


Figura 41. Sección típica del enrocado y cuantificación del mismo.



Figura 42. Gráfico del diseño definitivo que protegerá los muros del rio Congo en el recinto La Carlota

3.8. FICHA AMBIENTAL

Identificación del Proyecto			
Nombre del Proyecto:			
"Estudio de la Factibilidad para el Encausamiento con Enrocado para proteger el puente ubicado sobre el Río Congo en el Recinto "La Carlota" del Cantón Balzar"			
Fecha:		Marzo 2013	
Localización del Proyecto:		Provincia:	Guayas
		Cantón:	Balzar
		Parroquia:	
		Recintos:	La Carlota
Auspiciado por:		Ministerio de:	
		Gobierno Provincial:	
		Gobierno Municipal:	
		Org. de inversión/desarrollo:	
		Otro:	Tesis de Pre-Grado de la ULVR
Tipo del Proyecto:		Abastecimiento de agua	
		Agricultura y	

		ganadería		
		Amparo y bienestar social		
		Protección áreas naturales		
		Educación		
		Electrificación		
		Hidrocarburos		
		Industria y comercio		
		Minería		
		Pesca		
		Salud		
		Saneamiento ambiental		
		Turismo		
		Vialidad y transporte		
	x	Otros: Protección de ríos y canales		
Descripción resumida del proyecto:				
El proyecto consiste en la conformación un muro enrocado para proteger el puente que atraviesa el río Congo al pasar por el recinto La Carlota				
Nivel de los estudios técnicos del proyecto:			Idea o prefactibilidad	
		x	Factibilidad	
			Definitivo	
Categoría del Proyecto:			Construcción	

			Rehabilitación
		x	Ampliación o mejoramiento
			Mantenimiento
			Equipamiento
			Capacitación
			Apoyo
			Otro (especificar):
Datos del Promotor/Auspiciante			
Nombre o Razón Social:	Facultad de Ingeniería Civil ULVR		
Representante legal:			
Dirección:	Avenida de Las Américas		
Ciudad:	Guayaquil		
Teléfono:	2287-200		
CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA			
Caracterización del Medio Físico			
<u>Localización</u>			
Región geográfica:	x	Costa	
		Sierra	

		Oriente	
		Insular	
Coordenadas:			
		Zona 17, elipsoide WGS 84	
		Inicio:	
		Fin:	
Altitud:		A nivel del mar	
	x	Entre 0 y 500 msnm	
		Entre 501 y 2.300 msnm	
		Entre 2.301 y 3.000 msnm	
		Entre 3.001 y 4.000 msnm	
		Más de 4000 msnm	
<u>Clima</u>			
Temperatura:	x	Cálido-seco	Cálido-seco (0-500 msnm)
		Cálido-húmedo	Cálido-húmedo (0-500 msnm)
		Subtropical	Subtropical (500-2.300 msnm)
		Templado	Templado (2.300-3.000 msnm)
		Frío	Frío (3.000-4.500 msnm)
		Glacial	Menor a 0 °C en altitud (>4.500 msnm)
<u>Geología, geomorfología y suelos</u>			

Ocupación actual del Área de influencia:	x	Asentamientos humanos	
	x	Áreas agrícolas o ganaderas	
		Áreas ecológicas protegidas	
		Bosques naturales o plantaciones forestales	
		Fuentes hidrológicas y cauces naturales	
		Manglares	
		Zonas arqueológicas	
		Zonas con riqueza hidrocarburíferas	
		Zonas con riquezas minerales	
		Zonas de potencial turístico	
		Zonas de valor histórico, cultural o religioso	
		Zonas escénicas únicas	
		Zonas inestables con riesgo sísmico	
		Zonas reservadas por seguridad nacional	
		Otra: (especificar)	
Pendiente del suelo:		Llano	El terreno es plano. Las pendientes son menores que el 30%.
		Ondulado	El terreno es ondulado. Las pendientes son suaves (entre 30% y 100 %).

	x	Montañoso	El terreno es quebrado. Las pendientes son mayores al 100 %.
Tipo de suelo:	x	Arcilloso	
		Arenoso	
		Semi-duro	
		Rocoso	
		Saturado	
Calidad del suelo:	x	Fértil	
		Semi-fértil	
		Erosionado	
		Otro (especifique)	
		Saturado	
Permeabilidad del suelo		Altas	El agua se infiltra fácilmente en el suelo. Los charcos de lluvia desaparecen rápidamente.
	x	Media	El agua tiene ciertos problemas para infiltrarse en el suelo. Los charcos permanecen algunas horas después de que ha llovido.
		Baja	El agua queda detenida en charcos por espacio de días. Aparecen aguas estancadas.
Condiciones de drenaje		Muy buenas	No existen estancamientos de agua, aún en época de lluvias
	x	Buenas	Existen estancamientos de agua que se forman durante las lluvias, pero que desaparecen a

