



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN MINAS

**“Identificación de potenciales sitios de extracción de
materiales pétreos, en el sector Monserrat, cantón La
Troncal.”**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

INGENIERO EN MINAS

Autor:

LUIS FERNANDO GUILLEN BERNAL

Director:

FERNANDO TULIO VALENCIA GUARICELA

CUENCA, ECUADOR

2019

DEDICATORIA

A mis padres Carlos y Bilma, que siempre han sabido apoyarme y guiarme para seguir adelante a pesar de todos los obstáculos que se me han presentado en la vida.

A mis sobrinos Juan y Carlos por estar siempre a mi lado y poder ser mi inspiración.

A mis abuelos Luis y Cecilia, ustedes son los consejeros de mi vida.

A mi hermano Carlos David, por enseñarme a luchar por lo que uno quiere.

Les quiero mucho.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por siempre cuidarme y ser mi fortaleza.

A mi familia que siempre me apoya en todo, brindándome mucho cariño y encaminarme para poder lograr mis metas.

A los profesores de la carrera de Ingeniería en Minas, de la Universidad del Azuay, que durante mi período de estudio supieron impartirme conocimientos para poder ejercer mi carrera y ser un buen profesional.

Al Ingeniero Fernando Valencia por la motivación que me ha brindado cada día, en los días de la universidad.

En especial al Ingeniero Patricio Feijoo por su apoyo en la realización del presente trabajo.

A mis amigos por motivarme a culminar mi carrera.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	2
CAPITULO 1	3
MARCO TEÓRICO	3
1.1 Depósitos aluviales.....	3
1.2.1 Identificación morfológica de los depósitos aluviales.....	8
1.2.2 Índice de rodamiento de grano de los depósitos aluviales.	8
1.2.3 Abanicos aluviales.....	9
1.3 Dinámica de los ríos.....	9
1.3.1 Dinámica fluvial.....	11
1.3.2 Herramientas para estudiar la dinámica fluvial.....	11
1.3.4 Tipos de trazado y unidades morfológicas.	13
1.4 Análisis climático e inundaciones	14
1.4.1 Avenida	15
1.4.2 Inundación.....	15
1.4.3 Inundaciones en los ríos.	15
1.5 Riesgos por inundaciones.....	18
1.5.1 Riesgo.....	18
1.5.3 Riesgos antrópicos.....	18
1.5.4 Riesgos por inundaciones.....	19
1.6 Erosión y sedimentación.	20
CAPÍTULO II.....	23
DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	23
2.1 Ubicación geográfica.....	23
2.2 Clima	25
2.3 Geología regional del cantón La Troncal.	25
2.3.1 Litología	25
2.4 Geomorfología.	27

2.4.1 Formas de relieve	27
CAPÍTULO III	32
CUBICACIÓN DEL MATERIAL.....	32
3.1 Descripción de los perfiles.....	32
3.2 Cálculo de caudales y velocidades en los perfiles.....	38
3.2.1 Cálculo de volúmenes.....	44
3.3 Diagrama de Hjulstrom	44
3.4 Interpretación de resultados	48
CONCLUSIONES.....	62
Recomendaciones:.....	64
BIBLIOGRAFÍA	65
ANEXOS	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Depósitos aluviales (nivel freático).....	3
Figura 1. 2 Depósito aluvial conformado por gravas de cantos.....	4
Figura 1. 3 Cantos imbricados y redondeados en un arreglo de moderada selección, propio de un depósito fluvial.....	4
Figura 1. 4 Terraza aluvial.....	5
Figura 1. 5 Depósito aluvial propio de un abanico.....	5
Figura 1. 6 Terraza aluvial depósito aluvial propio de un abanico.....	6
Figura 1. 7 Tamaño de gravas.....	6
Figura 1. 8 Identificación morfológica.....	8
Figura 1. 9 Índice de rodamiento de grano de los depósitos aluviales.....	8
Figura 1. 10 Dinámica fluvial.....	11
Figura 1. 11 Sistema fluvial.....	12
Figura 1. 12 Funcionalidad.....	12
Figura 1. 13 Conectividades.....	13
Figura 1. 14 Tipos de trazado.....	14
Figura 1. 15 Inundaciones fluviales y en estéreos.....	17
Figura 1. 16 Diagrama de Hjulstrom.....	21
Figura 1. 17 Velocidad de flujo.....	22
Figura 2. 1 Mapa de ubicación del cantón La Troncal.....	23
Figura 2. 2 División política del cantón La Troncal.....	24
Figura 2. 3 Mapa de ubicación del área de estudio del cantón La Troncal.....	24
Figura 2. 4 Depósitos aluviales.....	27
Figura 3. 1 Estudio del río Bulubulu.....	33
Figura 3. 2 Perfil 1 río Bulubulu (Sector Monserrat).....	34
Figura 3. 3 Perfil 2 río Bulubulu (Sector Monserrat).....	34
Figura 3. 4 Perfil 3 río Bulubulu (Sector Monserrat).....	35
Figura 3. 5 Perfil 4 río Bulubulu (Sector Monserrat).....	35
Figura 3. 6 Perfil 5 río Bulubulu (Sector Monserrat).....	36
Figura 3. 7 Perfil 6 río Bulubulu (Sector Monserrat).....	36
Figura 3. 8 Perfil 7 río Bulubulu (Sector Monserrat).....	37
Figura 3. 9 Perfil 8 río Bulubulu (Sector Monserrat).....	37
Figura 3. 10 Perfil 1 río Bulubulu (Sector Monserrat).....	38
Tabla 3. 11 Volumen de Cada uno de los perfiles.....	44
Figura 3. 12 Diagrama de Hjulstrom.....	45

Figura 3. 13 Diagrama de Hjulstrom (ejemplo)	46
Figura 3. 14 Diagrama de Hjulstrom (Perfiles).....	47
Figura 3. 15 Diagrama de Hjulstrom (Meses Analizados).....	47
Figura 3. 16 Identificación de potenciales sitios de extracción de materiales pétreos	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1 Tipos de depósitos aluviales.....	7
Tabla 1. 2 Abanicos aluviales	9
Tabla 3. 1 Cálculo de velocidades y caudales (perfil 1).....	39
Tabla 3. 2 Cálculo de velocidades y caudales (perfil 2).....	40
Tabla 3. 3 Cálculo de velocidades y caudales (perfil 3).....	40
Tabla 3. 4 Cálculo de velocidades y caudales (perfil 4).....	41
Tabla 3. 5 Cálculo de velocidades y caudales (perfil 5).....	41
Tabla 3. 6 Cálculo de velocidades y caudales (perfil 6).....	42
Tabla 3. 7 Cálculo de velocidades y caudales (perfil 7).....	42
Tabla 3. 8 Cálculo de velocidades y caudales (perfil 8).....	43
Tabla 3. 9 Cálculo de velocidades y caudales (perfil 9).....	43
Tabla 3. 10 Cálculo de velocidades y caudales (perfil 10).....	44
Tabla 3. 11 Tamaño de Partículas (Enero).....	48
Tabla 3. 12 Tamaño de Partículas (Febrero)	48
Tabla 3. 13 Tamaño de Partículas (Marzo)	49
Tabla 3. 14 Tamaño de Partículas (Abril)	49
Tabla 3. 15 Tamaño de Partículas (Mayo)	49
Tabla 3. 16 Tamaño de Partículas (Junio).....	50
Tabla 3. 17 Tamaño de Partículas (Julio).....	50
Tabla 3. 18 Tamaño de Partículas (Agosto)	50
Tabla 3. 19 Partículas que se Depositán (Enero).....	51
Tabla 3. 20 Partículas que se Depositán (Febrero).....	51
Tabla 3. 21 Partículas que se Depositán (Marzo).....	52
Tabla 3. 22 Partículas que se Depositán (Abril).....	52
Tabla 3. 23 Partículas que se Depositán (Mayo).....	52
Tabla 3. 24 Partículas que se Depositán (Junio)	53
Tabla 3. 25 Partículas que se Depositán (Julio)	53
Tabla 3. 26 Partículas que se Depositán (Agosto).....	53
Tabla 3. 27 Clasificación de Materiales (Perfil 1).....	55
Tabla 3. 28 Clasificación de Materiales (Perfil 2).....	55
Tabla 3. 29 Clasificación de Materiales (Perfil 3).....	55
Tabla 3. 30 Clasificación de Materiales (Perfil 4).....	56
Tabla 3. 31 Clasificación de Materiales (Perfil 5).....	56
Tabla 3. 32 Clasificación de Materiales (Perfil 6).....	56
Tabla 3. 33 Clasificación de Materiales (Perfil 7).....	57

Tabla 3. 34 Clasificación de Materiales (Perfil 8).....	57
Tabla 3. 35 Clasificación de Materiales (Perfil 9).....	57
Tabla 3. 36 Clasificación de Materiales (Perfil 10).....	57
Tabla 3. 37 Comparación de Materiales aluviales (enero)	58
Tabla 3. 38 Comparación de Materiales aluviales (febrero)	58
Tabla 3. 39 Comparación de Materiales aluviales (marzo).....	58
Tabla 3. 40 Comparación de Materiales aluviales (abril)	59
Tabla 3. 41 Comparación de Materiales aluviales (mayo).....	59
Tabla 3. 42 Comparación de Materiales aluviales (junio).....	59
Tabla 3. 43 Comparación de Materiales aluviales (julio)	59
Tabla 3. 44 Comparación de Materiales aluviales (agosto)	60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	66
Anexo 2	67
Anexo 3	68
Anexo 4	69
Anexo 5	70
Anexo 6	71

**IDENTIFICACIÓN DE POTENCIALES SITIOS DE EXTRACCIÓN DE
MATERIALES PÉTREOS, EN EL SECTOR MONSERRAT, CANTÓN LA
TRONCAL.**

RESUMEN

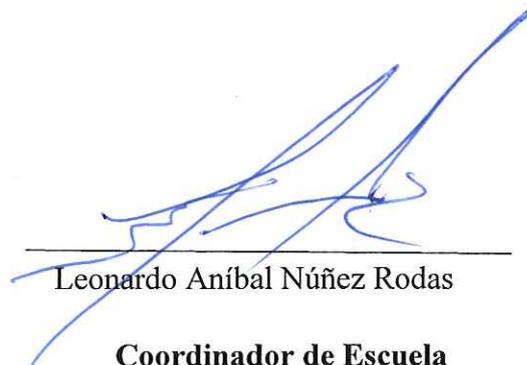
La presente investigación tiene como objetivo identificar los posibles sitios de extracción de materiales aluviales, en el río Bulubulu, ubicado en el cantón la Troncal (Sector Monserrat), mediante un análisis morfológico e hidráulico de los sitios de interés; considerado como uno de los sectores de mayor potencial para la extracción de materiales pétreos en la región. El presente trabajo, a más de la elaboración de un análisis morfológico e hidrológico, pretende valorar las reservas que se cuenta en el sector de Monserrat.

Palabras clave: Áridos, extracción, reservas, pétreos.



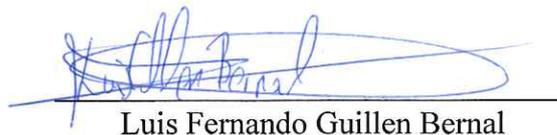
Fernando Tulio Valencia Guaricela

Director del Trabajo de Titulación



Leonardo Aníbal Núñez Rodas

Coordinador de Escuela



Luis Fernando Guillen Bernal

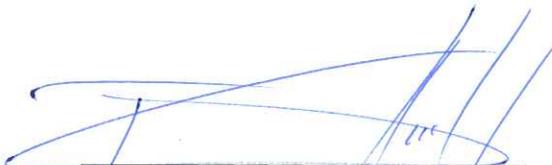
Autor

IDENTIFICATION OF POTENTIAL EXTRACTION SITES OF STONE MATERIALS IN THE MONSERRAT SECTOR OF LA TRONCAL CANTON.

ABSTRACT

The objective of this research was to identify possible sites for the extraction of alluvial materials on the Bulubulu River, located in the canton of La Troncal (Monserrat Sector), by means of a morphological and hydraulic analysis of the site of interest. This is considered one of the sectors with the greatest potential for the extraction of arid materials in the region. In addition to the development of a morphological and hydrological analysis, the present work aimed to assess the reserves that are available in the Monserrat sector.

Keywords: Aggregates, extraction, reserves, pebble materials.



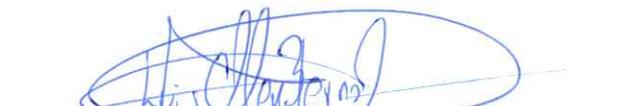
Fernando Tulio Valencia Guaricela

Thesis Director



Leonardo Anibal Núñez Rodas

Faculty Coordinator



Luis Fernando Guillen Bernal

Author



Universidad del
AZUAY
Dpto. Idiomas



Translated by

Ing. Paúl Arpi

Luis Fernando Guillen Bernal

Trabajo de Titulación

Ing. Fernando Tulio Valencia Guaricela

Abril, 2019

INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la civilización el ser humano ha realizado una serie de actividades relacionadas con el aprovechamiento de los recursos que tiene a su alcance. Una de esas acciones y que continúa hasta la actualidad es la minería, cuyo fin principal es la extracción de los recursos minerales del subsuelo y procesarlos para obtener un beneficio de ellos. La minería al ser una actividad extractivista, tiene que acoplar sus labores a las condiciones geológicas, físicas y mecánicas en las que se presentó los materiales que pretenden extraerse, derivándose de estas circunstancias dos tipos de explotación: a cielo abierto y en subterráneo. La primera indica que las tareas a realizar serán ejecutadas en superficie y los minerales que se pueden extraer son: metales, no metales y materiales de construcción.

Una de las actividades importantes de la minería a cielo abierto es la explotación de materiales pétreos, que se encuentran en los ríos. Esta actividad tiene gran importancia para su utilización como materia prima para la industria de la construcción ya que utilizados en su forma natural. Es importante saber que, al extraer de una manera eficiente para el aprovechamiento de las arenas y gravas de los ríos, en la época de invierno trae consecuencias como el desbordamiento del río, cambios del caudal, etc. El presente trabajo realiza el análisis morfológico e hidrológico del tramo Monserrat ubicado en el cantón La Troncal, para poder conocer sus reservas probables y puntos en donde se produzca alteraciones.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Depósitos aluviales.

Son producto del transporte y depósito de detritos por medio de la acción del agua. Los elementos que los conforman comprenden arcillas, arenas, gránulos, guijarros, cantos y bloques de formas muy variables desde subangulosas a redondeadas. Por lo que ocupan cauces, llanuras y paleocauces bajo la forma de abanicos. Mientras que los que se hallan a lo largo de valles de gran amplitud y recorrido están representados por depósitos fluviales (Ayala, 2018).

Una forma práctica de diferenciarlos es a través de su matriz y fábrica. Por ejemplo, en el caso de los depósitos de abanicos su matriz es principalmente arcillosa con poca selección de sus clastos. Siendo este último parámetro fundamental para su discriminación respecto a los depósitos fluviales (de clastos imbricados bien seleccionados) (Ayala, 2018).

Como suelos, son anisotrópicos y de una continuidad lateral irregular. Presentan un nivel freático alto, pudiendo tener alto contenido de materia orgánica(figura 1.1) (Ayala, 2018).

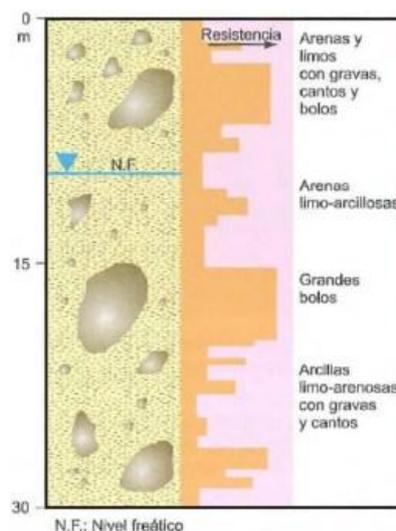


Figura 1. 1 Depósitos aluviales (nivel freático).
Fuente: (Ayala, 2018)

Este tipo de depósitos constituyen una fuente importante de materiales de construcción, se les observa mayormente en climas áridos y templados. (figura 1.2), (figura 1.3).



Figura 1. 2 Depósito aluvial conformado por gravas de cantos.
Fuente: (Ayala, 2018)



Figura 1. 3 Cantos imbricados y redondeados en un arreglo de moderada selección, propio de un depósito fluvial.
Fuente: (Ayala, 2018)

Hacia el interior de este depósito se observan las líneas de estratificación las cuales denotan una forma lingoidal (en abanico) hacia la prolongación del valle fluvial. (figura 1.4)

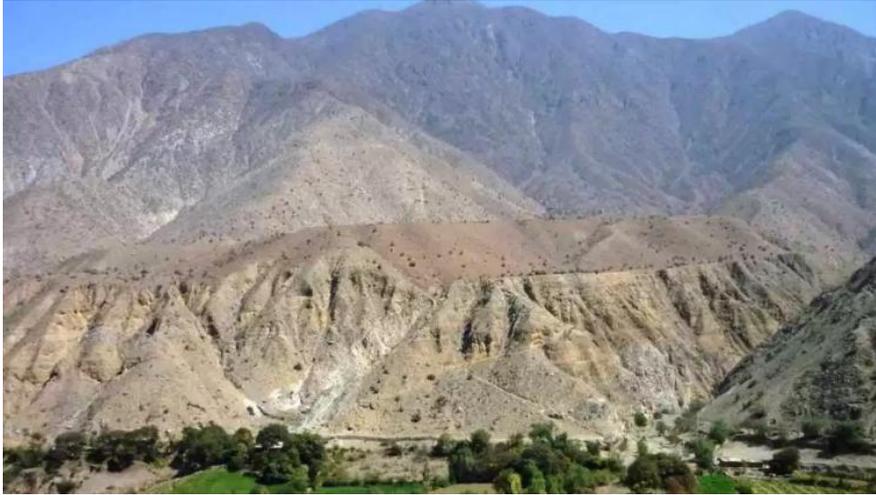


Figura 1. 4 Terraza aluvial.
Fuente: (Ayala, 2018)

La flecha indica la incipiente estratificación de las gravas que la componen. (figura 1.5)



Figura 1. 5 Depósito aluvial propio de un abanico.
Fuente: (Ayala, 2018)

En la figura 1.6 se puede apreciar un depósito aluvial que es propio de un abanico aluvial.



Figura 1. 6 Terraza aluvial depósito aluvial propio de un abanico.
Fuente: (Ayala, 2018)

El diverso rango de tamaños entre las gravas (bloques y cantos) envueltos por la matriz permiten aseverar que el depósito observado tuvo un origen aluvial típico de abanicos emplazados a lo largo de quebradas secundarias (figura 1.7) (Ayala, 2018).



Figura 1. 7 Tamaño de gravas.
Fuente: (Ayala, 2018)

Los depósitos aluviales, compuestos por arcilla tienden a ser blandos y los de arena a ser sueltos. Están muy desarrollados en los climas templados, ocupando cauces y valles fluviales, llanuras y abanicos aluviales, terrazas y delta. Son suelos muy anisotrópicos en su distribución, sus propiedades están estrechamente relacionadas con su granulometría. Su continuidad es irregular, pudiendo tener grandes contenidos de materia orgánica en determinados medios. Los depósitos aluviales generalmente, son estratificados y la permeabilidad en la dirección horizontal es mayor que en la dirección

vertical. Los depósitos aluviales constituyen una fuente de recursos de materiales de construcción, sobre todo como árido (Quishpe, 2018).

La concentración mecánica fluvial se realiza cuando el gradiente del río o arroyo disminuye rápidamente, así los granos más pesados caen al fondo o también pueden formarse cuando un tributario de corriente rápida, desemboca a otro de corriente más lenta. Por lo tanto, generalmente en los aluviones el tamaño de grano disminuye desde el fondo hacia la superficie y su extensión es grande con forma levemente tabular (Pérez, 2011).

Depósitos residuales y de placer son fuentes significativas de elementos de tierras raras, estos suelen ser generalmente pequeños, pero pueden ser suficientemente numerosos en un área determinada, para constituir una zona de importancia económica, además se presentan anomalías radioactivas por la presencia de monacita, comunes en estas acumulaciones de minerales pesados (Pérez, 2011).

Depósitos de este tipo pueden ser recientes, pero puede haber también paleo placeres con acumulaciones muy grandes debido a los largos tiempos de depositación, que representan un desafío especial y cada vez más importante en la exploración de minerales de valor económico asociados a ellos (Pérez, 2011).

1.2 Tipos de depósitos aluviales:

Estos tipos de depósitos dependen del material accesible, la cuenca de drenaje y la capacidad de transporte de granos (Hürlimann, 2015).

Tabla 1. 1 Tipos de depósitos aluviales

SISTEMA FLUVIAL	PRINCIPAL PROCESO	TIPO DE DEPÓSITO ALUVIAL
Cuenca de Drenaje	Erosión	--
Zona de Transporte	Erosión, Sedimentación	Llanura, Terraza
Zona de Sedimentación	Sedimentación	Delta

Fuente: (Hürlimann, 2015)

1.2.1 Identificación morfológica de los depósitos aluviales.

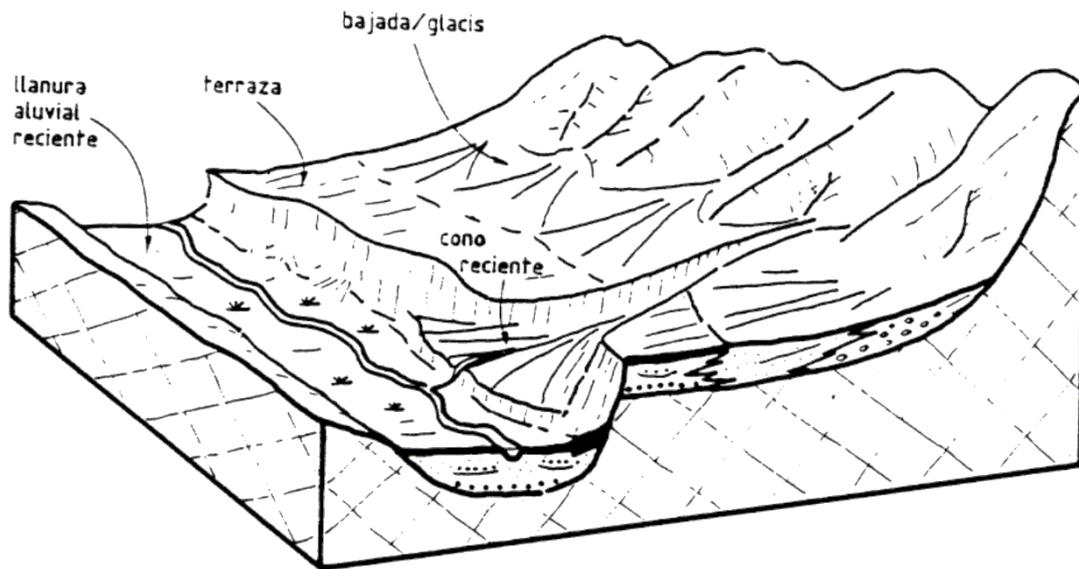


Figura 1. 8 Identificación morfológica.
Fuente: (Hürlimann, 2015)

1.2.2 Índice de rodamiento de grano de los depósitos aluviales.

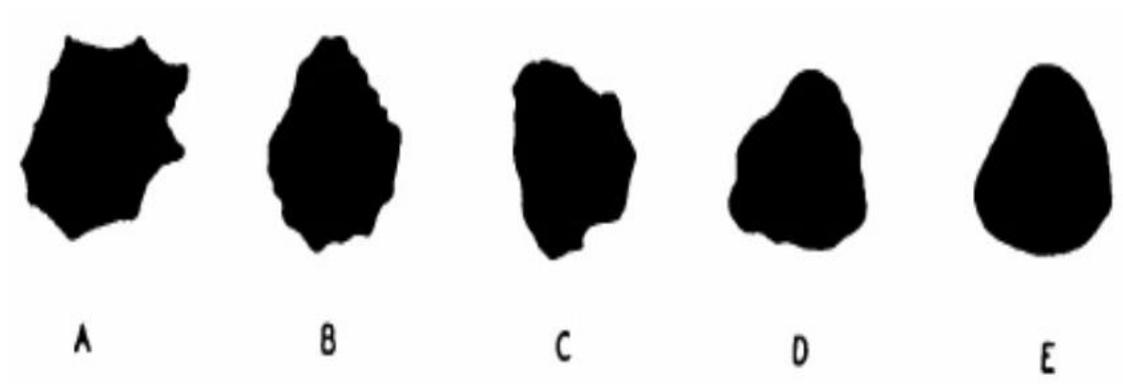


Figura 1. 9 Índice de rodamiento de grano de los depósitos aluviales.
Fuente: (Hürlimann, 2015)

A= Muy anguloso.

B=Anguloso.

C=Subanguloso.

D= Subredondeado.

E= Redondeado

1.2.3 Abanicos aluviales.

Se denomina abanico aluvial a la formación de terreno que presenta una moderada inclinación en forma de abanico que se origina mediante el paso de miles y millones de años mediante el depósito de materiales sedimentarios que son el producto de la erosión originada en las zonas de la base de cordilleras montañosas, es posible identificar a los abanicos aluviales en zonas con terrenos áridos o semiáridos. (Hürlimann, 2015)

Los procesos se pueden observar en la tabla 1.2

Tabla 1. 2 Abanicos aluviales

CORRIENTES DE BAJA DENSIDAD	CORRIENTES DE DERRUBIOS
Distribución selectiva de las partículas.	Matriz Arenosa-Limosa con clastos de tamaño canto/bloque
Depósitos de canal: gravas y arenas pobremente clasificadas	No hay segregación
Clastos subangulares, subredondeados	Clastos angulares (bien gradado)
Paleocanales	
Cantos imbricados	
Mal gradado (cada sector del cono) a moderadamente degradado (todo el cono)	

Fuente: (Hürlimann, 2015)

1.3 Dinámica de los ríos.

Los ríos son agentes erosivos de primer orden, se puede decir que uno de los factores más importantes por la gran acción erosiva. Para poder estudiar a cerca de la dinámica de los ríos primero se debe conocer el potencial erosivo de los ríos dependiendo de la cantidad de agua que transporte, a esta cantidad de agua se lo denomina caudal y este término se refiere a la cantidad de agua que lleva un río en un punto y momento correcto de su recorrido. El caudal relativo se mide en metros cúbicos por segundo y si medimos en kilómetros cuadrados de cuenca se llama caudal absoluto (Murimar, 2011).

El caudal del río depende de la cantidad de agua que circule durante el año, en el que es diferente en las distintas zonas climáticas. Las lluvias son menores en el verano y en invierno las lluvias son de mayor alcance donde que hace referencia a dos términos;

Aguas Altas cuando el caudal está en el punto más alto o aguas bajas cuando el caudal está en el punto más bajo, es decir realizando la media de crecidas y estiajes (Murimar, 2011).

Crecida es un momento concreto de crecida del río causada por aportes de nieves o fuertes lluvias o también el drenaje de uno de los afluentes. Estiaje se le llama a los momentos puntuales en los que no aportan mucha agua producidos por evaporación, derrubios, secado de afluentes (Murimar, 2011).

Para poder estudiar la ponderación dentro de la dinámica de los ríos , esto significa poder encontrar los valores medios mensuales de aguas altas, medias , bajas o de crecidas y estiajes (Hürlimann, 2015).

Pero si realmente encontramos es la regularidad, lo que andaban buscando es un caudal medio en un año concreto. Se toma el caudal medio más alto de un periodo de años y se lo divide por el caudal más bajo del mismo periodo, si el resultado de la división es dos significa que el año de más caudal fue el doble del caudal más bajo y así en diferentes años que se les tome en cuenta (Murimar, 2011).

Para determinar la capacidad total de erosión de un río a lo que comúnmente se lo llama potencia bruta que no es todo viable porque no contabiliza todos los efectos producidos por el rozamiento de agua, de la carga, del fondo. Así que a esto se lo llama Potencia Neta que es igual a la Potencia Bruta menos la suma de las fuerzas debidas al rozamiento (Murimar, 2011).

Se puede decir que cuando las fuerzas de rozamiento son menores que la fuerza bruta el río excava, al contrario deposita materiales, pero cuando están en equilibrio se produce transporte de material, por lo general los ríos tienen a estar en equilibrio por lo que buscará encontrarse en esta última situación, que constituye una de las leyes de la dinámica fluvial (Murimar, 2011).

Es de suma importancia saber el modo en el que fluye el agua, si está fluye de manera laminar ósea en forma de láminas ordenadas y paralelas al fondo original de los ríos tranquilos, o de un modo turbulento, agua llena de torbellinos arriba y abajo, grandes y pequeños, que encontramos en momentos de crecidas o de fuertes pendientes causantes de la mayor parte del trabajo erosivo de los ríos (Murimar, 2011).

1.3.1 Dinámica fluvial

Se refiere al origen y evolución del material sedimentario que hoy en día ocupa los cursos de agua, así como las condiciones de erosión, modalidad del transporte y aspectos de sedimentación de aluviones. La red fluvial está influenciada por el clima subtropical templado-húmedo actual (Asencio Amor, 1983).

La morfología de la red fluvial tiene diferentes características en las que queda muy contrastada por la presencia de un sistema montañoso relativamente alto, definido por relieves residuales procedentes de un rejuvenecimiento de la red fluvial y formados por estratos de cuarzo, areniscas, pizarras (Asencio Amor, 1983).

1.3.2 Herramientas para estudiar la dinámica fluvial.

Para realizar un estudio hidrológico de la cuenca del río es necesario añadir el régimen fluvial (comportamiento del caudal según la época del año), también se debe estudiar el cauce, su forma, si perfil transversal, longitudinal y los tipos de materiales por los que están constituido. Además de esto hay que definir las áreas de inundación. Actualmente se han agregado al estudio sistemas de modelos matemáticos en los que se puede estimar el comportamiento de los ríos dependiendo de las características morfológicas, caudal y estructura adyacente (Segura, 2014).

Existen modelos hidráulicos relativamente simples en los que nos aportan la altura del agua en el cauce dependiendo del caudal, hasta otros más complejos que permiten calcular la dirección que tomará el agua y el nivel del cauce, y con la información obtenida se puede obtener mapas de las áreas vulnerables y realizar un análisis de riesgos (figura 1.10) (Segura, 2014).



Figura 1. 10 Dinámica fluvial.
Fuente: (Cerbuna, 2010)

1.3.3 Características de un sistema fluvial.

Hay una gran variedad de valores en el entorno de sistemas fluviales, algunos de los más importantes son los valores funcionales, ecológicos, relativos, bioclimáticos, paisajísticos, patrimoniales, para poder garantizar estos valores importantes es de gran importancia avalar el buen funcionamiento de este sistema fluvial (figura 1.11),(figura 1.12) (Cerbuna, 2010).

Algunos de los más representativos:

Naturalidad



Figura 1. 11 Sistema fluvial.
Fuente: (Cerbuna, 2010)

Funcionalidad



Figura 1. 12 Funcionalidad.
Fuente: (Cerbuna, 2010)

Conectividad longitudinal y transversal

Existen multitud de valores en el entorno de los sistemas fluviales, algunos de los más importantes son los valores funcionales, los ecológicos, los bioclimáticos, los paisajísticos, los socioculturales, los patrimoniales o los territoriales, entre otros muchos. Para garantizar estos valores existen ciertos caracteres clave, necesarios para avalar el buen funcionamiento de los sistemas fluviales. (figura 1.13)

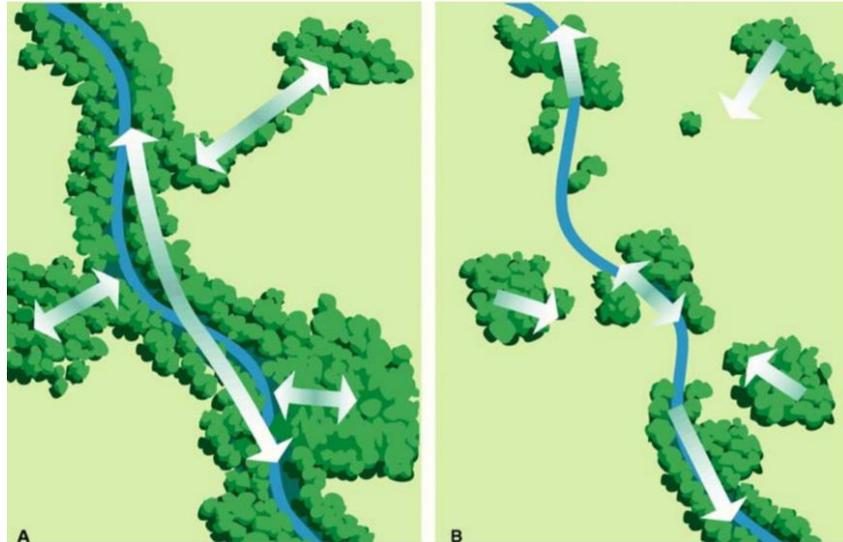


Figura 1. 13 Conectividades.
Fuente: (Cerbuna, 2010)

1.3.4 Tipos de trazado y unidades morfológicas.

La diferencia en el trazado de cada uno de los cauces se define por las características de las cuencas vertientes, siendo la forma del río la respuesta a las características, es un abanico grande de cauces fluviales reducidos a cuatro tipos básicos en relación al índice de sinucidad y el número de canales que pueden ser rectos, trenzados y anastomosados (figura 1.14) (Cerbuna, 2010).

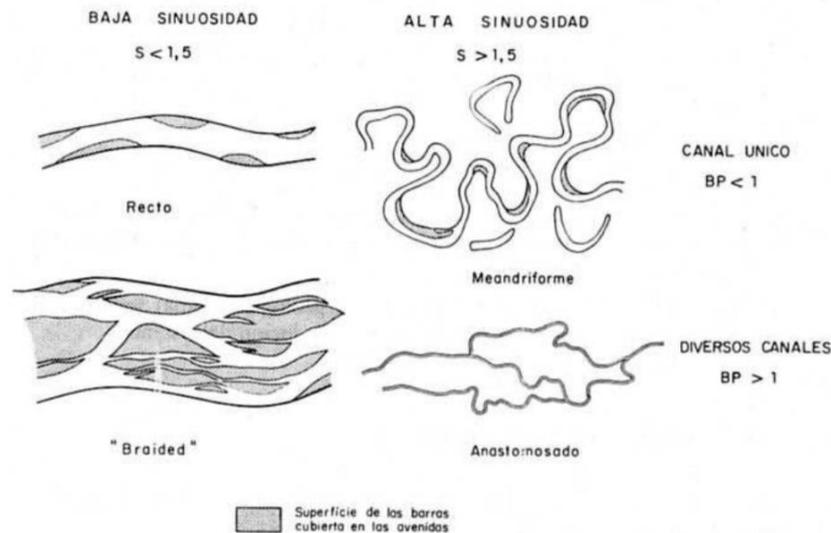


Figura 1. 14 Tipos de trazado.
Fuente: (Cerbuna, 2010)

En las llanuras de inundación de los sistemas fluviales aparece una gran variedad de elementos geomorfológicos, dependiendo de las características hidrológicas, geomorfológicos y antrópicos que nacen en la cuenca como los brazos ciegos, islas fluviales (Cerbuna, 2010).

1.4 Análisis climático e inundaciones

El cambio climático es un factor de peligrosidad adicional muy variable según las regiones, y la estimación de sus efectos sobre las inundaciones que presenta varias dudas. Respecto a esto se ha estudiado algunos informes correlacionados con el fenómeno de las inundaciones y su posible vínculo con el cambio climático, en el que se sugiere plantear la restauración de los sistemas fluviales y la restricción de usos en las zonas inundables tales como estrategias más acertadas para hacer referencia a la mencionada problemática de las inundaciones y a la incertidumbre realizada con el cambio climático (Tánago, 2001).