			las pocas horas de cesar las precipitaciones
		Malas	Las condiciones son malas. Existen estancamientos de agua, aún en épocas cuando no llueve
<u>Hidrología</u>			
Fuentes		Agua superficial	
	x	Agua subterránea	
		Agua de mar	
		Ninguna	
Nivel freático		Alto	
	x	Profundo	
Precipitaciones		Altas	Lluvias fuertes y constantes
	x	Medias	Lluvias en época invernal o esporádicas
		Bajas	Casi no llueve en la zona
<u>Aire</u>			
Calidad del aire:		Pura	No existen fuentes contaminantes que lo alteren
	x	Buena	El aire es respirable, presenta malos olores en forma esporádica o en alguna época del año. Se presentan irritaciones

			leves en ojos y garganta.
		Mala	El aire ha sido poluído. Se presentan constantes enfermedades bronquio-respiratorias. Se verifica irritación en ojos, mucosas y garganta.
Recirculación de aire:		Muy Buena	Brisas ligeras y constantes Existen frecuentes vientos que renuevan la capa de aire
	x	Buena	Los vientos se presentan sólo en ciertas épocas y por lo general son escasos.
		Mala	
Ruido:	x	Bajo	No existen molestias y la zona transmite calma.
		Tolerable	Ruidos admisibles o esporádicos. No hay mayores molestias para la población y fauna existente.
		Ruidoso	Ruidos constantes y altos. Molestia en los habitantes debido a intensidad o por su frecuencia. Aparecen síntomas de sordera o de irritabilidad.
Caracterización del Medio Biótico			
<u>Ecosistema</u>			

		Páramo		
		Bosque pluvial		
		Bosque nublado		
	x	Bosque seco tropical		
		Ecosistemas marinos		
		Ecosistemas lacustres		
<u>Vegetación y Flora</u>				
Tipo de cobertura		Bosques		
Vegetal:		Arbustos		
		Pastos		
	x	Cultivos		
		Matorrales		
		Sin vegetación		
Importancia de la Cobertura vegetal:		x Común del sector		
		Rara o endémica		
		En peligro de extinción		
		Protegida		
		Intervenida		
Usos de la vegetación:		x Alimenticio		
		x Comercial		
		Medicinal		

		Ornamental		
		Construcción		
		Fuente de semilla		
		Mitológico		
		Otro (especifique):		
<u>Fauna silvestre</u>				
Tipología		Microfauna		
	x	Insectos		
	x	Anfibios		
	x	Peces		
	x	Reptiles		
	x	Aves		
	x	Mamíferos		
Importancia		x Común		
		Rara o única especie		
		Frágil		
		En peligro de extinción		
Caracterización del Medio Socio-Cultural				
<u>Demografía</u>				
Nivel de consolidación Del			Urbana	

área de influencia:			Periférica	
		x	Rural	
Tamaño de la población:		x	Entre 0 y 1.000 habitantes	
			Entre 1.001 y 10.000 habitantes	
			Entre 10.001 y 100.000 habitantes	
			Más de 100.00 habitantes	
Características étnicas de la Población:		x	Mestizos	
			Indígena	
			Negros	
			Otro (especificar):	
<u>Infraestructura social</u>				
Abastecimiento de agua:			Agua potable	
			Conexión domiciliaria	
	x		Agua de lluvia	
			Grifo público	
			Servicio permanente	
			Racionado	
			Banquero	
	x		Acarreo manual	Pozo
			Ninguno	
Evacuación de aguas			Alcantarillado	

Servidas:		sanitario		
		Alcantarillado pluvial		
	x	Fosas sépticas		
	x	Letrinas		
		Ninguno		
Evacuación de aguas Lluvias:		Alcantarillado pluvial		
		Drenaje superficial		
	x	Ninguno		
Desechos sólidos		Barrido y recolección		
		Botadero a cielo abierto		
		Relleno sanitario		
	x	Otro (especificar):	Quema	
Electrificación	x	Red energía eléctrica		
		Plantas eléctricas		
		Ninguno		
Transporte público		Servicio Urbano		
		Servicio intercantonal		
		Rancheras		
	x	Canoa		
	x	Otro (especifique):	Motos, camionetas	
Vialidad y accesos		Vías principales		

		Vías secundarias		
	x	Caminos vecinales		
		Vías urbanas		
		Otro (especifique):		
Telefonía		Red domiciliaria		
		Cabina pública		
	x	Ninguno	Celular	
<u>Actividades socio-económicas</u>				
Aprovechamiento y uso de la tierra:	x	Residencial		
		Comercial		
		Recreacional		
	x	Productivo		
		Baldío		
		Otro (especificar):		
Tenencia de la tierra:		Terrenos privados		
	x	Terrenos comunales		
		Terrenos municipales		
		Terrenos estatales		
<u>Organización social</u>				

	<input checked="" type="checkbox"/>	Primer grado	Comunal, barrial
	<input checked="" type="checkbox"/>	Segundo grado	Pre-cooperativas, cooperativas
	<input type="checkbox"/>	Tercer grado	Asociaciones, federaciones, unión de organizaciones
	<input type="checkbox"/>	Otra	
	<input type="checkbox"/>		
<u>Aspectos culturales</u>			
	<input type="checkbox"/>		
Lengua	<input checked="" type="checkbox"/>	Español	
	<input type="checkbox"/>	Nativa	
	<input type="checkbox"/>	Otro (especificar):	
Religión	<input checked="" type="checkbox"/>	Católicos	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Evangélicos	
	<input type="checkbox"/>	Otra (especifique):	
Tradiciones	<input type="checkbox"/>	Ancestrales	
	<input type="checkbox"/>	Religiosas	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Populares	
	<input type="checkbox"/>	Otras (especifique):	
	<input type="checkbox"/>		
Medio Perceptual			
	<input type="checkbox"/>		
Paisaje y turismo	<input checked="" type="checkbox"/>	Zonas con valor paisajístico	
	<input type="checkbox"/>	Atractivo turístico	
	<input type="checkbox"/>	Recreacional	
	<input type="checkbox"/>	Otro (especificar):	