Para poder realizar un análisis climático es necesario saber el concepto de avenida o crecida de un río del concepto de inundación, sabiendo que avenida hace referencia a las condiciones naturales definido por la climatología de la cuenca vertiente. La de crecida de un río se refiere a la relación con las intervenciones humanas en las que se determinan por desagües y estado de conservación de los causantes fluviales (Tánago, 2001).

1.4.1 Avenida

Una avenida es un caudal extremo en la selección de registros históricos de caudales, que está relacionado a un determinado periodo de retorno. Regularmente se diferencian las avenidas “ordinarias”, como aquellos caudales máximos que suponen un aumento del caudal habitual del río relativamente menor y que suceden con cierta frecuencia (periodos de retorno inferiores o en torno a 10 años), de las avenidas “extraordinarias”, como aquellos caudales de mayor magnitud que suceden cada más tiempo. Las avenidas son predecibles en su magnitud y en la probabilidad de que sucedan cada año a partir de modelos hidrológicos y series de registros históricos, y tienen su origen fundamental en precipitaciones máximas también de carácter ordinario o extraordinario (Tánago, 2001).

1.4.2 Inundación

Las inundaciones son las actividades de terrenos por el agua debido a los desbordamientos de los cauces fluviales, en los que sucede a menudo como causa de las avenidas, también se puede presentar como consecuencia de un mal estado de los cauces. Las avenidas de menor periodo generan inundaciones de carácter extraordinario, dependiendo como disminuye el desagüe de los cauces, presionados por infraestructuras de transporte, magnitud y frecuencia de las inundaciones, así como los daños que producen, pueden ser cada vez mayores sin que haya incrementado la magnitud o frecuencia de las avenidas que lo generan. El vínculo que se presenta entre las avenidas, inundaciones y cambio climático debido al efecto invernadero recubre un gran interés en el que se realizó varios estudios y se encontró varias dudas y dificultades dentro de los resultados generados (Tánago, 2001).

1.4.3 Inundaciones en los ríos.

Las inundaciones de los ríos se dan de forma natural en muchos de los ríos, aportando grandes beneficios en los recursos hídricos, agricultura. En la actualidad ahora esto genera daños en personas y bienes predominando una percepción de las inundaciones como catástrofes (Tánago, 2001).

En el inicio del aumento de la frecuencia de las inundaciones hay que recalcar la intensificación del uso del territorio, sellando y compactando los suelos haciendo que crezcan las escorrentías rápidas, y la alteración hidromorfológica de los ríos, solidificando las aguas y beneficiando la ocurrencia de avenidas y desbordamientos. En el desarrollo exponencial de las pérdidas que las inundaciones han originado en los últimos años hay que referirse a la penetrante ocupación de las riberas de los ríos y sus llanuras de inundación por personas y actividades económicas, con un desarrollo en algunas zonas no coincidente con la dinámica fluvial (Tánago, 2001).

El cambio climático es apreciado como un factor de riesgo adicional muy inestable según las regiones, y la estimación de sus efectos sobre las inundaciones explica todavía numerosas incertidumbres. Observando a ello se revisan algunos informes relacionados con el fenómeno de las inundaciones y su posible relación con el cambio climático, y se manifiesta la recuperación de los sistemas fluviales y la restricción de usos en las zonas inundables como estrategias más acertadas para hacer frente a la mencionada problemática de las inundaciones y a la incertidumbre creada con el cambio climático (Tánago, 2001).

El análisis de los sucesivos paradigmas históricos analizados por el hombre frente a las inundaciones de los ríos pone en evidencia el interés de cambiar unas estrategias de “defensa” en contra de ellas, tratando de evitar que ocurran, por otras de “convivencia” con las mismas gestionando de la forma más apropiada el riesgo de los daños que pueden generar como se indica en la figura 1.15 (Tánago, 2001).

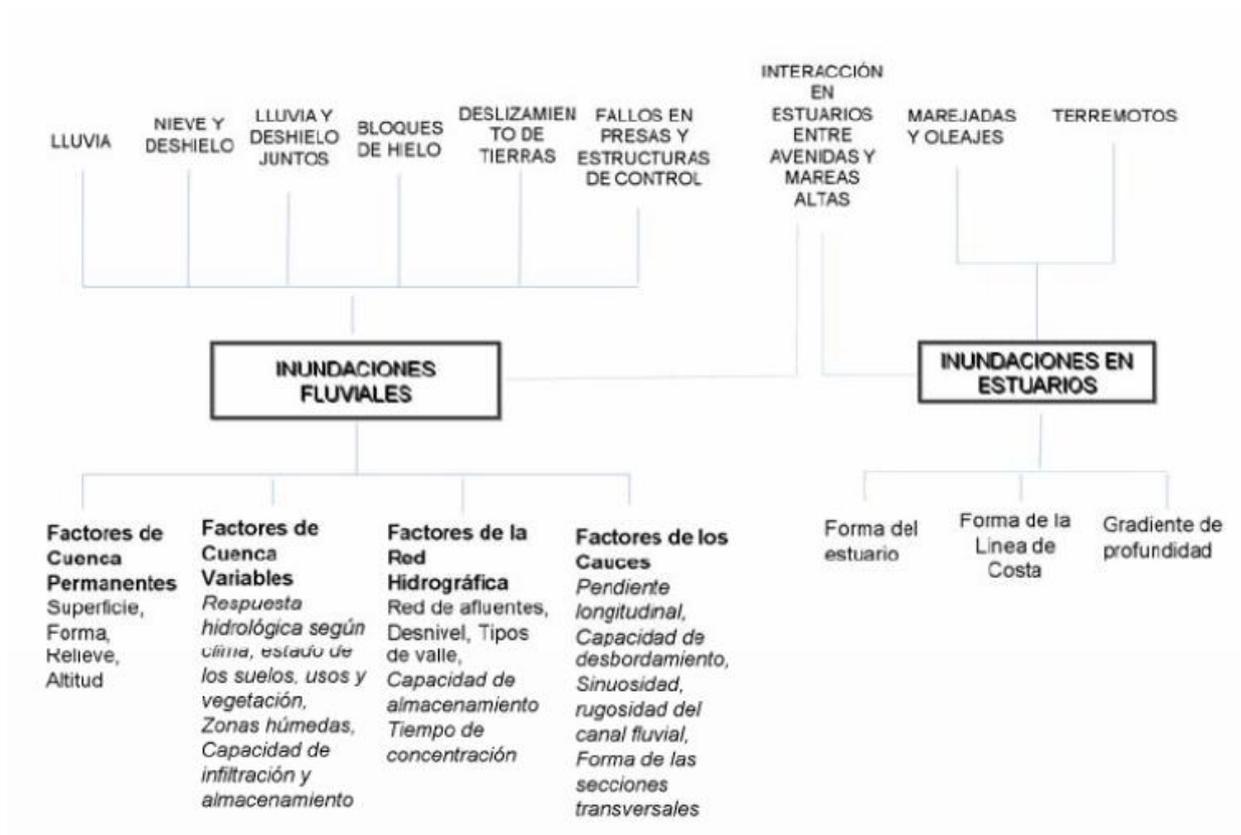


Figura 1. 15 Inundaciones fluviales y en estuarios.

Fuente: (Tánago, 2001)

Existen algunas restauraciones en cuanto a la convivencia con las inundaciones y las incertidumbres del cambio climático, en el que presenta un factor de inseguridad en la predicción de las crecidas de los ríos, haciendo que las sucesiones de registros históricos existentes desaprovechen representatividad para estimar la magnitud y frecuencia de las avenidas en los años venideros (Tánago, 2001)

Las preferencias temporales de aumento o disminución de las crecidas fluviales como resultado del cambio climático no son generalizables hasta la fecha, y tampoco se puede fijar una relación contundente entre inundaciones y cambio climático. En lo que sí parece mucho más claro es una concordancia entre la intensificación de la regulación del régimen de los caudales y de la canalización de los ríos, y el aumento de la vulnerabilidad y grado de exposición de poblaciones y actividades económicas al fenómeno de las inundaciones, próximo al incremento de los perjuicios que ocasionan un riesgo adicional debido al cambio climático (Tánago, 2001)

1.5 Riesgos por inundaciones

1.5.1 Riesgo

Un riesgo es una situación de pérdida potencial de bienes materiales o de amenaza potencial de la integridad humana; esto es algo que no ha ocurrido, pero que sí ocurre tendrá consecuencias económicas y sociales (España, 2008)

Vivimos cotidianamente en situaciones de riesgo: cuando cogemos nuestro coche asumimos el riesgo de sufrir un accidente, al suscribir un préstamo hipotecario, el banco estudia el riesgo de que no podamos hacer frente al pago de las letras; en nuestro trabajo estamos expuestos a diferentes riesgos laborales (España, 2008)

Cuando una situación de riesgo se consuma, esto es que puede ser algo potencial a una cosa que ha ocurrido, decimos que se ha producido un desastre o catástrofe en función de la gravedad de las pérdidas que se ha generado ese evento (España, 2008)

Existen muchos tipos de riesgos distintos, y diferentes clasificaciones para organizarlos, pero una clasificación simple, según el origen de esa situación de pérdida potencial, permite diferenciar dos grandes grupos (España, 2008)

1.5.2 Riesgos naturales.

Son aquellos en los que la pérdida potencial se produce por la acción de los procesos y elementos de la naturaleza (España, 2008)

1.5.3 Riesgos antrópicos.

Son aquellos en los que la pérdida potencial se produciría por la acción humana directa; comprenden riesgos de transporte de mercancías, laborales, financieros, instalaciones (España, 2008)

Entre ambos tipos, los riesgos naturales estarían inducidos esto significa que teniendo origen natural pueden ser desencadenados por la acción humana. Dentro de los riesgos naturales, a su vez, se pueden dividir los riesgos en función del gran sistema natural en el que se producen, dando lugar a los siguientes subtipos:

- Riesgos Hidrológicos.
- Riesgos Geológicos.

- Riesgos Endógenos.
- Riesgos Exógenos.
- Riesgos Geológicos Litológicos.
- Riesgos Geológicos Inducidos.

Riesgos causados por los procesos naturales

1.5.4 Riesgos por inundaciones.

La identificación y cuantificación de estos riesgos se basará en un análisis de la hidrografía de la zona de estudio y cada una de las cuencas afectadas, de la identificación de los mecanismos de avenida y una recopilación de las avenidas históricas. Una vez obtenidos estos datos se procederá a realizar una zonificación y cartografía de las zonas según su peligrosidad (España, 2008)

En el mundo, las inundaciones son consideradas como el desastre natural más dañino y peligroso. Según datos de la United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, de los desastres que se presentan en el orbe relacionados con el agua, 50% corresponde a inundaciones, por encima de hambrunas, sequías y epidemias. El número de eventos ha crecido a una velocidad vertiginosa, particularmente en áreas urbanas, impactando de manera negativa el funcionamiento normal de los sectores social, de servicio, económico y financiero, entre otros, dejando en mayor vulnerabilidad a la población con menos recursos (Hernández, 2016)

La determinación del riesgo por inundación se ha convertido en una práctica cada vez más recurrente, debido principalmente a la planeación urbana y a la mitigación de desastres. Cuantificar el riesgo por inundación es una tarea compleja por las variables involucradas y su estado evolutivo. En general, las metodologías de análisis de riesgo por inundación se pueden dividir en dos grupos: deterministas o cuantitativos, y paramétricos o cualitativos (Hernández, 2016)

La base de los modelos deterministas es el uso de la modelación numérica para reproducir la física de las inundaciones bajo diferentes escenarios. Los resultados de los modelos numéricos se complementan con un análisis de costos de los daños causados por las inundaciones y los resultados se integran en mapas de riesgo a través de sistemas de información geográfica (SIG). El avance de herramientas computacionales, como los modelos numéricos y los SIG ha permitido caracterizar y representar al riesgo de una

forma más integral y visual, ayudando con ello a los tomadores de decisiones. Existen varios tipos de modelos numéricos: unidimensionales, bidimensionales y tridimensionales; la selección de uno u otro dependerá de las necesidades de precisión, los tiempos de elaboración y la capacidad de cómputo, principalmente (Hernández, 2016)

Determinar los costos de los daños por inundación no es algo trivial, dado que el precio de los bienes materiales está supeditado a las condiciones del entorno socioeconómico, geográfico, político, ambiental o incluso cultural de la zona en conflicto. Es posible obtener los costos de daños por inundación que estiman las compañías aseguradoras o los gobiernos, aunque esta información no suele ser pública. El modelo determinista ofrece un alto nivel de certidumbre, sin embargo, su implementación es compleja, dada la cantidad de información y el conocimiento especializado que se requiere para su aplicación (Hernández, 2016)

Los modelos paramétricos o cualitativos surgen en virtud de la complejidad al aplicar los modelos deterministas, buscando en un principio simplificar la tarea para estimar el riesgo. En esencia, los modelos paramétricos se basan en la estimación de la vulnerabilidad de un sistema a través de índices, denotados como FVI por sus siglas en inglés. La vulnerabilidad es, sin duda, lo que hace al riesgo complejo, por la cantidad de factores que la definen, y según Wisner, Blanikie, Cannon y Davis es la causa fundamental para la ocurrencia de un desastre. A grandes rasgos, los FVI se definen por componentes, y a cada uno se le incorporan indicadores de escalas y magnitudes diferentes, que a su vez conceptualizan a la vulnerabilidad. Los modelos paramétricos fueron empleados por primera vez en la década de 1980 y su aplicación ha ido creciendo de manera importante durante los últimos años (Hernández, 2016)

1.6 Erosión y sedimentación.

Los factores que afectan la erosión y la sedimentación están en función del tipo de erosión en cuestión (Daniel Brea, 2010)

La velocidad del caudal influye fuertemente en la erosión hídrica. Se sabe que la velocidad mínima para desprender y transportar una partícula de suelo está en función del diámetro de ésta. Sin embargo, una vez que la partícula ha sido desprendida, se necesitará menos energía para que ésta siga en movimiento. Se determinó la velocidad

mínima requerida para el desprendimiento (erosión), transporte y depositación de partículas de suelo, según su diámetro, relación que se ilustra en la figura. Nótese que se necesitan mayores velocidades para el desprendimiento de una partícula dada. Sin embargo, ésta será transportada en forma de suspensión, sólo si la velocidad del caudal es alta o, en su defecto, si la partícula posee un diámetro reducido. De lo contrario, dicha partícula será depositada en un corto lapso (Daniel Brea, 2010)

Diagrama de Hjulstrom, el cual indica la velocidad mínima requerida para desprender, transportar o depositar partículas de suelo, según su diámetro, para flujos de agua, tal como se indica en la figura 1.16.

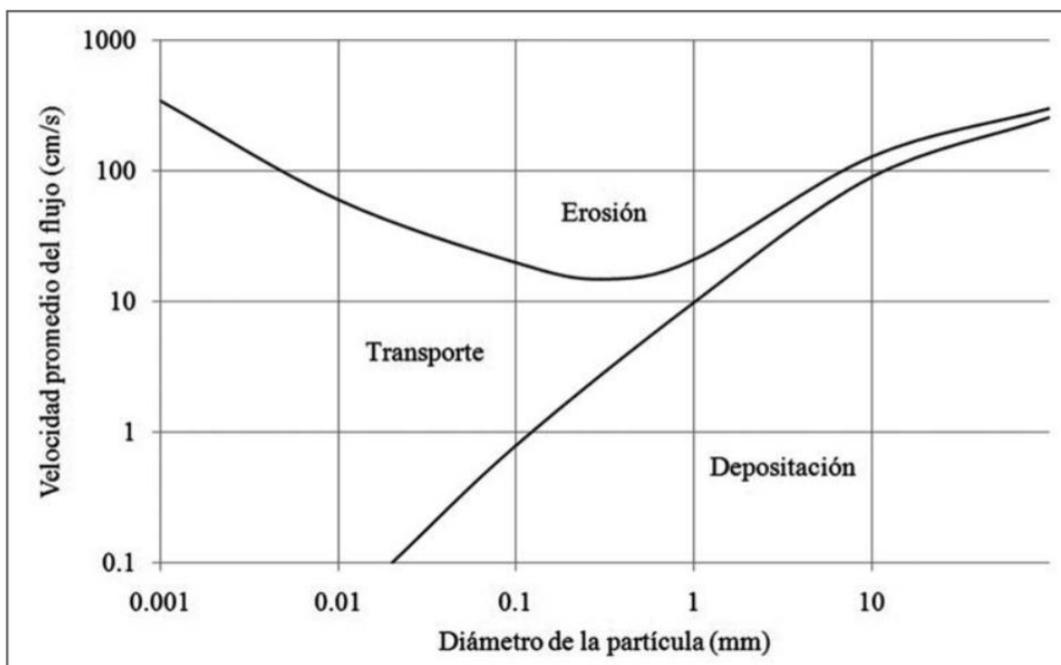


Figura 1. 16 Diagrama de hjulstrom.
Fuente: (Daniel Brea, 2010)

La velocidad del caudal, en conjunto con las otras variables vistas en este capítulo, explican la distribución de sedimentos a lo largo de los cursos de agua, según donde uno se encuentre. Por lo general, los ríos de montaña están compuestos por grandes bloques de piedra redondeada (por la acción del impacto generado entre éstos) y aguas muy claras, pues la velocidad del caudal es tal que todas las partículas finas ya han sido transportadas río abajo. Por otro lado, los ríos de valle y los que desembocan en el mar poseen fondos compuestos por sedimentos finos, que se han ido depositando debido a la

reducida inclinación del terreno, la cual disminuye la velocidad del caudal (figura 1.17)
(Daniel Brea, 2010)



Figura 1. 17 Velocidad de flujo.
Fuente: (Daniel Brea, 2010)

Por lo general, las altas pendientes hacen que los ríos y arroyos de montaña están constituidos por aguas cristalinas y la ausencia de sedimentos finos en el fondo de los cursos de agua. A la izquierda se ilustra un estero de la región de Tatras, Polonia (Daniel Brea, 2010)

Por esta razón, las diferencias naturales entre la concentración de sedimentos en aguas de ríos de montaña y valle se deben principalmente a variaciones en la pendiente de los terrenos en que se encuentran. La imagen de la derecha muestra una vista aérea de la desembocadura del río Pájaro, en California, gentileza de Gregory Morris (Daniel Brea, 2010)

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1 Ubicación geográfica

El Cantón La Troncal, se localiza en la Región Costa en la zona occidental de la Provincia del Cañar. Está ubicado dentro de las siguientes coordenadas geográficas: latitud sur 2°28'22" y longitud oeste 79°14'14". Limita al norte con el Cantón El Triunfo de la Provincia del Guayas y la Parroquia General Morales del Cañar, al sur con las Parroquias San Antonio y San Carlos de las Provincias de Cañar y Guayas respectivamente, al oeste con los Cantones El Triunfo, Taura y Naranjal de la Provincia del Guayas y hacia el este con la Parroquia Chontamarca de la Provincia del Cañar (figura 2.1) (La Troncal, PDOT , 1983)

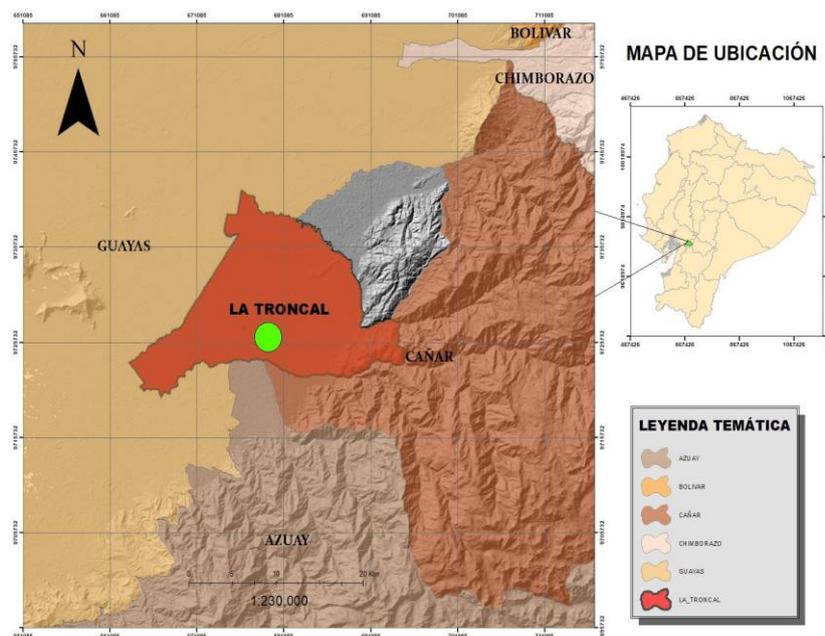


Figura 2. 1 Mapa de ubicación del cantón La Troncal
El Cantón está dividido en tres parroquias, La Troncal como parroquia urbana y las parroquias rurales Pancho Negro y Manuel de Jesús Calle, se puede observar en la figura 2.2.

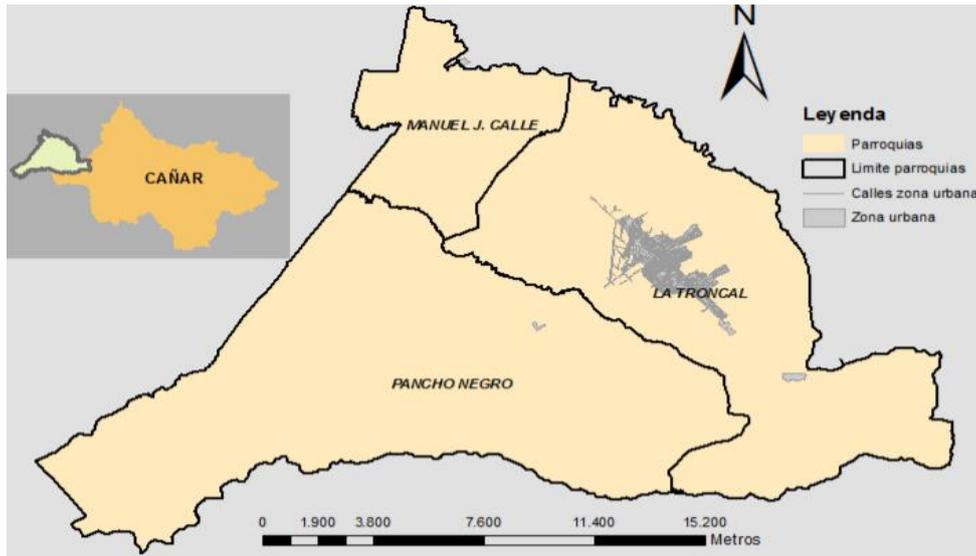


Figura 2. 2 División política del cantón La Troncal

Cuenta con una población de 14.832 habitantes y en las actividades que se realizan para el desarrollo de la ciudad de La Troncal, una de las principales es la extracción de materiales pétreos.

La zona de ubicación del área de estudio se encuentra en el cantón La Troncal en el sector de Monserrat del río Bulubulu, el tramo de estudio es de un kilómetro siguiendo la secuencia del río. (Figura 2.3)

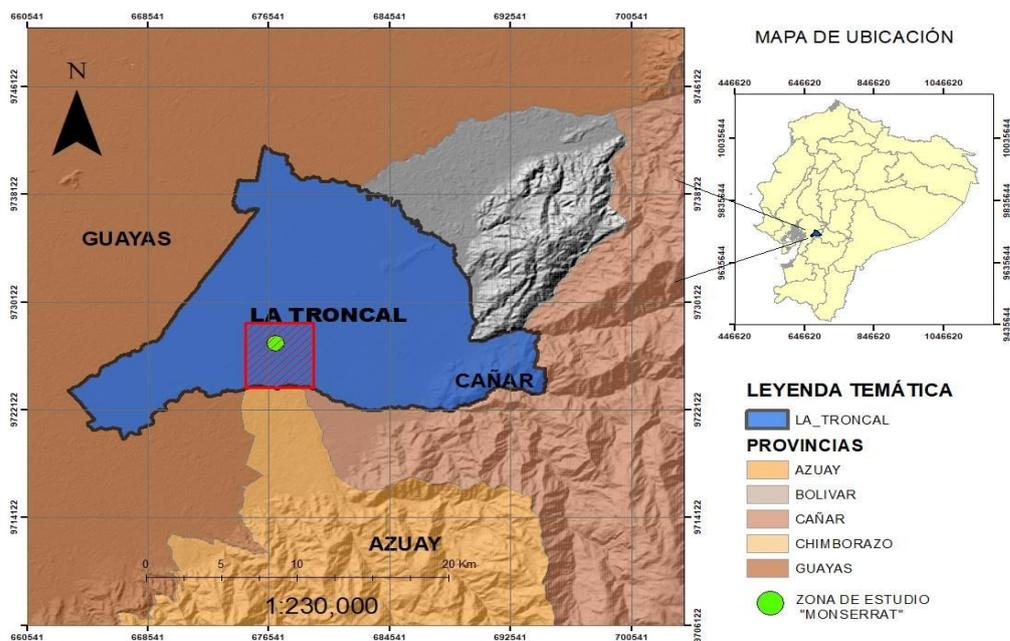


Figura 2. 3 Mapa de ubicación del área de estudio del cantón La Troncal

2.2 Clima

El cantón La Troncal se encuentra en una altura entre los 20 y 200 m. s. n. m. oscila con temperaturas entre 18 y 24° C, estudios presentados sobre el clima han probado la presencia de dos estaciones: Época lluviosa en los meses de diciembre-mayo con una temperatura promedio de 25.3 ° C, en la que se registra mayor pluviosidad; y la época seca de junio a noviembre con una temperatura de 23.9 ° C, en la que se registran menores pluviosidades. La humedad relativa del ambiente es alta, presentándose casi todo el año, con una media anual de 87 %. Según la clasificación climática de Köppen en el cantón predomina el clima Tropical Monzónico (La Troncal, PDOT , 1983)

2.3 Geología regional del cantón La Troncal.

2.3.1 Litología

Principalmente en el cantón La Troncal afloran rocas metamórficas, volcánicas e incluso intrusivas, en las cuales estas se encuentran dentro de las formaciones geológicas correspondiendo al Paleozoico y Mesozoico .Igualmente se encuentran concentrados en el centro y oeste del área de interés están los depósitos aluviales y coluviales del cuaternario, detallando cada uno de acuerdo al orden cronológico (La Troncal, PDOT , 1983)

Paleozoico

Formación Punta Piedra: formada por cuarcitas, filitas y esquistos arcillosos, dentro de este estudio se le añade a la edad del Paleozoico y Mesozoico (La Troncal, PDOT , 1983)

Mesozoico

Formación Macuchi: Caracterizada por lavas porfíricas como andesitas y basaltos, brechas aglomeradas, areniscas y limonitas volcánicas con diferentes tamaños granulares. Dentro de esta formación afloran al noroeste del área de estudio que está ubicado en el cerro Masalve y está definida por andesitas, basaltos y grabos; este tipo de rocas están fracturadas y meteorizadas, podemos decir que su edad es cretácica (La Troncal, PDOT , 1983)

Cuaternario.

Depósito Coluvial: Este tipo de depósito se hallan en las pendientes del río Bulubulu y Cañar, las mismas están constituidas por la formación del material que lo recubre (La Troncal, PDOT , 1983)

Geología local

Depósitos Aluviales: Distribuido en 3 tipos donde que el primero corresponde la mayor parte del área de la población del cantón, la segunda que han sido erosionados por los ríos Bulubulu y Cañar que se encuentran a lo largo de estos y están formados por arcillas, limos, gravas y arenas no consolidadas. Esta cantidad de material que existe en los diferentes ríos, se da por la erosión la misma que fue arrastrado desde las montañas y depositadas por meandros, donde que cambian su curso durante la estación invernal. Estos son utilizados como materiales de construcción es por eso que en el cantón La Troncal cuenta con varias minas a lo largo de los ríos (La Troncal, PDOT , 1983)

Los antiguos aluviales que se allá a lo largo de la falla inferida cubierta que pasa por la Troncal, formando una serie de colinas compuestas por un conglomerado de clastos redondeados y semiredondeados con una matriz arcillo limosa, estos aluviales corresponden al Holoceno en otras palabras a una edad menor a los 1500 años (figura 2.4) (La Troncal, PDOT , 1983)



Figura 2. 4 Depósitos aluviales.
Fuente: (La Troncal, PDOT , 1983)

2.4 Geomorfología.

Las geomorfias que existen en el cantón La Troncal dentro del territorio son diferentes, ya que de acuerdo a la información que se ha obtenido se puede deducir que se tiene 7 relieves las cuales caracterizan a este territorio en la que presenta facilidades y dificultades en cuanto a la planificación de obras e infraestructura (La Troncal, PDOT , 1983)

2.4.1 Formas de relieve

Bancos y diques aluviales

Se encuentra en el sector sur occidental de la Troncal y ocupa el 7 % de superficie del cantón, se caracterizan por que tienen áreas bajas planas de suelos arenosos profundos y nivel freático alto cercano a los ríos, en el que son producto de los depósitos de sedimentos de los ríos por arrastre, en los que estos son muy inclinados hacia las inundaciones (La Troncal, PDOT , 1983)

Colinas medianas

En La Troncal está representada por el 0.04 % de la superficie, se localiza en el sector Oriental del cantón junto a Cochancay cercano a un recodo del río Bulubulu en el que comprende tierras poco productivas (La Troncal, PDOT , 1983)

Conos de deyección y esparcimiento

Ocupan el 22,5 % de la superficie en la que es muy importante dentro de la actividad productiva, estas son producidas por arrastre de materiales en las partes altas formando una especie de cono (La Troncal, PDOT , 1983)

Conos de deyección disectados

Es muy poco representativo ocupa el 0.33 % de la superficie del cantón, ubicado en el noreste cerca a Cochancay junto a un recodo del río Bulubulu, son suelos marginales propensos a inundaciones (La Troncal, PDOT , 1983)

Conos de deyección muy disectados

Representa el 0.15 % de la superficie del cantón ubicado al Noroeste cercano a Cochancay y junto a un recodo del río Bulubulu, son suelos marginales propensos a inundaciones (La Troncal, PDOT , 1983)

Cuerpos de agua

Representa el 0.5% de la superficie del cantón , aquí hace referencia a todos los ríos y quebradas que ocupan un determinado espacio dentro del territorio como lagunas , lagos Aquí se trata de una zona de irrigación con ríos y quebradas así como estéreos que nacen en las partes bajas en las cuales atraviesan todo la zona y nacen en las cuencas altas , se puede decir que el cantón La Troncal es una zona en la que posee un recurso hídrico privilegiado y un gran potencial del suelo (La Troncal, PDOT , 1983)

Laderas coluviales

Son poco representativas ya que ocupan el 1.39 % de la superficie del cantón, este tipo de laderas coluviales son zonas de conservación estricta. Se localizan en el extremo Sur Oriental de Cochancay , están formadas por arrastre de material de las partes altas , es un tipo de zona rica en vegetación y generadora de agua (La Troncal, PDOT , 1983)

Llanuras coluviales de depositación

Representa el 6,2 % de la superficie del cantón, con un alto nivel de producción .Ubicada en el extremo Norte del cantón vía hacia la costa muy cercana del río Bulubulu

, es una zona rica en depósitos aluviales y fértiles, con cultivos de banano y cacao (La Troncal, PDOT , 1983)

Nivel coluvial alto

Es una zona totalmente irrigada ocupa el 37.51% de la superficie del cantón, comprende una zona amplia plana de suelos muy fértiles , tiene un alto nivel de producción como cultivos de caña de azúcar para el ingenio La Troncal (La Troncal, PDOT , 1983)

Piedemonte coluvial

Es una zona poco representativa ocupa el 0.07 % de la superficie del cantón, se ubica a pie de la colina que envuelve a la cabecera cantonal La Troncal , hace uso actual de cultivos perennes como cacao y plantaciones forestales detecta (La Troncal, PDOT , 1983)

Relieve escarpado

Ocupa el 1.4 % de la superficie del cantón, se ubica en la parte montañosa Este del cantón en la salida hacia la sierra , su forma de relieve con pendientes altas cuyo uso actual es la cubierta vegetal siempre-verde (La Troncal, PDOT , 1983)

Relieve montañoso

Esta área es la más sensible ecológicamente hablando del cantón, representa el 0.07 % de la superficie del territorio, está ubicada en las estribaciones de la cordillera occidental al Sur Este de cantón. Constituye la parte generadora de parte de recurso hídrico del cantón donde que aquí se encuentra las 2 partes más importantes de captación de agua tanto de Cochancay como de la cabecera cantonal. Esta zona corre peligro ya que tiene una fuerte amenaza de la tala de árboles y la minería ilegal (La Troncal, PDOT , 1983)

Talud de derrubios

Ocupa una pequeña parte del territorio con el 0.12% de la superficie , se ubica en el Nororiente del cantón al pie de la colina que envuelve a La Troncal, hoy en día ocupa como actividades productivas los cultivos perennes como huertas de cacao y pastos para ganado (La Troncal, PDOT , 1983)

Terraza alta

Poseen un buen drenaje, ocupan el 7.07% de la superficie, son zonas irrigadas con una altas productividad, tienen cultivos como la caña y algunos de ciclo corto (La Troncal, PDOT , 1983)

Terraza baja

Ocupa el 1.91% de la superficie y hace referencia a 3 áreas muy importantes las cercanas a ríos y estéreos en el Norte, centro y Sur occidente del cantón, hoy con pasto natural y malezas (La Troncal, PDOT , 1983)

Terraza indiferenciada

Representa una pequeña parte de la superficie con el 1.7%, se ubica en el extremo Norte y centro del cantón irrigados con cultivos de ciclo corto (La Troncal, PDOT , 1983)

Terrazas muy altas

Ocupa el 0.33 % de la superficie del cantón, ubicada al extremo Sur del cantón, esta zona es fuertemente propensa a inundaciones (La Troncal, PDOT , 1983)

Zonas urbanas

Se encuentra en todas los centros poblados como La Troncal, Pancho Negro, Manuel J Calle, Cochancay, son zonas con asentamientos no muy bien estructurados (La Troncal, PDOT , 1983)

Tomando el punto de vista desde el relieve de las 18 unidades geomorfológicas existentes en el cantón La Troncal se puede observar que posee casi todas las manifestaciones geodinámicas de un relieve con una ventaja del 87 % de la superficie está cubierta por relieves planos y colinados en la que representa una topografía bastante regular. Dentro del cantón existen terrenos escarpados, relieve montañoso, vertientes irregulares que ocupan el 10 % de la superficie (La Troncal, PDOT , 1983)

Fisiografía del río Bulubulu

El río Bulubulu cubre una extensión territorial de alrededor de 1.000km² que representan un 3% del área de competencia de la Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA). El río Bulubulu desemboca al estuario del río Guayas.

El área de influencia indirecta del sistema Bulubulu alcanza 31.823 Ha. El área de influencia indirecta en la fase de construcción además de las descritas en el área de influencia directa incorpora a las áreas beneficiarias.

El río se encuentra localizado en las Provincias de Cañar y Guayas, en la cuenca baja al sureste del río Guayas, aproximadamente entre las coordenadas 635 000 – 700 000 E y, específicamente en los cantones El Triunfo y La Troncal (La Troncal, PDOT , 1983)

CAPÍTULO III

CUBICACIÓN DEL MATERIAL

La finalidad de este trabajo de investigación es determinar las posibles zonas de extracción de materiales pétreos en el sector de Monserrat, en él se realizará un análisis hidrológico y morfológico para determinar las características de dinámica de arrastre y deposición de áridos en función de las características hidrológicas de sitio, esto permitirá definir los volúmenes explotables que por reposición natural del río se realiza de forma estacional.

Sobre el tramo de un kilómetro en el río Bulubulu del sector de Monserrat, se han levantado en total 10 perfiles, lo que ha permitido complementariamente con la información limnigráfica recopilada del Instituto Nacional Meteorológico e Hidráulico (INAMHI), caracterizar la dinámica hidráulica de cada sector evaluado para de esta manera utilizar el diagrama de Hjulstrom, definir los procesos de sedimentación, erosión y transporte a diferentes granulometrías de los materiales.