Riesgos Naturales e inducidos			
Peligro de Deslizamientos		Inminente	La zona es muy inestable y se desliza con relativa frecuencia
		Latente	La zona podría deslizarse cuando se produzcan precipitaciones extraordinarias.
	x	Nulo	La zona es estable y prácticamente no tiene peligro de deslizamientos.
Peligro de Inundaciones		Inminente	La zona se inunda con frecuencia
	x	Latente	La zona podría inundarse cuando se produzcan precipitaciones extraordinarias.
		Nulo	La zona, prácticamente, no tiene peligro de inundaciones.
Peligro de Terremotos		Inminente	La tierra tiembla frecuentemente
		Latente	La tierra tiembla ocasionalmente (está cerca de o se ubica en fallas geológicas).
	x	Nulo	La tierra, prácticamente, no tiembla.

3.9. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

3.9.1. PRESUPUESTO

 Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil					
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL					
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
OBRA:	"Estudio de la Factibilidad para el Encausamiento con Enrocado para proteger el puente ubicado sobre el Río Congo en el Recinto "La Carlota" del Cantón Balzar"				
TRAMO:	Según Coordenadas				
CANTON:	Balzar				
				LONGITUD:	200 mt
RUBRO	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	OBRA CIVIL				
1.1	Enrocador > 80 cm	m ³	957.00	7.36	7,043.52
1.2	Transporte de material petreo (> de 5 a 100 km)	m ³ -km	120582.00	0.35	42,203.70
1.3	Limpieza de canales de tierra con excavadora	m ³	1200.00	6.41	7,692.00
1.4	Material del sitio	m ³	1200.00	13.88	16,656.00
1.5	Material de prestamo importado	m ³	646.00	5.51	3,559.46
1.6	Transporte de material de prestamo importado	m ³ -km	81396.00	0.29	23,604.84
SUB-TOTAL					77,154.68
2	SEÑALIZACION				
2.1	Letrero de identificación de obra 1,20*0,60 - Estructura de madera	u	1.00	127.30	127.30
SUB-TOTAL					127.30
3	PLAN AMBIENTAL Y SOCIAL				
3.1	Señal hombres trabajando	u	2.00	110.92	221.84
3.2	Rótulos ambientales (0,60*1,20)m	u	2.00	127.30	254.60
3.3	Rótulos ambientales (1,20*2,40)m	u	2.00	302.16	604.32
3.4	Trampa para grasas y aceites	u	1.00	703.82	703.82
3.5	Fosas de desechos biodegradables	u	1.00	195.66	195.66
3.6	Recipiente para desechos sólidos	u	1.00	29.22	29.22
3.7	Cabina sanitaria portátil	mes	1.00	302.76	302.76
3.8	Agua para control de polvo del sitio	m ³	50.00	3.23	161.50
3.9	Requerimientos operativos por gestion social y ambiental de proyectos	día	1.00	813.12	813.12
SUB-TOTAL					3,286.84
TOTAL					80,568.82
Distancia de acarreo: 126 km Minas de la Aurora - Guayaquil					

3.9.2. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

 Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL							
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
OBRA:	"Estudio de la Factibilidad para el Encausamiento con Enrocado para proteger el puente ubicado sobre el Rio Congo en el Recinto "La Carlota" del Cantón Balzar"						
TRAMO:	Según Coordenadas						
CANTON:	Balzar						
RUBRO:	1.1						(horas/unid.)
DETALLE:	Enrocador > 80 cm			UNIDAD:	m ³	RENDIMIENTO:	0.1000
EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
EXCAVADORA 128 HP/1,0 M3	C/H	1.00	38.00	38.00	0.1000	3.80	61.99%
SUBTOTAL M						3.800	61.99%
MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL/hr	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
PEON	E2	10.00	2.56	2.60	0.1000	0.26	4.24%
ALBAÑIL	D2	1.00	2.58	2.70	0.1000	0.27	4.40%
MAESTRO DE OBRA	C2	1.00	2.56	2.70	0.1000	0.27	4.40%
EXCAVADORA	OPE G I	1.00	2.71	2.71	0.1000	0.27	4.40%
AYUDANTE DE OPERADOR DE EQUIPO	E2	1.00	2.56	2.56	0.1000	0.26	4.24%
SUBTOTAL N						1.330	21.70%
MATERIALES							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%		
		A	B	C=A*B			
DERECHO DE MINA	M3	1.00	1.00	1.00	16.00%		
SUBTOTAL O						1.000	16.00%
TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%		
		A	B	C=A*B			
SUBTOTAL P						0.000	0.00%
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	6.130	100.00%	
				INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%	1.226		
				OTROS INDIRECTOS 0%	0.000		
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	7.360		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA							



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: "Estudio de la Factibilidad para el Encausamiento con Enrocado para proteger el puente ubicado sobre el Río Congo en el Recinto "La Carlota" del Cantón Balzar"

TRAMO: Según Coordenadas

CANTON: Balzar

RUBRO: 1.2 (horas/unid.)