3.1 Descripción de los perfiles.

Los perfiles como se ha descrito anteriormente, presentan diferentes características, tales como: largo, profundidad, área, volumen, entre otras. Esto es muy importante dentro de la minería a cielo abierto, debido a que con la información obtenida en los perfiles y un análisis morfológico podemos obtener el tipo de materiales que se depositan en cada área de estudio.

A continuación, se presenta un mapa de ubicación en donde se obtuvo las coordenadas, profundidades de cada perfil en el tramo de un kilómetro en el cantón La Troncal sector Monserrat del río Bulubulu. (Figura 3.1)

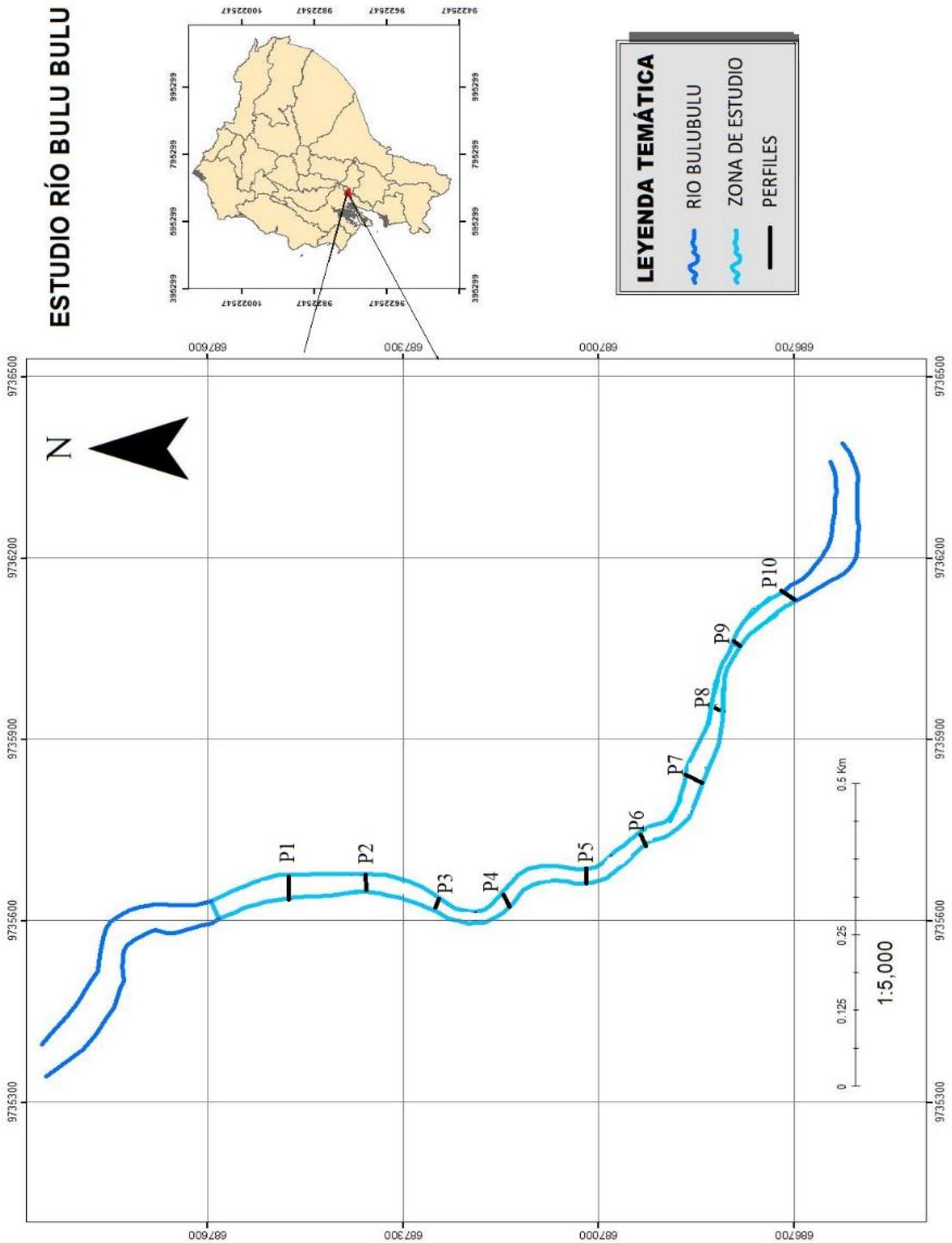


Figura 3. 1 Estudio del río Bulubulu

Los puntos que se obtuvo para los diferentes perfiles fueron obtenidos en el mes de noviembre del año 2018 en la época de verano, se puede observar en las figuras 3.1 hasta la figura 3.10

PERFIL 1 (P 1)

Área= 54.26m²



Puntos	E	N	Z
Punto 1	687523	9735626	0.00 cm
Punto 2	687535	9735640	0.30 cm
Punto 3	687541	9735658	0.00 cm

Figura 3. 2 Perfil 1 río Bulubulu (Sector Monserrat)

PERFIL 2 (P 2)

Área=55.16m²

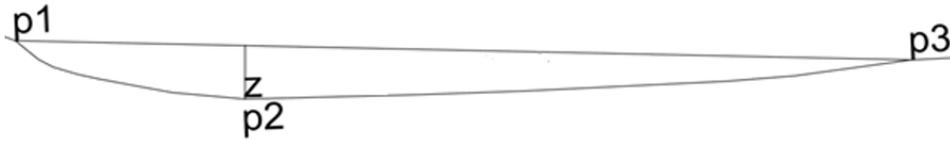


Puntos	E	N	Z
Punto 1	687421	9735643	0.00 cm
Punto 2	687432	9735659	0.90 cm
Punto 3	687439	9735676	0.00 cm

Figura 3. 3 Perfil 2 río Bulubulu (Sector Monserrat)

PERFIL 3 (P 3)

Área=41.96 m²

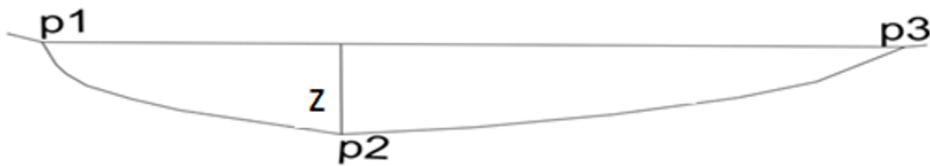


Puntos	E	N	Z
Punto 1	687131	9735643	0.00 cm
Punto 2	687328	9735651	0.30 cm
Punto 3	687327	9735675	0.00 cm

Figura 3. 4 Perfil 3 río Bulubulu (Sector Monserrat)

PERFIL 4 (P 4)

Área=35.95 m²

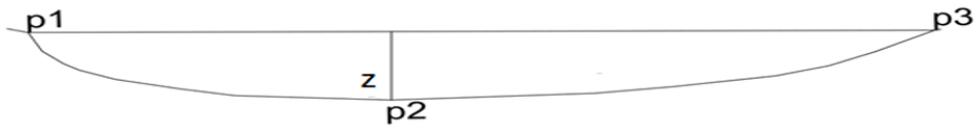


Puntos	E	N	Z
Punto 1	687232	9735604	0.70 cm
Punto 2	687220	9735611	1.70 m
Punto 3	687222	9735620	0.12 cm

Figura 3. 5 Perfil 4 río Bulubulu (Sector Monserrat)

PERFIL 5 (P 5)

Área=56.13 m²



Puntos	E	N	Z
Punto 1	687123	9735636	0.16 cm
Punto 2	687128	9735646	0.30 cm
Punto 3	687126	9735661	0.14 cm

Figura 3. 6 Perfil 5 río Bulubulu (Sector Monserrat)

PERFIL 6 (P 6)

Área=53.75 m²



Puntos	E	N	Z
Punto 1	687035	9735660	2.00 m
Punto 2	687028	9735677	3.40 m
Punto 3	687026	9735682	3.50 m

Figura 3. 7 Perfil 6 río Bulubulu (Sector Monserrat)

PERFIL 7 (P 7)

Área=103.25 m²



Puntos	E	N	Z
Punto 1	686914	9735755	2.00 m
Punto 2	686920	9735748	7.00 m
Punto 3	686925	9735730	5.50 m

Figura 3. 8 Perfil 7 río Bulubulu (Sector Monserrat)

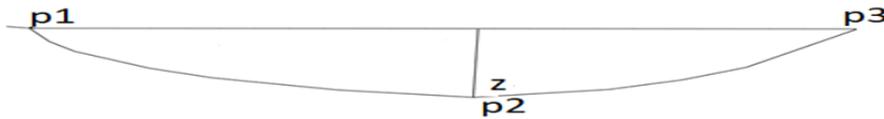
PERFIL 8 (P 8)

Área=104.23 m²



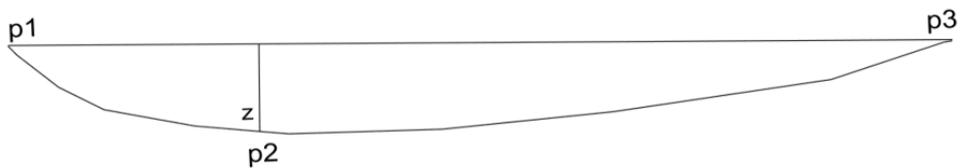
Puntos	E	N	Z
Punto 1	686832	9735849	2.00 m
Punto 2	686836	9735873	5.00 m
Punto 3	686841	9735880	1.50 m

Figura 3. 9 Perfil 8 río Bulubulu (Sector Monserrat)

PERFIL 9 (P 9)Área=27.12 m²

Puntos	E	N	Z
Punto 1	9736102	686630	0.8 cm
Punto 2	9736110	686631	1.00 m
Punto 3	9736115	686836	0.6 cm

Figura 3. 10 Perfil 9 río Bulubulu (Sector Monserrat)

PERFIL 10 (P 10)Área=53.68 m²

Puntos	E	N	Z
Punto 1	686639	9736102	0.7 cm
Punto 2	686644	9736110	0.8 cm
Punto 3	686846	9736115	0.6 cm

Figura 3. 10 Perfil 1 río Bulubulu (Sector Monserrat)

3.2 Cálculo de caudales y velocidades en los perfiles

Existen muchas maneras para medir la cantidad de agua en un río, pero depende de algunos factores como la forma, el tipo de material que se encuentre, entre otros.

Para poder obtener los caudales recopilamos información del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) donde se pudo obtener los datos de los caudales

máximo, mínimo, medio , media histórica en los diferentes meses de los últimos 10 años de la estación Payo –Bulubulu.

Una vez adquirido todos los caudales y con las áreas diferentes en cada uno se puede obtener las velocidades máximo, mínimo, media, media histórica en cada perfil como se observa en las siguientes tablas (3.1-3.10)

Cálculo de Velocidades:

$$Q = AxV$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

Donde

Q= Caudal

V= Velocidad

A= Área

Tabla 3. 1 Cálculo de velocidades y caudales (perfil 1)

PERFIL 1

Área = 54.26m ²								
Mes	Q Mínimo (m ³ /s)	V Mínimo (cm/s)	Q Máximo (m ³ s)	V Máximo (cm/s)	Q Media (m ³ /s)	V Media (cm/s)	Q Media Histórica (m ³ /s)	V Media Histórica (cm/s)
Enero	12	22.11	43	79.24	19	35.26	26	47.91
Febrero	14	25.80	426	785.108	89	164.025	50	92.14
Marzo	19	35.016	157	289.34	36	66.34	51	93.99
Abril	21	38.70	31	57.19	24	44.23	30	55.28
Mayo	20	36.85	31	57.19	24	44.23	30	55.28
Junio	13	23.95	20	36.85	16	29.48	16	29.48
Julio	11	20.27	15	27.74	12	22.11	9	16.58
Agosto	10	18.42	12	22.11	11	20.27	6	11.05

Tabla 3. 2 Cálculo de velocidades y caudales (perfil 2)

PERFIL 2

Área = 55.16m ²								
Mes	Q Mínimo (m ³ /s)	V Mínimo (cm/s)	Q Máximo (m ³ /s)	V Máximo (cm/s)	Q Media (m ³ /s)	V Media (cm/s)	Q Media Histórica (m ³ /s)	V Media Histórica (cm/s)
Enero	12	21.75	43	77.95	19	34.44	26	47.13
Febrero	14	25.38	426	722.29	89	164.32	50	99.70
Marzo	19	34.44	157	284.62	36	66.46	51	92.45
Abril	21	38.07	31	56.2	24	43.5	30	54.38
Mayo	20	36.25	31	56.20	24	43.5	30	54.38
Junio	13	23.56	20	36.25	16	29.0	16	29.0
Julio	11	19.94	15	27.19	12	21.75	9	16.31
Agosto	10	18.12	12	21.75	11	19.94	6	10.87

Tabla 3. 3 Cálculo de velocidades y caudales (perfil 3)

PERFIL 3

Área= 41.96m ²								
Mes	Q Mínimo (m ³ /s)	V Mínimo (cm/s)	Q Máximo (m ³ /s)	V Máximo (cm/s)	Q Media (m ³ /s)	V Media (cm/s)	Q Media Histórica (m ³ /s)	V Media Histórica (cm/s)
Enero	12	28.59	43	102.47	19	45.28	26	61.96
Febrero	14	33.36	426	1015.25	89	212.1	50	119.16
Marzo	19	45.28	157	374.16	36	85.879	51	121.54
Abril	21	50.04	31	73.87	24	57.19	30	71.49
Mayo	20	47.66	31	73.87	24	57.19	30	71.49
Junio	13	30.98	20	47.66	16	38.14	16	38.14
Julio	11	26.21	15	35.74	12	28.59	9	21.44
Agosto	10	23.38	12	28.59	11	26.21	6	14.29

Tabla 3. 4 Cálculo de velocidades y caudales (perfil 4)

PERFIL 4

Área= 35.95m ²								
Mes	Q Mínimo (m ³ /s)	V Mínimo (cm/s)	Q Máximo (m ³ /s)	V Máximo (cm/s)	Q Media (m ³ /s)	V Media (cm/s)	Q Media Histórica (m ³ /s)	V Media Histórica (cm/s)
Enero	12	33.37	43	119.61	19	52.85	26	73.32
Febrero	14	38.94	426	1184.97	89	247.56	50	139.08
Marzo	19	52.85	157	436.71	36	100.13	51	141.86
Abril	21	58.41	31	86.23	24	66.75	30	83.44
Mayo	20	55.63	31	86.3	24	66.75	30	83.44
Junio	13	36.16	20	55.63	16	44.50	16	44.50
Julio	11	30.59	15	41.72	12	33.37	9	25.03
Agosto	10	27.81	12	33.37	11	30.59	6	16.68

Tabla 3. 5 Cálculo de velocidades y caudales (perfil 5)

PERFIL 5

Área= 56.13m ²								
Mes	Q Mínimo (m ³ /s)	V Mínimo (cm/s)	Q Máximo (m ³ /s)	V Máximo (cm/s)	Q Media (m ³ /s)	V Media (cm/s)	Q Media Histórica (m ³ /s)	V Media Histórica (cm/s)
Enero	12	21.37	43	76.69	19	33.84	26	46.32
Febrero	14	24.94	426	758.95	89	158.64	50	89.07
Marzo	19	33.84	157	279.70	36	64.13	51	94.21
Abril	21	37.41	31	55.22	24	42.75	30	53.44
Mayo	20	35.63	31	55.22	24	42.75	30	53.44
Junio	13	23.16	20	35.63	16	28.50	16	28.50
Julio	11	19.59	15	26.69	12	21.37	9	16.03
Agosto	10	17.81	12	21.37	11	19.59	6	10.68

Tabla 3. 6 Cálculo de velocidades y caudales (perfil 6)

PERFIL 6

Área= 53.75m ²								
Mes	Q Mínimo (m ³ /s)	V Mínimo (cm/s)	Q Máximo (m ³ /s)	V Máximo (cm/s)	Q Media (m ³ /s)	V Media (cm/s)	Q Media Histórica (m ³ /s)	V Media Histórica (cm/s)
Enero	12	22.32	43	80	19	43042	26	59.42
Febrero	14	26.19	426	792.55	89	165058	50	93.02
Marzo	19	35.34	157	292.09	36	66.97	51	94.88
Abril	21	39.20	31	57.75	24	44.65	30	55.81
Mayo	20	37.20	31	57.60	24	44.65	30	55.81
Junio	13	24.18	20	37.20	16	29.76	16	29.76
Julio	11	20.46	15	27.90	12	22.32	9	16.74
Agosto	10	18.69	12	22.32	11	20.46	6	11.16

Tabla 3. 7 Cálculo de velocidades y caudales (perfil 7)

PERFIL 7

Área= 103.25m ²								
Mes	Q Mínimo (m ³ /s)	V Mínimo (cm/s)	Q Máximo (m ³ /s)	V Máximo (cm/s)	Q Media (m ³ /s)	V Media (cm/s)	Q Media Histórica (m ³ /s)	V Media Histórica (cm/s)
Enero	12	11.62	43	41.62	19	18.4	26	25.18
Febrero	14	13.55	426	412.59	89	86.19	50	48.42
Marzo	19	18.40	157	152.05	36	34.86	51	49.39
Abril	21	20.33	31	30.03	24	23.24	30	29.05
Mayo	20	19.37	31	30.03	24	23.24	30	29.05
Junio	13	12.59	20	19.37	16	15.49	16	15.49
Julio	11	10.65	15	14.52	12	11.62	9	8.716
Agosto	10	9068	12	11.62	11	10.65	6	5.81

Tabla 3. 8 Cálculo de velocidades y caudales (perfil 8)

PERFIL 8

Área= 104.23m ²								
Mes	Q Mínimo (m ³ /s)	V Mínimo (cm/s)	Q Máximo (m ³ /s)	V Máximo (cm/s)	Q Media (m ³ /s)	V Media (cm/s)	Q Media Histórica (m ³ /s)	V Media Histórica (cm/s)
Enero	12	11.51	43	41.25	19	18.22	26	25.94
Febrero	14	13.43	426	408.71	89	85.23	50	47.97
Marzo	19	18.22	157	150.62	36	34.52	51	48.93
Abril	21	20.14	31	29.74	24	23.02	30	28.78
Mayo	20	19.18	31	29.74	24	23.02	30	28.78
Junio	13	12.47	20	19.18	16	15.35	16	15.35
Julio	11	10.55	15	14.39	12	11.51	9	8.63
Agosto	10	9.59	12	11.51	11	10.55	6	5.75

Tabla 3. 9 Cálculo de velocidades y caudales (perfil 9)

PERFIL 9

Área= 27.12m ²								
Mes	Q Mínimo (m ³ /s)	V Mínimo (cm/s)	Q Máximo (m ³ /s)	V Máximo (cm/s)	Q Media (m ³ /s)	V Media (cm/s)	Q Media Histórica (m ³ /s)	V Media Histórica (cm/s)
Enero	12	44.24	43	158.49	19	70.058	26	95.87
Febrero	14	51.62	426	907.07	89	328.17	50	184.36
Marzo	19	70.058	157	289.06	36	132.74	51	188.053
Abril	21	77.34	31	114.34	24	88.49	30	110.61
Mayo	20	73.74	31	114.3	24	88.49	30	110.61
Junio	13	47.93	20	73.74	16	58.99	16	58.99
Julio	11	40.56	15	55.30	12	44.24	9	33.18
Agosto	10	36.87	12	44.24	11	40.56	6	22.12

Tabla 3. 10 Cálculo de velocidades y caudales (perfil 10)

PERFIL 10

Área= 53.68m ²								
Mes	Q Mínimo (m ³ /s)	V Mínimo (cm/s)	Q Máximo (m ³ /s)	V Máximo (cm/s)	Q Media (m ³ /s)	V Media (cm/s)	Q Media Histórica (m ³ /s)	V Media Histórica (cm/s)
Enero	12	22.53	43	78.24	19	35.39	26	48.43
Febrero	14	26.08	426	793.59	89	165.79	50	93.14
Marzo	19	35.39	157	292.47	36	67.06	51	95.02
Abril	21	39.12	31	57.74	24	44.70	30	55.88
Mayo	20	37.35	31	57.74	24	44.70	30	55.88
Junio	13	24.21	20	37.25	16	29.80	16	29.80
Julio	11	20.49	15	27.94	12	22.35	9	16.76
Agosto	10	18.62	12	22.33	11	20.49	6	11.17

3.2.1 Cálculo de volúmenes.

Obtenidas las áreas de cada perfil, en el tramo de un kilómetro, con distancias de 100 metros se puede obtener los volúmenes en cada uno de ellos. (tabla 3.11)

Volúmenes : Área * Distancia

Tabla 3. 11 Volumen de Cada uno de los perfiles

PERFIL	VOLUMEN
1	5564.90 m ³
2	5814.69 m ³
3	4613.5 m ³
4	4079.24 m ³
5	6511.84 m ³
6	6530.75 m ³
7	12699.75 m ³
8	5362.28 m ³
9	3422.16 m ³
10	5872.29 m ³

3.3 Diagrama de Hjulstrom

Las velocidades del caudal encontradas inciden de una manera fuerte en la erosión hídrica, sabiendo que la velocidad para desprender y transportar una partícula de suelo está en función del área.

El diagrama de Hjulstrom en el cual indica la velocidad mínima para desprender transportar o depositar partículas del suelo, según el área, para flujos de agua en los diferentes meses de cada año.

Los factores que afectan la erosión y la sedimentación están en función del tipo de erosión en cuestión.

La velocidad que se utilizó para el cálculo del tamaño de partículas es la velocidad media histórica ya que esta velocidad indica un promedio de cada una de ellas.

A continuación, se presenta el diagrama utilizado en el análisis del año 2018 con los diez perfiles que se realizó en el sector de Monserrat. (figura 3.12)

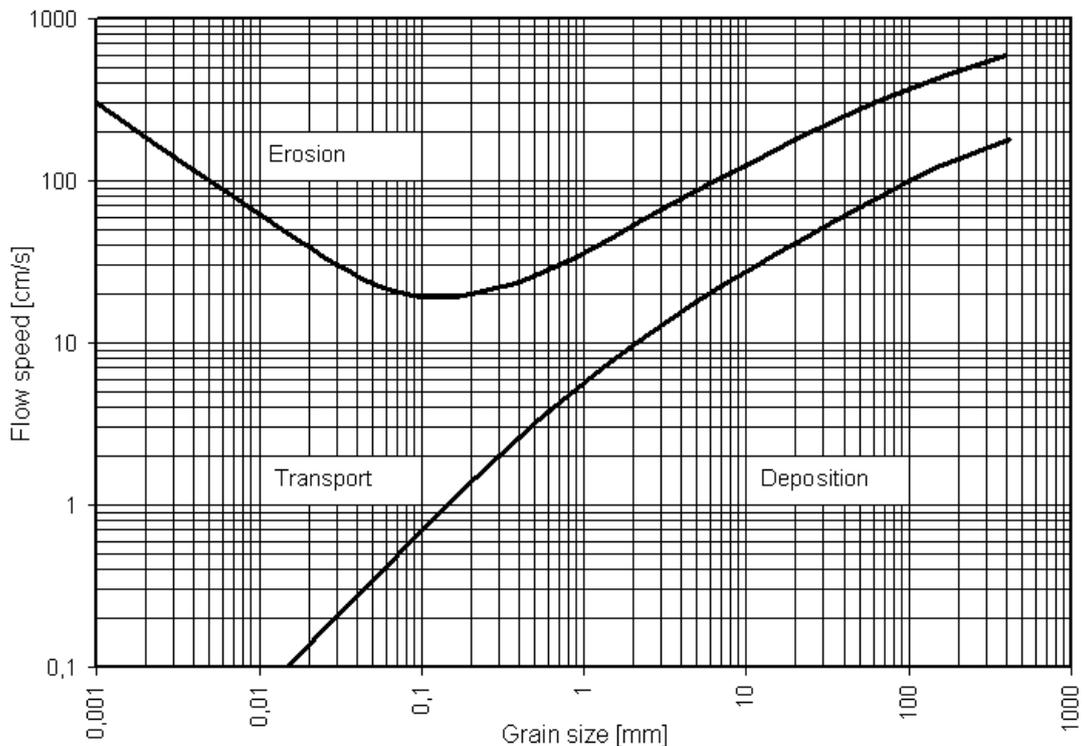


Figura 3. 12 Diagrama de Hjulstrom
Fuente: (Daniel Brea, 2010)

En la figura 3.13 este perfil indica cómo está compuesto a manera de muestra, que en general los comportamientos de todos los perfiles son similares, en donde se indica básicamente que los meses de junio-julio-agosto son los de menos velocidad, por lo tanto, los materiales que más se transportan son menores. Este es un ejemplo para grava gruesa, en este mismo perfil granulometrías menores como arenas finas entran en la

zona de transporte, especialmente en los meses de enero-febrero-marzo en donde las velocidades aumentan.

Adicionalmente vale mencionar que en lluvias excepcionales como por ejemplo cuando hay la ocurrencia del fenómeno del niño prácticamente todos los materiales entran en erosión

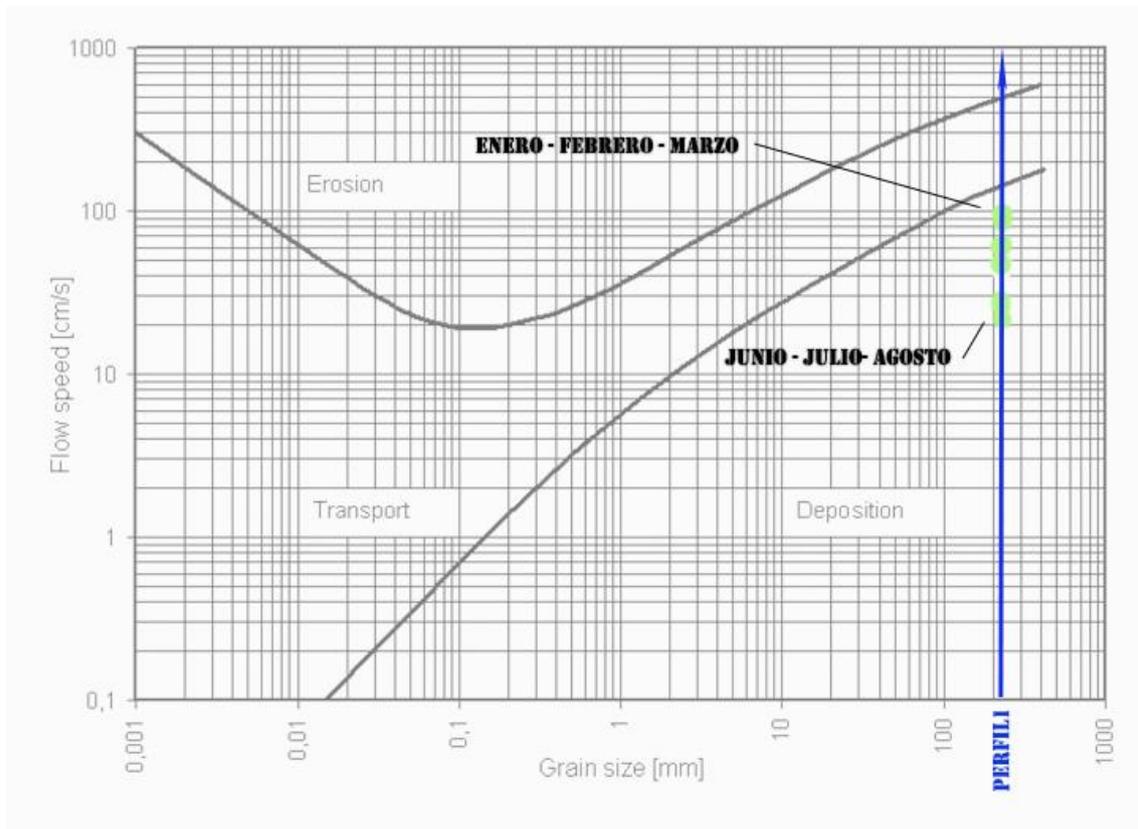


Figura 3. 13 Diagrama de Hjulstrom (ejemplo)

Según las velocidades y caudales se puede apreciar, el tamaño de partículas que se depositan, cabe recalcar que los puntos señalados están en función de cada perfil estudiado en cada tramo. (figura 3.14)

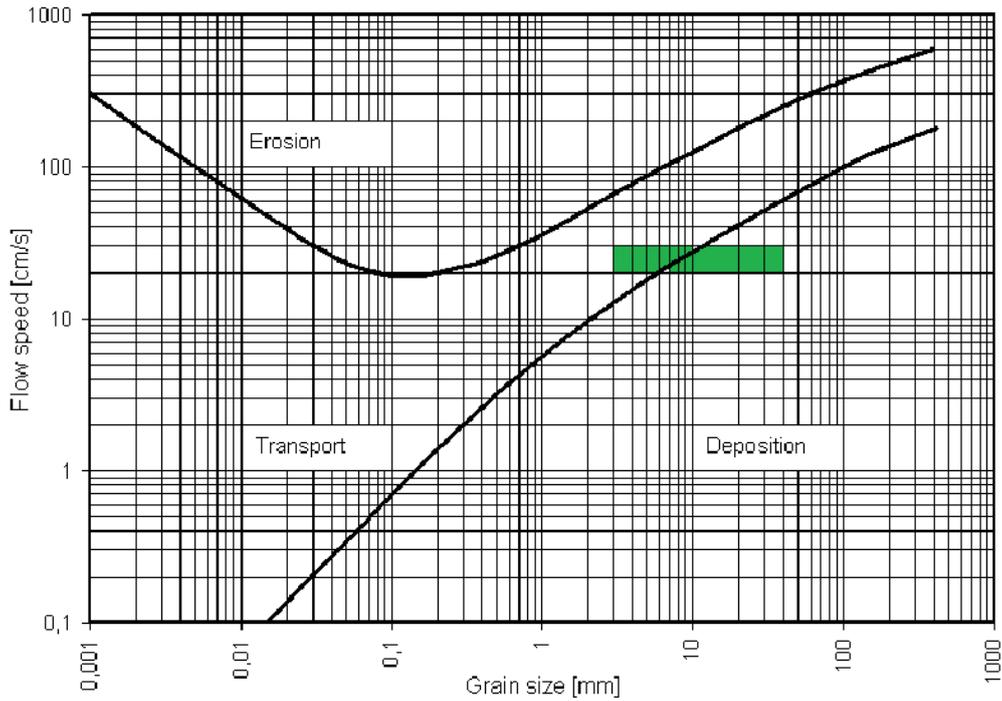


Figura 3. 14 Diagrama de hjulstrom (Perfiles)

Una vez realizado el análisis en el diagrama de Hjulstrom en cada perfil, en el tramo de un kilómetro de la zona estudiada, se procede a ejecutar una comparación con los diferentes meses del año; donde se puede observar el tamaño de las partículas que se depositan y transportan en cada mes. (figura 3.15)

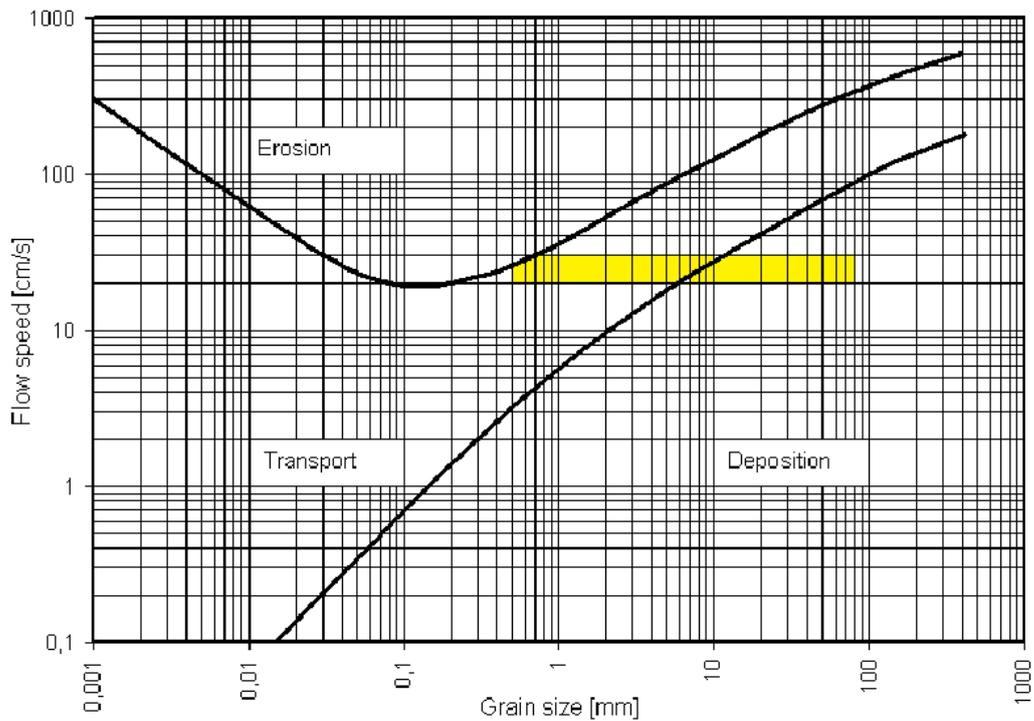


Figura 3. 15 Diagrama de hjulstrom (Meses Analizados)

3.4 Interpretación de resultados

Luego de haber realizado los cálculos necesarios con el diagrama de Hjulstrom se puede observar los diferentes materiales que se depositan, transportan y erosionan en los meses de enero a agosto del año 2018 y poder clasificarlos dependiendo de su tamaño.