DETALLE: Transporte de material petreo (> de 5 a 100 km) **UNIDAD:** m³-km **RENDIMIENTO:** 0.0100

EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
VOLQUETA 9 M3	C/H	1.00	24.50	25.00	0.0100	0.25	86.21%
SUBTOTAL M						0.250	86.20%

MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL/hr	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
CHOFER PROFESIONAL LICENCIA TIPO D (ES)	C1	1.00	3.91	4.00	0.0100	0.04	13.79%
SUBTOTAL N						0.040	13.80%

MATERIALES							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%		
		A	B	C=A*B			
SUBTOTAL O						0.000	0.00%

TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%		
		A	B	C=A*B			
SUBTOTAL P						0.000	0.00%

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0.290	100.00%
	INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%	0.058	
	OTROS INDIRECTOS 0%	0.000	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	0.350	

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	"Estudio de la Factibilidad para el Encausamiento con Enrocado para proteger el puente ubicado sobre el Río Congo en el Recinto "La Carlota" del Cantón Balzar"		
TRAMO:	Según Coordenadas		
CANTON:	Balzar		
RUBRO:	1.5		(horas/unid.)
DETALLE:	Material de prestamo importado	UNIDAD: m³	RENDIMIENTO: 0.0220

EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
TRACTOR DE ORUGAS 175 HP	C/H	1.00	65.58	66.00	0.0220	1.45	31.59%
MOTONIVELADORA MG330 135 HP	C/H	1.00	44.91	45.00	0.0220	0.99	21.57%
RODILLO P.C. VIBRATORIO	C/H	1.00	29.00	30.00	0.0220	0.66	14.38%
CAMION TANQUERO AGUA CON BOMBA	C/H	1.00	25.59	30.00	0.0220	0.66	14.38%
SUBTOTAL M						3.760	81.90%

MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL/hr	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
TRACTOR CARRILES O RUEDAS (BULLDOZER)	OPE G I	1.00	2.71	2.75	0.0220	0.06	1.31%
MOTONIVELADORA	OPE G I	1.00	2.71	2.75	0.0220	0.06	1.31%
RODILLO AUTOPROPULSADO	OPE G II	1.00	2.66	2.70	0.0220	0.06	1.31%
AYUDANTE DE OPERADOR DE EQUIPO	E2	1.00	2.56	2.60	0.0220	0.06	1.31%
CHOFER PROFESIONAL LICENCIA TIPO D (ES)	C1	1.00	3.91	3.95	0.0220	0.09	1.96%
SUBTOTAL N						0.330	7.20%

MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%	
		A	B	C=A*B		
DERECHO DE MINA	M3	1.00	0.50	0.50		11.00%
SUBTOTAL O				0.500		11.00%

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%	
		A	B	C=A*B		
SUBTOTAL P				0.000		0.00%

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	4.590	100.00%
INDIRECTOS Y UTILIDAD	0.918	
OTROS INDIRECTOS	0.000	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	5.510	

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: "Estudio de la Factibilidad para el Encausamiento con Enrocado para proteger el puente ubicado sobre el Río Congo en el Recinto "La Carlota" del Cantón Balzar"

TRAMO: Según Coordenadas

CANTON: Balzar

RUBRO: 1.6

DETALLE: Transporte de material de prestamo importado **UNIDAD:** m³-km **RENDIMIENTO:** 0.0080 (horas/unid.)

EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
VOLQUETA 9 M3	C/H	1.00	24.50	26.00	0.0080	0.21	87.50%
SUBTOTAL M						0.210	87.50%

MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL/hr	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
CHOFER PROFESIONAL LICENCIA TIPO D (ES)	C1	1.00	3.91	4.00	0.0080	0.03	12.50%
SUBTOTAL N						0.030	12.50%

MATERIALES							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%		
		A	B	C=A*B			
SUBTOTAL O						0.000	0.00%

TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%		
		A	B	C=A*B			
SUBTOTAL P						0.000	0.00%
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0.240	100.00%	
				INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%	0.048		
				OTROS INDIRECTOS 0%	0.000		
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	0.290		

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	"Estudio de la Factibilidad para el Encausamiento con Enrocado para proteger el puente ubicado sobre el Río Congo en el Recinto "La Carlota" del Cantón Balzar"		
TRAMO:	Según Coordenadas		
CANTON:	Balzar		
RUBRO:	2.1		(horas/unid.)
DETALLE:	Letrero de identificación de obra 1,20*0,60 - Estructura de madera	UNIDAD: u	RENDIMIENTO: 1.500

EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
HERRAMIENTAS MENORES	GLOBAL	1.00	1.50	1.50	0.460	0.69	0.65%
SUBTOTAL M						0.690	0.70%

MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL/hr	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
PEON	E2	2.00	2.56	5.12	1.500	7.68	7.24%
CARPINTERO	D2	1.00	2.58	2.58	1.500	3.87	3.65%
MAESTRO DE OBRA	C2	1.00	2.56	2.56	1.500	3.84	3.62%
SUBTOTAL N						15.390	14.50%

MATERIALES							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%		
		A	B	C=A*B			
CUARTONES 2"x3"x4m	U	2.00	3.50	7.00	7.00%		
TIRAS 1"x3"x3,8m	U	2.00	2.00	4.00	4.00%		
CLAVOS 2 1/2"	KG	0.25	2.00	0.50	0.00%		
PLANCHA DE PLYWOOD DE 1,22X2,44M DE 12MM	U	0.50	39.00	19.50	18.00%		
LEYENDA EN PANAFLEX	U	1.00	55.00	55.00	52.00%		
SUBTOTAL O						86.000	81.00%

TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%		
		A	B	C=A*B			
TRANSPORTE	GLOBAL	1	4.00	4.00	4.00%		
SUBTOTAL P						4.000	4.00%

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				106.080	100.00%
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%				21.216	
OTROS INDIRECTOS 0%				0.000	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				127.300	

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	"Estudio de la Factibilidad para el Encausamiento con Enrocado para proteger el puente ubicado sobre el Río Congo en el Recinto "La Carlota" del Cantón Balzar"		
TRAMO:	Según Coordenadas		
CANTON:	Balzar		
RUBRO:	3.1		(horas/unid.)
DETALLE:	Señal hombres trabajando	UNIDAD: u	RENDIMIENTO: 5.260

EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
HERRAMIENTAS MENORES	GLOBAL	1.00	1.50	1.50	0.847	1.27	1.37%
SUBTOTAL M						1.270	1.40%

MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL/hr	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
PEON	E2	1.00	2.56	2.56	5.500	14.08	15.23%
MAESTRO DE OBRA	C2	1.00	2.56	2.56	5.500	14.08	15.23%
SUBTOTAL N						28.160	30.50%

MATERIALES							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%		
		A	B	C=A*B			
SEÑAL HOMBRES TRABAJANDO	U	1.00	60.00	60.00	65.00%		
SUBTOTAL O				60.000	65.00%		

TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%		
		A	B	C=A*B			
TRANSPORTE	GLOBAL	1	3.00	3.00	3.00%		
SUBTOTAL P				3.000	3.00%		

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				92.430	100.00%		
INDIRECTOS Y UTILIDAD				20%	18.486		
OTROS INDIRECTOS				0%	0.000		
COSTO TOTAL DEL RUBRO				110.920			

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	"Estudio de la Factibilidad para el Encausamiento con Enrocado para proteger el puente ubicado sobre el Río Congo en el Recinto "La Carlota" del Cantón Balzar"		
TRAMO:	Según Coordenadas		
CANTON:	Balzar		
RUBRO:	3.2		(horas/unid.)
DETALLE:	Rótulos ambientales (0,60*1,20)m	UNIDAD: u	RENDIMIENTO: 1.500

EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
HERRAMIENTAS MENORES	GLOBAL	1.00	1.50	1.50	0.460	0.69	0.65%
SUBTOTAL M						0.690	0.70%

MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL/hr	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
PEON	E2	2.00	2.56	5.12	1.500	7.68	7.24%
CARPINTERO	D2	1.00	2.58	2.58	1.500	3.87	3.65%
MAESTRO DE OBRA	C2	1.00	2.56	2.56	1.500	3.84	3.62%
SUBTOTAL N						15.390	14.50%

MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%	
		A	B	C=A*B		
CUARTONES 2"x3"x4m	U	2.00	3.50	7.00		7.00%
TIRAS 1"x3"x3,8m	U	2.00	2.00	4.00		4.00%
CLAVOS 2 1/2"	KG	0.25	2.00	0.50		0.00%
PLANCHA DE PLYWOOD DE 1,22X2,44M DE 12MM	U	0.50	39.00	19.50		18.00%
LEYENDA EN PANAFLEX	U	1.00	55.00	55.00		52.00%
SUBTOTAL O					86.000	81.00%

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%	
		A	B	C=A*B		
TRANSPORTE	GLOBAL	1	4.00	4.00		4.00%
SUBTOTAL P					4.000	4.00%

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				106.080	100.00%
INDIRECTOS Y UTILIDAD				20%	21.216
OTROS INDIRECTOS				0%	0.000
COSTO TOTAL DEL RUBRO				127.300	

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	"Estudio de la Factibilidad para el Encausamiento con Enrocado para proteger el puente ubicado sobre el Río Congo en el Recinto "La Carlota" del Cantón Balzar"		
TRAMO:	Según Coordenadas		
CANTON:	Balzar		
RUBRO:	3.3		(horas/unid.)
DETALLE:	Rótulos ambientales (1,20*2,40)m	UNIDAD: u	RENDIMIENTO: 2.000

EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
HERRAMIENTAS MENORES	GLOBAL	A 1.00	B 1.50	C=A*B 1.50	R 0.627	D=C*R 0.94	0.37%
SUBTOTAL M						0.940	0.40%

MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL/hr	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
PEON	E2	A 2.00	B 2.56	C=A*B 5.15	R 2.000	D=C*R 10.30	4.09%
CARPINTERO	D2	1.00	2.58	2.60	2.000	5.20	2.07%
MAESTRO DE OBRA	C2	1.00	2.56	2.70	2.000	5.40	2.14%
SUBTOTAL N						20.900	8.30%

MATERIALES							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%		
CUARTONES 2"x3"x4m	U	A 4.00	B 3.10	C=A*B 12.40	5.00%		
TIRAS 1"x3"x3,8m	U	4.00	1.70	6.80	3.00%		
CLAVOS 2 1/2"	KG	0.50	1.52	0.76	0.00%		
PLANCHA DE PLYWOOD DE 1,22X2,44M DE 12MM	U	1.00	39.00	39.00	15.00%		
LEYENDA EN PANAFLEX	U	3.00	55.00	165.00	66.00%		
SUBTOTAL O						223.960	89.00%

TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%		
TRANSPORTE	GLOBAL	A 1	B 6.00	C=A*B 6.00	2.00%		
SUBTOTAL P						6.000	2.00%

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				251.800	100.00%
INDIRECTOS Y UTILIDAD				50.360	20%
OTROS INDIRECTOS				0.000	0%
COSTO TOTAL DEL RUBRO				302.160	

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	"Estudio de la Factibilidad para el Encausamiento con Enrocado para proteger el puente ubicado sobre el Río Congo en el Recinto "La Carlota" del Cantón Balzar"		
TRAMO:	Según Coordenadas		
CANTON:	Balzar		
RUBRO:	3.4		(horas/unid.)
DETALLE:	Trampa para grasas y aceites	UNIDAD: u	RENDIMIENTO: 3.9246

EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
HERRAMIENTAS MENORES	GLOBAL	1.00	1.50	1.50	2.787	4.18	0.71%
SUBTOTAL M						4.180	0.70%

MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL/hr	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO DE OBRA	C2	1.00	2.56	2.60	3.9246	10.20	1.74%
CARPINTERO	D2	1.00	2.58	2.60	3.9246	10.20	1.74%
FIERRERO	D2	1.00	2.58	2.60	3.9246	10.20	1.74%
AYUDANTE DE ALBAÑIL	E2	2.00	2.56	5.50	3.9246	21.59	3.68%
PEON	E2	4.00	2.56	10.35	3.9246	40.62	6.93%
SUBTOTAL N						92.810	15.80%

MATERIALES							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO			
		A	B	C=A*B			
HORMIGON $f_c=140\text{kg/cm}^2$ (INCL. ENCOFRADO)	M3	0.56	95.00	53.20	9.00%		
ACERO ESTRUCTURAL	KG	16.96	1.60	27.14	5.00%		
TUBO PVC 4"	ML	2.00	3.00	6.00	1.00%		
CODO PVC 4"	U	2.00	2.10	4.20	1.00%		
BLOQUE LIVIANO DE 14X19X39 CM	U	250.00	1.50	375.00	64.00%		
CEMENTO	SACO	2.00	6.00	12.00	2.00%		
ARENA	M3	0.11	8.80	0.97	0.00%		
AGUA	M3	0.02	1.10	0.02	0.00%		
SUBTOTAL O						478.530	82.00%

TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO			
		A	B	C=A*B			
TRANSPORTE	GLOBAL	1	11.00	11.00	2.00%		
SUBTOTAL P						11.000	2.00%

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	586.520	100.00%
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%	117.304	
OTROS INDIRECTOS 0%	0.000	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	703.820	

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	"Estudio de la Factibilidad para el Encausamiento con Enrocado para proteger el puente ubicado sobre el Río Congo en el Recinto "La Carlota" del Cantón Balzar"		
TRAMO:	Según Coordenadas		
CANTON:	Balzar		
RUBRO:	3.5		(horas/unid.)
DETALLE:	Fosas de desechos biodegradables	UNIDAD: u	RENDIMIENTO: 6.0606

EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
HERRAMIENTAS MENORES	GLOBAL	1.00	1.50	1.50	3.327	4.99	3.06%
SUBTOTAL M						4.990	3.10%

MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL/hr	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO DE OBRA	C2	1.00	2.56	2.60	6.0606	15.76	9.67%
CARPINTERO	D2	1.00	2.58	2.70	6.0606	16.36	10.03%
FIERRERO	D2	1.00	2.58	2.70	6.0606	16.36	10.03%
AYUDANTE DE ALBAÑIL	E2	1.00	2.56	2.60	6.0606	15.76	9.67%
PEON	E2	3.00	2.56	7.70	6.0606	46.67	28.62%
SUBTOTAL N						110.910	68.00%

MATERIALES							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%		
		A	B	C=A*B			
HORMIGON fc=140kg/cm2 (INCL. ENCOFRADO)	M3	0.25	92.00	23.00	14.00%		
ACERO ESTRUCTURAL	KG	5.20	1.54	8.01	5.00%		
TUBO PVC 4"	ML	4.00	2.91	11.64	7.00%		
SUBTOTAL O						42.650	26.00%

TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%		
		A	B	C=A*B			
TRANSPORTE	GLOBAL	1	4.50	4.50	3.00%		
SUBTOTAL P						4.500	3.00%

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				163.050	100.00%
INDIRECTOS Y UTILIDAD				20%	32.610
OTROS INDIRECTOS				0%	0.000
COSTO TOTAL DEL RUBRO				195.660	

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: "Estudio de la Factibilidad para el Encausamiento con Enrocado para proteger el puente ubicado sobre el Río Congo en el Recinto "La Carlota" del Cantón Balzar"
TRAMO: Según Coordenadas
CANTON: Balzar
RUBRO: 3.7
DETALLE: Cabina sanitaria portátil **UNIDAD:** mes **RENDIMIENTO:** 1.0000 (horas/unid.)

EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
SUBTOTAL M						0.000	0.00%

MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL/hr	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO DE OBRA	C2	1.00	2.8	2.80	1.0000	2.80	1.11%
SUBTOTAL N						2.800	1.10%

MATERIALES							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO			
		A	B	C=A*B			
CABINA SANITARIA PORTÁTIL	MES	1.00	249.50	249.50			99.00%
SUBTOTAL O						249.500	99.00%

TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO			
		A	B	C=A*B			
SUBTOTAL P						0.000	0.00%

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				252.300	100.00%
INDIRECTOS Y UTILIDAD				50.460	
OTROS INDIRECTOS				0.000	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				302.760	

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	"Estudio de la Factibilidad para el Encausamiento con Enrocado para proteger el puente ubicado sobre el Río Congo en el Recinto "La Carlota" del Cantón Balzar"		
TRAMO:	Según Coordenadas		
CANTON:	Balzar		
RUBRO:	3.8		(horas/unid.)
DETALLE:	Agua para control de polvo del sitio	UNIDAD: m ³	RENDIMIENTO: 0.00278

EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
CAMION TANQUERO AGUA CON BOMBA	C/H	1.00	25.59	25.59	0.00278	0.07	2.60%
SUBTOTAL M						0.070	2.60%

MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL/hr	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
CHOFER PROFESIONAL LICENCIA TIPO D (ES PEON)	C1	1.00	3.95	3.95	0.00278	0.01	0.37%
	E2	1.00	3	3.00	0.00278	0.01	0.37%
SUBTOTAL N						0.020	0.70%

MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%	
		A	B	C=A*B		
AGUA	M3	1.30	2.00	2.60	97.00%	
SUBTOTAL O				2.600	97.00%	

TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P				0.000	0.00%

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.690	100.00%
INDIRECTOS Y UTILIDAD	0.538	
OTROS INDIRECTOS	0.000	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.230	

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

3.9.3. CRONOGRAMA

 Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil					
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL					
CRONOGRAMA VALORADO DE OBRA					
OBRA:	"Estudio de la Factibilidad para el Encausamiento con Enrocado para proteger el puente ubicado sobre el Río Congo en el Recinto "La Carlota" del Cantón Balzar"				
TRAMO:	Según Coordenadas				
CANTON:	Balzar				
				MESES:	3
				LONGITUD:	200 m.
RUBRO	DETALLE	UNIDAD	PRECIO TOTAL	MESES DE OBRA	
				1ER MES	2DO MES
1	OBRA CIVIL				
1.1	Enrocador > 80 cm	m ³	7,043.52	3,521.76	3,521.76
1.2	Transporte de material petreo (> de 5 a 10 km)	m ³ -km	42,203.70	21,101.85	21,101.85
1.3	Limpieza de canales de tierra con excavadora	m ³	7,692.00	3,846.00	3,846.00
1.4	Material del sitio	m ³	16,656.00	8,328.00	8,328.00
1.5	Material de prestamo importado	m ³	3,559.46	1,779.73	1,779.73
1.6	Transporte de material de prestamo importado	m ³ -km	23,604.84	11,802.42	11,802.42
SUB-TOTAL			100,759.52	50,379.76	50,379.76
2	SEÑALIZACION				
2.1	Letrero de identificación de obra 1,20*0,60 - Estructura de madera	u	127.30	127.00	
SUB-TOTAL			127.30	127.00	
3	PLAN AMBIENTAL Y SOCIAL				
3.1	Señal hombres trabajando	u	221.84	110.92	110.92
3.2	Rótulos ambientales (0,60*1,20)m	u	254.60	127.30	127.30
3.3	Rótulos ambientales (1,20*2,40)m	u	604.32	302.16	302.16
3.4	Trampa para grasas y aceites	u	703.82	351.91	351.91
3.5	Fosas de desechos biodegradables	u	195.66	97.83	97.83
3.6	Recipiente para desechos sólidos	u	29.22	14.61	14.61
3.7	Cabina sanitaria portátil	mes	302.76	151.38	151.38
3.8	Agua para control de polvo del sitio	m ³	161.50	80.75	80.75
3.9	Requerimientos operativos por gestion social y ambiental de proyectos	día	813.12	406.56	406.56
SUB-TOTAL			3,286.84	1,643.42	1,643.42
TOTAL CONTRATO			104,173.66		
	INVERCION		104,173.66	52,150.18	52,023.18
	AVANCE EN %		100%	50%	50%
	INVERSION ACUMULADA		104,173.66	52,150.18	104,173.36
	AVANCE ACUMULADO EN PORCENTAJE		100%	50%	100%