Las siguientes tablas presentan el tamaño de las partículas que se van depositando en los diferentes meses en los que se realizó el análisis:

Tabla 3. 11 Tamaño de Partículas (Enero)

ENERO			
PERFIL	DEPOSITACIÓN	TRANSPORTE	EROSIÓN
1	0.016-23mm	0.8-1.8mm	-
2	0.016-34mm	0.75-1.7mm	-
3	0.016-33mm	0.012-2.8mm	-
4	0.016-59mm	0.008-3.8mm	-
5	0.016-26mm	0.017-1.7mm	-
6	0.016-39mm	0.012-1.6mm	-
7	0.016-8.2mm	0.049-0.43mm	-
8	0.016-8.5mm	0.047-0.46mm	-
9	0.016-89mm	0.0053-6.1mm	-
10	0.016-27mm	0.0175-1.76mm	-

Tabla 3. 12 Tamaño de Partículas (Febrero)

FEBRERO			
PERFIL	DEPOSITACIÓN	TRANSPORTE	EROSIÓN
1	0.016-94mm	0.0058-5.9mm	-
2	0.016-98mm	0.0053-6.2mm	-
3	0.016-135mm	0.0042-8.3mm	-
4	0.016-190mm	0.0036-11mm	-
5	0.016-89mm	0.0068- 5 mm	-
6	0.016-89mm	0.0056-5.8mm	-
7	0.016-27mm	0.017-1.7mm	-
8	0.016-28mm	0.0165-1.78mm	-
9	0.016-360mm	0.0023-19mm	-
10	0.016-91mm	0.0058-5.9mm	-

Tabla 3. 13 Tamaño de Partículas (Marzo)

MARZO			
PERFIL	DEPOSITACIÓN	TRANSPORTE	EROSIÓN
1	0.016-91mm	0.0058-5.8mm	-
2	0.016-92mm	0.057-5.7mm	-
3	0.016-153mm	0.0038-9.05mm	-
4	0.016-200mm	0.0021-13mm	-
5	0.016-90mm	0.0056-5.6mm	-
6	0.016-92mm	0.0057-5.7mm	-
7	0.016-28mm	0.016-1.85mm	-
8	0.016-29mm	0.016-1.85mm	-
9	0.016-320mm	0.014-18mm	-
10	0.016-91mm	0.0058-5.6mm	-

Tabla 3. 14 Tamaño de Partículas (Abril)

ABRIL			
PERFIL	DEPOSITACIÓN	TRANSPORTE	EROSIÓN
1	0.016-34mm	0.012-2.1mm	-
2	0.016-33mm	0.013-2.2mm	-
3	0.016-58mm	0.0079-3.7mm	-
4	0.016-71mm	0.0051-5.1mm	-
5	0.016-33mm	0.013-2.2mm	-
6	0.016-32mm	0.012-2.1mm	-
7	0.016-10.1mm	0.039-0.61mm	-
8	0.016-10.25mm	0.04-0.63mm	-
9	0.016-132mm	0.0045-7.8mm	-
10	0.016-33mm	0.013-2.2mm	-

Tabla 3. 15 Tamaño de Partículas (Mayo)

MAYO			
PERFIL	DEPOSITACIÓN	TRANSPORTE	EROSIÓN
1	0.016-33mm	0.013-2.2mm	-
2	0.016-32mm	0.014-2.3mm	-
3	0.016-52mm	0.083-3.7mm	-
4	0.016-71mm	0.0051-5.1mm	-
5	0.016-32mm	0.014-2.3mm	-
6	0.016-32mm	0.014-2.3mm	-
7	0.016-10.5mm	0.04-0.64mm	-
8	0.016-10.1mm	0.04-0.62mm	-
9	0.016-132mm	0.0045-7.8mm	-
10	0.016-33mm	0.014-2.35mm	-

Tabla 3. 16 Tamaño de Partículas (Junio)

JUNIO			
PERFIL	DEPOSITACIÓN	TRANSPORTE	EROSIÓN
1	0.016-10.9mm	0.04-0.66mm	-
2	0.016-10.6mm	0.04-0.63mm	-
3	0.016-18mm	0.022-1.1mm	-
4	0.016-25mm	0.016-1.6mm	-
5	0.016-10.1mm	0.04-0.61mm	-
6	0.016-19mm	0.02-1.2mm	-
7	0.016-4mm	-	-
8	0.016-3.9mm	-	-
9	0.016-33mm	0.014-2.35mm	-
10	0.016-18.5mm	0.02-1.17mm	-

Tabla 3. 17 Tamaño de Partículas (Julio)

JULIO			
PERFIL	DEPOSITACIÓN	TRANSPORTE	EROSIÓN
1	0.016-4.1mm	-	-
2	0.016-4mm	-	-
3	0.016-6.4mm	0.071-0.25mm	-
4	0.016-9.5mm	0.039-0.51mm	-
5	0.016-3.8mm	-	-
6	0.016-3.95mm	-	-
7	0.016-1.8mm	-	-
8	0.016-1.78mm	-	-
9	0.016-14mm	0.028-0.89mm	-
10	0.016-3.8mm	-	-

Tabla 3. 18 Tamaño de Partículas (Agosto)

AGOSTO			
PERFIL	DEPOSITACIÓN	TRANSPORTE	EROSIÓN
1	0.016-2.3mm	-	-
2	0.016-2.1mm	-	-
3	0.016-3.3mm	-	-
4	0.016-3.65mm	-	-
5	0.016-2.16mm	-	-
6	0.016-2.2mm	-	-
7	0.016-1mm	-	-
8	0.016-0.98mm	-	-
9	0.016-7.8mm	0.051-0.38mm	-
10	0.016-2.1mm	-	-

De acuerdo a los perfiles establecidos se puede interpretar que los materiales que se depositan en cada mes del año van a ser más grandes que los de transporte y erosión por

lo que se estableció la siguiente relación en el tamaño de partículas de materiales pétreos (tablas 3.19-3.26)

Tabla 3. 19 Partículas que se Depositán (Enero)

ENERO	
PERFIL	DEPOSITACIÓN (mm)
1	1.8-23mm
2	1.7-34mm
3	2.8-33mm
4	3.8-59mm
5	1.7-26mm
6	1.6-39mm
7	0.43-8.2mm
8	0.46-8.5mm
9	6.1-89mm
10	1.76-27mm

Tabla 3. 20 Partículas que se Depositán (Febrero)

FEBRERO	
PERFIL	DEPOSITACIÓN (mm)
1	5.9-94
2	6.2-98
3	8.3-135
4	11-190
5	5-89
6	5.8-89
7	1.7-27
8	1.786-28
9	19-360
10	5.9-91

Tabla 3. 21 Partículas que se Depositán (Marzo)

MARZO	
PERFIL	DEPOSITACIÓN (mm)
1	5.8-91
2	5.7-92
3	9.05-153
4	13-200
5	5.6-90
6	5.7-92
7	1.85-28
8	1.85-29
9	18-320
10	5.6-91

Tabla 3. 22 Partículas que se Depositán (Abril)

ABRIL	
PERFIL	DEPOSITACIÓN (mm)
1	2.1-34
2	2.2-33
3	3.7-58
4	5.1-71
5	2.2-33
6	2.1-32
7	0.63-10.1
8	0.63-10.25
9	7.8-132
10	2.2-33

Tabla 3. 23 Partículas que se Depositán (Mayo)

MAYO	
PERFIL	DEPOSITACIÓN (mm)
1	2.2-33
2	2.3-32
3	3.7-52
4	5.1-71
5	2.3-32
6	2.3-32
7	0.6-10.5
8	0.016-10.1
9	7.8-132
10	2.35-33

Tabla 3. 24 Partículas que se Depositán (Junio)

JUNIO	
PERFIL	DEPOSITACIÓN (mm)
1	0.66-10.9
2	0.63-10.6
3	1.1-18
4	1.6-25
5	0.61-10.1
6	1.2-19
7	0.016-4
8	0.016-3.9
9	2.35-33
10	1.17-18.5

Tabla 3. 25 Partículas que se Depositán (Julio)

JULIO	
PERFIL	DEPOSITACIÓN (mm)
1	0.016-4.1
2	0.016-4
3	0.25-6.4
4	0.51-9.5
5	0.016-3.8
6	0.016-3.95
7	0.016-1.8
8	0.016-1.78
9	0.89-14
10	0.016-3.8

Tabla 3. 26 Partículas que se Depositán (Agosto)

AGOSTO	
PERFIL	DEPOSITACIÓN (mm)
1	0.016-2.3
2	0.016-2.1
3	0.016-3.3
4	0.016-3.65
5	0.016-2.16
6	0.016-2.2
7	0.016-1
8	0.016-0.98
9	0.38-7.8
10	0.016-2.1

Una vez interpretado el tamaño de materiales que se van a depositar en cada uno de los perfiles de cada mes del año, se realiza una clasificación en cada perfil el tipo de material que se va quedando en cada uno de los meses.

En la minería a cielo abierto, los materiales áridos que existen en cada río se clasifican por tamaño y pueden ser arena fina, arena media, arena gruesa, piñoncillo, garbancillo, almendrilla, gravilla, grava mediana, grava gruesa.

- Arena fina son granos que pasan por un tamiz de 1.25mm de diámetro, a su vez retenidos por otro de 0.60mm.
- Arena media son granos que pasan por un tamiz de 2.5 mm de diámetro, retenidos por otro de 1.25 mm.
- Arena gruesa son partículas que pasan por un tamiz de 5 mm de diámetro y son retenidos por otros de 2.5 mm
- Piñoncillo es una mezcla de grava o gravilla con arena y posee dimensiones de 5 a 10 mm. Utilizado también tanto para la construcción como para la decoración.
- Garbancillo es un árido lavado de río, en el cual presenta algunas tonalidades entre gris y marrón. Tiene dimensiones que varían entre los 10 a 20 mm.
- Almendrilla es un árido lavado del río, tiene dimensiones que van desde los 20 a 40 mm.
- Gravilla es muy frecuente en el sector de la construcción, son granos superiores a los 5 mm. Tiene dimensiones que van desde los 40 mm a 80 mm.
- Grava mediana tienen dimensiones que van desde los 80 a 160 mm.
- Grava gruesa son los materiales más grandes que se encuentran en la clasificación de los materiales áridos, tienen dimensiones que van desde los 160 a 360 mm

En cada perfil se detalla el tipo de material que se deposita en los diferentes meses del año, esto se puede observar en las tablas 3.27-3.36.

Tabla 3. 27 Clasificación de Materiales (Perfil 1)

PERFIL 1										
MES	DEPOSITACION	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	PIÑONCILLO	GARVANCILLO	ALMENDRILLA	GRAVILLA	GRAVA MEDIANA	GRAVA GRUESA
	(mm)	(0.63-1.25mm)	(1.25-2.5mm)	(2.5-5mm)	(5-10mm)	(10-20mm)	(20-40mm)	(40-80mm)	(80-160mm)	(160-320mm)
ENERO	(1.8-23mm)	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-
FEBRERO	(5.9-94mm)	-	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-
MARZO	(5.8-91mm)	-	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-
ABRIL	(2.1-34mm)	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-
MAYO	(2.2-33mm)	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-
JUNIO	(0.66-10.9mm)	-	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-
JULIO	(0.016-4.1mm)	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-
AGOSTO	(0.016-2.3mm)	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-

Tabla 3. 28 Clasificación de Materiales (Perfil 2)

PERFIL 2										
MES	DEPOSITACION	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	PIÑONCILLO	GARVANCILLO	ALMENDRILLA	GRAVILLA	GRAVA MEDIANA	GRAVA GRUESA
	(mm)	(0.63-1.25mm)	(1.25-2.5mm)	(2.5-5mm)	(5-10mm)	(10-20mm)	(20-40mm)	(40-80mm)	(80-160mm)	(160-320mm)
ENERO	(1.7-34mm)	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-
FEBRERO	(6.2-98mm)	-	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-
MARZO	(5.7-92mm)	-	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-
ABRIL	(2.2-33mm)	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-
MAYO	(2.3-32mm)	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-
JUNIO	(0.63-10.6mm)	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-
JULIO	(0.016-4mm)	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-
AGOSTO	(0.016-2.1mm)	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 3. 29 Clasificación de Materiales (Perfil 3)

PERFIL 3										
MES	DEPOSITACION	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	PIÑONCILLO	GARVANCILLO	ALMENDRILLA	GRAVILLA	GRAVA MEDIANA	GRAVA GRUESA
	(mm)	(0.63-1.25mm)	(1.25-2.5mm)	(2.5-5mm)	(5-10mm)	(10-20mm)	(20-40mm)	(40-80mm)	(80-160mm)	(160-320mm)
ENERO	(2.8-33mm)	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-
FEBRERO	(8.3-135mm)	-	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-
MARZO	(9.05-153mm)	-	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-
ABRIL	(3.7-58mm)	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-
MAYO	(3.7-52mm)	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-
JUNIO	(1.1-18mm)	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-
JULIO	(0.25-6.4mm)	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-
AGOSTO	(0.016-3.3mm)	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-

Tabla 3. 30 Clasificación de Materiales (Perfil 4)

PERFIL 4										
MES	DEPOSITACION	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	PIÑONCILLO	GARVANCILLO	ALMENDRILLA	GRAVILLA	GRAVA MEDIANA	GRAVA GRUESA
	(mm)	(0.63-1.25mm)	(1.25-2.5mm)	(2.5-5mm)	(5-10mm)	(10-20mm)	(20-40mm)	(40-80mm)	(80-160mm)	(160-320mm)
ENERO	(2.8-33mm)	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-
FEBRERO	(11-190mm)	-	-	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene
MARZO	(13-200mm)	-	-	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene
ABRIL	(5.1-71mm)	-	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-
MAYO	(5.1-71mm)	-	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-
JUNIO	(1.6-25mm)	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-
JULIO	(0.51-9.5mm)	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-
AGOSTO	(0.016-3.65mm)	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-

Tabla 3. 31 Clasificación de Materiales (Perfil 5)

PERFIL 5										
MES	DEPOSITACION	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	PIÑONCILLO	GARVANCILLO	ALMENDRILLA	GRAVILLA	GRAVA MEDIANA	GRAVA GRUESA
	(mm)	(0.63-1.25mm)	(1.25-2.5mm)	(2.5-5mm)	(5-10mm)	(10-20mm)	(20-40mm)	(40-80mm)	(80-160mm)	(160-320mm)
ENERO	(1.7-26mm)	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-
FEBRERO	(5-89mm)	-	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-
MARZO	(5.6-90mm)	-	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-
ABRIL	(2.2-33mm)	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-
MAYO	(2.3-32mm)	-	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-
JUNIO	(0.61-10.1mm)	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene				
JULIO	(0.016-3.8mm)	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-
AGOSTO	(0.016-2.16mm)	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 3. 32 Clasificación de Materiales (Perfil 6)

PERFIL 6										
MES	DEPOSITACION	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	PIÑONCILLO	GARVANCILLO	ALMENDRILLA	GRAVILLA	GRAVA MEDIANA	GRAVA GRUESA
	(mm)	(0.63-1.25mm)	(1.25-2.5mm)	(2.5-5mm)	(5-10mm)	(10-20mm)	(20-40mm)	(40-80mm)	(80-160mm)	(160-320mm)
ENERO	(1.6-39mm)	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-
FEBRERO	(5.8-89mm)	-	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-
MARZO	(5.7-92mm)	-	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-
ABRIL	(2.1-32mm)	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-
MAYO	(2.3-32mm)	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-
JUNIO	(1.2-19mm)	-	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-
JULIO	(0.016-3.95mm)	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-
AGOSTO	(0.016-2.2mm)	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-

Tabla 3. 33 Clasificación de Materiales (Perfil 7)

PERFIL 7										
MES	DEPOSITACION	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	PIÑONCILLO	GARVANCILLO	ALMENDRILLA	GRAVILLA	GRAVA MEDIANA	GRAVA GRUESA
	(mm)	(0.63-1.25mm)	(1.25-2.5mm)	(2.5-5mm)	(5-10mm)	(10-20mm)	(20-40mm)	(40-80mm)	(80-160mm)	(160-320mm)
ENERO	(0.43-8.2mm)	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-
FEBRERO	(1.7-27mm)	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-
MARZO	(1.85-28mm)	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-
ABRIL	(0.63-10.1mm)	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-
MAYO	(0.6-10.5mm)	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-
JUNIO	(0.016-4mm)	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-
JULIO	(0.016-1.8mm)	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-	-
AGOSTO	(0.016-1mm)	contiene	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 3. 34 Clasificación de Materiales (Perfil 8)

PERFIL 8										
MES	DEPOSITACION	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	PIÑONCILLO	GARVANCILLO	ALMENDRILLA	GRAVILLA	GRAVA MEDIANA	GRAVA GRUESA
	(mm)	(0.63-1.25mm)	(1.25-2.5mm)	(2.5-5mm)	(5-10mm)	(10-20mm)	(20-40mm)	(40-80mm)	(80-160mm)	(160-320mm)
ENERO	(0.46-8.5mm)	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-
FEBRERO	(1.786-28mm)	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-
MARZO	(1.85-29mm)	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-
ABRIL	(0.63-10.25mm)	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-
MAYO	(0.016-10.1mm)	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-
JUNIO	(0.016-3.9mm)	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-
JULIO	(0.016-1.78mm)	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-	-
AGOSTO	(0.016-0.98mm)	contiene	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 3. 35 Clasificación de Materiales (Perfil 9)

PERFIL 9										
MES	DEPOSITACION	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	PIÑONCILLO	GARVANCILLO	ALMENDRILLA	GRAVILLA	GRAVA MEDIANA	GRAVA GRUESA
	(mm)	(0.63-1.25mm)	(1.25-2.5mm)	(2.5-5mm)	(5-10mm)	(10-20mm)	(20-40mm)	(40-80mm)	(80-160mm)	(160-320mm)
ENERO	(6.1-89mm)	-	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	
FEBRERO	(19-360mm)	-	-	-		contiene	contiene	contiene	contiene	contiene
MARZO	(18-320mm)	-	-	-		contiene	contiene	contiene	contiene	contiene
ABRIL	(7.8-132mm)	-	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-
MAYO	(7.8-132mm)	-	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-
JUNIO	(2.35-33mm)		contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-
JULIO	(0.89-14mm)	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-
AGOSTO	0.38-7.8mm	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-

Tabla 3. 36 Clasificación de Materiales (Perfil 10)

PERFIL 10										
MES	DEPOSITACION	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	PIÑONCILLO	GARVANCILLO	ALMENDRILLA	GRAVILLA	GRAVA MEDIANA	GRAVA GRUESA
	LIMITES (mm)	(0.63-1.25mm)	(1.25-2.5mm)	(2.5-5mm)	(5-10mm)	(10-20mm)	(20-40mm)	(40-80mm)	(80-160mm)	(160-320mm)
ENERO	(1.76-27mm)	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene			-
FEBRERO	(5.9-91mm)	-	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-
MARZO	(5.6-91mm)	-	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-
ABRIL	(2.2-33mm)	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-
MAYO	(2.35-33mm)	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-
JUNIO	(1.17-18.5mm)	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-
JULIO	(0.016-3.8mm)	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-
AGOSTO	(0.016-2.1mm)	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-	-

3.5 Comparación de materiales pétreos que se depositan en cada mes

En los análisis que se realizarán se puede verificar el tamaño de material que se depositan en cada mes, tanto en la época de invierno como de verano se puede hacer una comparación de cómo va variando dependiendo la época que este.

En las siguientes tablas 3.37-3.44 se puede demostrar en las tablas la variación de materiales que se van depositando en cada mes:

Tabla 3. 37 Comparación de Materiales aluviales (enero)

ENERO										
PERFILES	DEPOSITACION	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	PIÑONCILLO	GARVANCILLO	ALMENDRILLA	GRAVILLA	GRAVA MEDIANA	GRAVA GRUESA
	(mm)	(0.63-1.25mm)	(1.25-2.5mm)	(2.5-5mm)	(5-10mm)	(10-20mm)	(20-40mm)	(40-80mm)	(80-160mm)	(160-320mm)
PERFIL 1	(1.8-23mm)	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-
PERFIL 2	(1.7-34mm)	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-
PERFIL 3	(2.8-33mm)	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-
PERFIL 4	(2.8-33mm)	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-
PERFIL 5	(1.7-26mm)	-	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-
PERFIL 6	(1.6-39mm)	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-
PERFIL 7	(0.43-8.2mm)	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-
PERFIL 8	(0.46-8.5mm)	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-
PERFIL 9	(6.1-89mm)	-	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-
PERFIL 10	(1.76-27mm)	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-

Tabla 3. 38 Comparación de Materiales aluviales (febrero)

FEBRERO										
PERFILES	DEPOSITACION	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	PIÑONCILLO	GARVANCILLO	ALMENDRILLA	GRAVILLA	GRAVA MEDIANA	GRAVA GRUESA
	(mm)	(0.63-1.25mm)	(1.25-2.5mm)	(2.5-5mm)	(5-10mm)	(10-20mm)	(20-40mm)	(40-80mm)	(80-160mm)	(160-320mm)
PERFIL 1	(5.9-94mm)	-	-	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-
PERFIL 2	(6.2-98mm)	-	-	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-
PERFIL 3	(8.3-135mm)	-	-	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	-
PERFIL 4	(11-190mm)	-	-	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene
PERFIL 5	(5-89mm)	-	-	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-
PERFIL 6	(5.8-89mm)	-	-	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-
PERFIL 7	(1.7-27mm)	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-
PERFIL 8	(1.786-28mm)	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-
PERFIL 9	(19-360mm)	-	-	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene
PERFIL 10	(5.9-91mm)	-	-	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-

Tabla 3. 39 Comparación de Materiales aluviales (marzo)

MARZO										
PERFILES	DEPOSITACION	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	PIÑONCILLO	GARVANCILLO	ALMENDRILLA	GRAVILLA	GRAVA MEDIANA	GRAVA GRUESA
	(mm)	(0.63-1.25mm)	(1.25-2.5mm)	(2.5-5mm)	(5-10mm)	(10-20mm)	(20-40mm)	(40-80mm)	(80-160mm)	(160-320mm)
PERFIL 1	5.8-91mm	-	-	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-
PERFIL 2	5.7-92mm	-	-	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-
PERFIL 3	9.05-153mm	-	-	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	-
PERFIL 4	13-200mm	-	-	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene
PERFIL 5	5.6-90mm	-	-	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-
PERFIL 6	5.7-92mm	-	-	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-
PERFIL 7	1.85-28mm	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-
PERFIL 8	1.85-29mm	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-
PERFIL 9	18-320mm	-	-	-	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene
PERFIL 10	5.6-91mm	-	-	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-

Tabla 3. 40 Comparación de Materiales aluviales (abril)

ABRIL										
PERFILES	DEPOSITACION	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	PIÑONCILLO	GARVANCILLO	ALMENDRILLA	GRAVILLA	GRAVA MEDIANA	GRAVA GRUESA
	(mm)	(0.63-1.25mm)	(1.25-2.5mm)	(2.5-5mm)	(5-10mm)	(10-20mm)	(20-40mm)	(40-80mm)	(80-160mm)	(160-320mm)
PERFIL 1	2.1-34mm	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-
PERFIL 2	2.2-33mm	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-
PERFIL 3	3.7-58mm	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-
PERFIL 4	5.1-71mm	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-
PERFIL 5	2.2-33mm	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-
PERFIL 6	2.1-32mm	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-
PERFIL 7	0.63-10.1mm	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-
PERFIL 8	0.63-10.25mm	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-
PERFIL 9	7.8-132mm	-	-	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	-
PERFIL 10	2.2-33mm	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-

Tabla 3. 41 Comparación de Materiales aluviales (mayo)

MAYO										
PERFILES	DEPOSITACION	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	PIÑONCILLO	GARVANCILLO	ALMENDRILLA	GRAVILLA	GRAVA MEDIANA	GRAVA GRUESA
	(mm)	(0.63-1.25mm)	(1.25-2.5mm)	(2.5-5mm)	(5-10mm)	(10-20mm)	(20-40mm)	(40-80mm)	(80-160mm)	(160-320mm)
PERFIL 1	2.2-33mm	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-
PERFIL 2	2.3-32mm	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-
PERFIL 3	3.7-52mm	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-
PERFIL 4	5.1-71mm	-	-	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-
PERFIL 5	2.3-32mm	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-
PERFIL 6	2.3-32mm	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-
PERFIL 7	0.6-10.5mm	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-
PERFIL 8	0.016-10.1mm	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-
PERFIL 9	7.8-132mm	-	-	-	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	-
PERFIL 10	2.35-33mm	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-

Tabla 3. 42 Comparación de Materiales aluviales (junio)

JUNIO										
PERFILES	DEPOSITACION	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	PIÑONCILLO	GARVANCILLO	ALMENDRILLA	GRAVILLA	GRAVA MEDIANA	GRAVA GRUESA
	(mm)	(0.63-1.25mm)	(1.25-2.5mm)	(2.5-5mm)	(5-10mm)	(10-20mm)	(20-40mm)	(40-80mm)	(80-160mm)	(160-320mm)
PERFIL 1	0.66-10.9mm	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-
PERFIL 2	0.63-10.6mm	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-
PERFIL 3	1.1-18mm	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-
PERFIL 4	1.6-25mm	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-
PERFIL 5	0.61-10.1mm	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-
PERFIL 6	1.2-19mm	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-
PERFIL 7	0.016-4mm	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-
PERFIL 8	0.016-3.9mm	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-
PERFIL 9	2.35-33mm	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-
PERFIL 10	1.17-18.5mm	-	-	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-

Tabla 3. 43 Comparación de Materiales aluviales (julio)

JULIO										
PERFILES	DEPOSITACION	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	PIÑONCILLO	GARVANCILLO	ALMENDRILLA	GRAVILLA	GRAVA MEDIANA	GRAVA GRUESA
	(mm)	(0.63-1.25mm)	(1.25-2.5mm)	(2.5-5mm)	(5-10mm)	(10-20mm)	(20-40mm)	(40-80mm)	(80-160mm)	(160-320mm)
PERFIL 1	0.016-4.1mm	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-
PERFIL 2	0.016-4mm	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-
PERFIL 3	0.25-6.4mm	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-
PERFIL 4	0.51-9.5mm	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-
PERFIL 5	0.016-3.8mm	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-
PERFIL 6	0.016-3.95mm	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-
PERFIL 7	0.016-1.8mm	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-	-
PERFIL 8	0.016-1.78mm	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-	-
PERFIL 9	0.89-14mm	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-
PERFIL 10	0.016-3.8mm	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-

Tabla 3. 44 Comparación de Materiales aluviales (agosto)

AGOSTO 2018										
PERFILES	DEPOSITACION	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	PIÑONCILLO	GARVANCILLO	ALMENDRILLA	GRAVILA	GRAVA MEDIANA	GRAVA GRUESA
	(mm)	(0.63-1.25mm)	(1.25-2.5mm)	(2.5-5mm)	(5-10mm)	(10-20mm)	(20-40mm)	(40-80mm)	(80-160mm)	(160-320mm)
PERFIL 1	0.016-2.3mm	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-	-
PERFIL 2	0.016-2.1mm	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-	-
PERFIL 3	0.016-3.3mm	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-	-
PERFIL 4	0.016-3.65mm	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-	-
PERFIL 5	0.016-2.16mm	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-	-
PERFIL 6	0.016-2.2mm	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-	-
PERFIL 7	0.016-1mm	contiene	-	-	-	-	-	-	-	-
PERFIL 8	0.016-0.98mm	contiene	-	-	-	-	-	-	-	-
PERFIL 9	0.38-7.8mm	contiene	contiene	contiene	contiene	-	-	-	-	-
PERFIL 10	0.016-2.1mm	contiene	contiene	-	-	-	-	-	-	-

En la figura 3.16 se puede observar que la identificación de potenciales sitios de extracción de materiales pétreos en el Sector de Monserrtat en el río Bulubulu corresponden a los perfiles 6 y 7, dado que estos poseen un mayor volumen y depositan la mayor cantidad de materiales pétreos como arena gruesa (2.5-5mm) hasta gravilla (40-80mm).

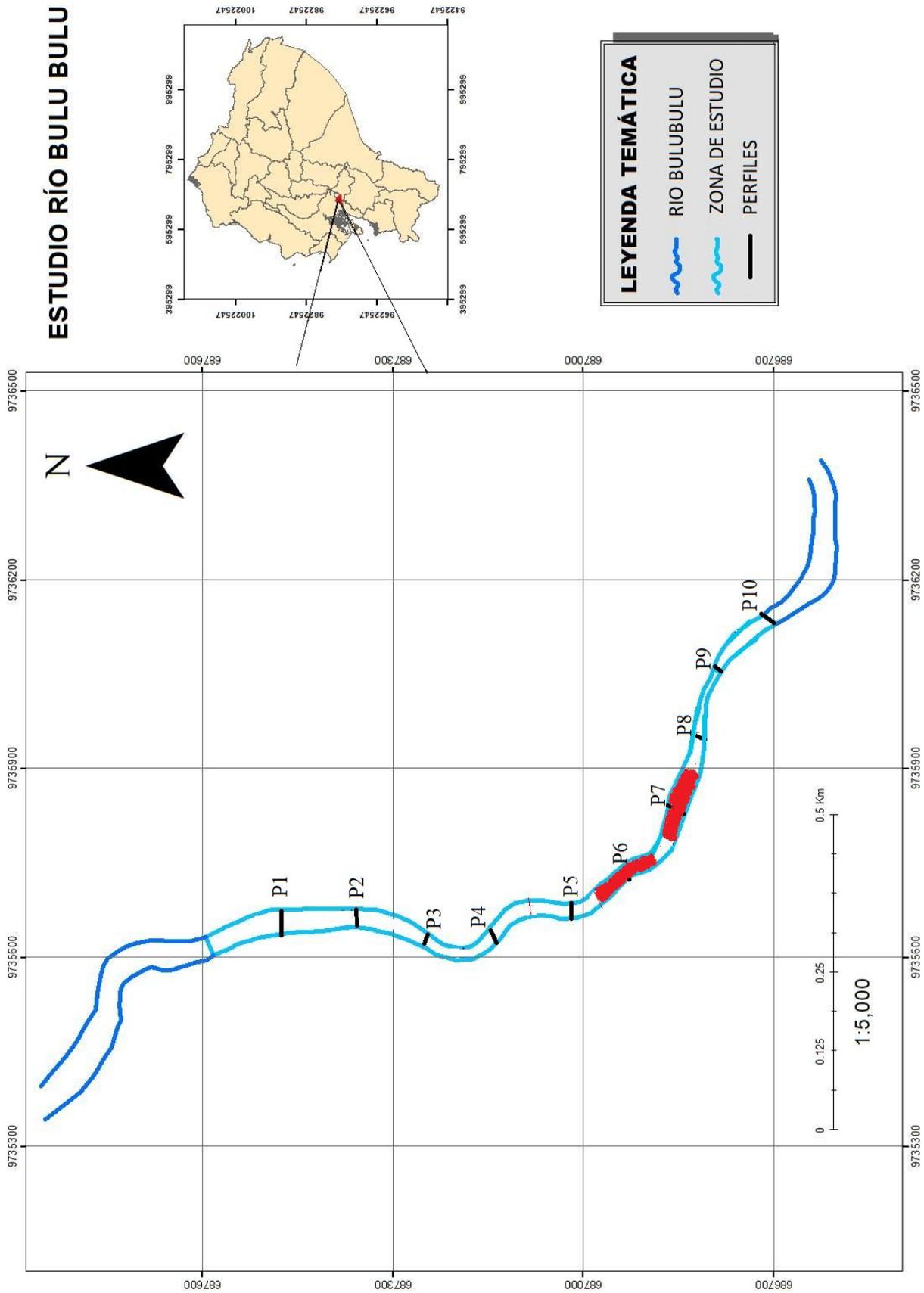


Figura 3. 16 Identificación de potenciales sitios de extracción de materiales pétreos

CONCLUSIONES

Una vez finalizado el análisis se concluye lo siguiente :

- Los objetivos planteados para este trabajo fueron alcanzados, encontrándose en general que la dinámica presente en la zona de estudio corresponde a transporte y sedimentación, la misma es función de la velocidad del agua y el tamaño de los fragmentos analizados.
- Mediante los perfiles levantados y el análisis hidráulico e hidrológico realizado, ha sido posible establecer los volúmenes de material depositados que podrían ser explotados.
- Para poder tener los caudales de cada mes se logró conseguir la información necesaria del INAMHI, en donde la zona de estudio pertenece a una de las estaciones hidrológicas del Ecuador (Payo-Bulubulu) y existen todos los estudios del área en general.
- A partir de los caudales y áreas de cada uno de los perfiles se pudo encontrar las velocidades mínima, máxima, media y media histórica de todos los perfiles, donde se tomó en cuenta la velocidad mínima histórica, en la que representa un promedio de las velocidades encontradas, para realizar el análisis en el diagrama de Hjulstrom y poder determinar los materiales que se depositan, transportan y erosionan.
- En el diagrama de Hjulstrom se presenta en el eje de las ordenadas la velocidad de cada caudal y en el eje de las abscisas el tamaño de las partículas, por ende se puede concluir el tipo de sedimentos que se depositan y erosionan en cada mes.
- Se estima que las reservas probables son diferentes, dado que las condiciones de arrastre no son homogéneas en el tiempo, tipo y cantidad de material; mucho depende de la corriente que arrastra el sedimento.
- A partir del valor conocido de los caudales encontrados en cada uno de los perfiles de la época de enero – agosto, se procedió a determinar el tipo de material que se deposita en la época antes descrita como arena fina, arena media, arena gruesa, piñoncillo, garbancillo, almendrilla, gravilla, grava media y grava gruesa.

- Se puede observar claramente que los materiales petreos que se depositan en la época de invierno son más grandes, teniendo materiales de hasta 320 mm, perteneciendo a gravas gruesas y en la época de verano partículas muy pequeñas hasta los 10 mm que pertenece a los denominados garbancillos.
- Como bien se conoce, en la época de invierno el volumen de los sedimentos así como el nivel freático es mayor, como consecuencia del incremento en el caudal, por tanto se produce una mayor acumulación del material.

Recomendaciones:

- Al momento de realizar la toma de puntos se debe tener en cuenta que los equipos se encuentren bien calibrados y asegurar que el GPS esté con las medidas correctas para poder evitar cualquier margen de error.
- Al momento que se va a analizar el tamaño de partículas que se encuentren en el río Bulubulu, cada perfil que se realiza deberá hacerse con un color diferente en cada uno, ya que se puede diferenciar el material que se deposita en cada uno de ellos.
- Se recomienda tener precauciones en la época invernal y no realizar trabajos de extracción debido a la crecida del río, ya que en estas épocas el material se acumula y los trabajos serán facilitados en los meses de verano.
- Al momento de empezar a extraer los materiales aluviales del río Bulubulu deberá tenerse en cuenta todos los factores como caudales, la temporada, el clima y el nivel freático.
- Se recomienda realizar la extracción por el método más adecuado, a fin de evitar afectación al medio ambiente.
- Es recomendable la comparación de los perfiles iniciales con los perfiles realizados cada mes y así poder interpretar el tipo de material que se depositará en las diferentes épocas.

BIBLIOGRAFÍA

- Asencio amor, m. j. (1983). dinámica de los rios de montana. obtenido de https://www.udc.es/files/iux/almacen/articulos/cd05_art26.pdf
- Ayala, l. (2018). litología y granulometría de los depósitos sedimentarios. obtenido de <https://www.explorock.com/litologia-y-granulometria-de-los-depositos-sedimentarios/>
- Cerbuna, p. (2010). fundación nueva cultura del agua. obtenido de <http://www.unizar.es/forojuven/downloads/cursos/pdfs/5.pdf>
- Daniel Brea, f. b. (2010). procesos de sedimentación y erosión en una cuenca y cauces. *phi*. obtenido de <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002163/216338s.pdf>
- Depósitos aluviales. (08 de 04 de 2012). obtenido de <https://glosarios.servidor-alicante.com/geologia/depositos-aluviales-aluviones>
- España, c. o. (07 de 2008). guia metodologica para la elaboración de cartografías en españa. 163. obtenido de http://www.icog.es/files/guia_cartografias_riesgos_naturales.pdf
- Hernández, r. e. (12 de 10 de 2016). análisis de riesgo por inundación.
- Hürlimann, m. (04 de 12 de 2015). depósitos aluviales. obtenido de <https://www.slideshare.net/dudshan/depositos-aluviales>
- Murimar. (2 de 02 de 2011). dinámica de los rios. obtenido de <https://mentescuriosas.es/la-dinamica-de-los-rios-definiciones-y-nociones/>
- Pérez, c. p. (11 de 05 de 2011). “caracterización de depósitos aluviales. obtenido de <http://www.docentes.unal.edu.co/thcramer/docs/ingegominas%20ta%20nb%20informe%20final%20edicion%201.pdf>
- Quishpe, z. (03 de 04 de 2018). depósitos aluviales. obtenido de <https://es.scribd.com/presentation/377774213/depositos-aluviales>
- Segura, l. (26 de 01 de 2014). conocimiento de la dinámica fluvial. obtenido de [file:///c:/users/carlos/downloads/dialnet-conocimientodeladinamicafluvialcomoherramientapara-4835882%20\(1\).pdf](file:///c:/users/carlos/downloads/dialnet-conocimientodeladinamicafluvialcomoherramientapara-4835882%20(1).pdf)
- Tánago, m. g. (2001). inundaciones y cambio climático. obtenido de https://www.researchgate.net/publication/47692825_inundaciones_y_cambio_climatico
- Troncal, g. l. (1983). actualización de plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón la troncal. troncal, cañar , ecuador . obtenido de <file:///c:/users/carlos/downloads/diagnostico-gad-la-troncal-final-15-11-2014.pdf>

ANEXOS

Anexo 1



Anexo 2



Anexo 3



Anexo 4



Anexo 5



Anexo 6