3.10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.10.1. CONCLUSIONES

- El caudal de diseño de la cuenca se lo obtuvo mediante el uso del programa HEC=HMS 3.5 y el de las secciones hidráulicas fueron obtenidas por el programa H-canales, ambos de uso libre.
- Los métodos utilizados de obtención de datos de caudales para ingresar en el programa fueron: El Mapa de Zonificación del INAMHI con sus respectivas fórmulas de intensidad para un periodo de retorno de 10 años, tablas de coeficiente de Manning, de CN y el Método de los Bloques Alternos de Ven Te Chow para la obtención del hietograma.
- También se muestra la sección típica promedio del muro en la actualidad y según se ha demostrado es netamente insuficiente para para contener el caudal que lo atraviesa durante la época lluviosa.
- Obtuvimos el hietograma para los periodos de retorno de 10 y 25 años, pero se diseñó con el de 10 años porque el de 25 años no solo duplicaría la sección típica de diseño sino que el presupuesto del proyecto se encarece.
- La altura de diseño presentada supera en 1.40 metros a la que se encuentra en la actualidad.
- En la actualidad, las condiciones físicas del muro provocan incertidumbre y temor en los moradores del recinto La Carlota en la época invernal.
- La elevación del muro y la protección del puente mejorará la calidad de vida de los moradores.
- El diseño de un muro de contención no depende solo de las características de la estructura y del relleno a soportar sino de un eficiente análisis hidrológico e hidráulico.

- Para la selección adecuada de la protección del muro se debe tener en cuenta función que deba cumplir, así como también de las condiciones imperantes del suelo, materiales de construcción disponibles, tipos de carga a soportar, facilidad constructiva, economía, y demás.

3.10.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda para la obtención de caudales y valores de diseños hidrológicos e hidráulicos el uso de programas informáticos brindados por instituciones científicas de reconocimiento mundial.
- Se recomienda no cortar la parte de la corona del anterior muro que sobresale junto al talud del dique, porque si bien resta sección hidráulica al río, también es cierto que disminuye la velocidad de flujo. Por este motivo el presupuesto propuesto no contempla tal corte.
- La protección del muro es el factor de seguridad que es 1.5 en la horizontal respecto a la vertical y su material de préstamo importado que debe incluir arcilla plástica y además.
- Para su proceso constructivo se recomienda utilizar las Normas Ecuatorianas de Construcción.

3.11. BIBLIOGRAFIA

- *J.A. Maza A.- Socavación en cauces naturales - Profesor Investigador, UNAM)*
- *Giusepina Da Ros.- El Deterioro de los Recursos Hídricos en el Ecuador". En "Geografía Aplicada y Desarrollo". Número 33. CEPEIGE, Quito. 1996.*
- *Luis I. González de Vallejo.- Ingeniería Geológica, (Pearson – Prentice Hall)*
- *Msc. Ing. Hugo Amado Rojas Rubio.- Universidad Nacional Del Santa Escuela De Ingeniería Civil - Docente Asociado UNS*
- *(CI51b – Diseño de Obras Hidráulicas)*
- *(Evaluación de Metodologías de Regionalización Hidrológica: Aplicación a los Caudales máximos de Cuencas Representativas)*
- *(Mery, H. (2000). "Curso de diseño de obras hidráulicas". Universidad de Chile. Niño, Y. (2003). "Hidráulica Fluvial y Transporte de Sedimentos. Apuntes curso CI61F". Universidad de Chile)*
- *Ing. Eduardo A. Chávarri Velarde.- Universidad Nacional Agraria La Molina – Facultad de Ingeniería Agrícola – DRAT, Curso: IA-4026 Hidrología Aplicada, desde pág.:1 hasta pág.:10*
- *http://www.efn.uncor.edu/archivos/doctorado_cs_ing/reyna/CAPITULO_2.pdf, Capítulo 2. Procesos atmosféricos, superficiales y sub-superficiales, página: 4*
- *Ing. Javier Plaza.- Seminario de grado Ingeniería civil 2012-2013, modulo drenaje vial, , desde pág.: 26 hasta pág.: 30*
- *Universidad Zaragoza, tesis doctoral, Hidrología de crecidas en pequeñas y medianas cuencas. Aplicación con modelos digitales ,*

departamento de ciencias de la tierra 2010, desde pág.: 51 hasta pág.: 61

- *Universidad Zaragoza, Tesis Doctoral, Hidrología De Crecidas En Pequeñas Y Medianas Cuencas. Aplicación Con Modelos Digitales Del Terreno, Autor: Jesús Mateo Lázaro, Director: José Ángel Sánchez Navarro, Departamento De Ciencias De La Tierra 2010, Desde Pág.: 115 Hasta Pág.: 118*
- *Andrés Guillermo Merizalde Andrade.- Tesis de grado previo a obtención del título de Ingeniería Civil, , Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, estado del arte de la Ingeniería Geotécnica en estabilidad de taludes, desde pagina 23 hasta pagina 94, Guayaquil 2013)*
- *<http://www.buenastareas.com/ensayos/Espigones/4767234.html>*

ANEXOS

- **Anexo 1 – Validación**
- **Anexo 2 – Muestra de Suelo**