

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Una de las herramientas más importantes en el análisis hídrico es la morfometría de cuenca ya que permiten establecer parámetros de evaluación del funcionamiento del sistema hidrológico de una región (Maidment, 1992; Campos, 1992)

Todas las actividades humanas dentro de la cuenca inciden en el recurso hídrico de forma positiva o negativa, se considera que dirigiendo esfuerzos para resolver las situaciones que amenazan a este recurso y fortaleciendo acciones específicas, se contribuirá a su conservación (ACP 2008)

El estudio cuantitativos de las características físicas de una cuenca hidrográfica y se utiliza para analizar la red de drenaje, la forma de una cuenca a partir de cálculos ,la morfometria de cuencas resulta de gran utilidad ya que permite el estudio de la semejanza de los flujos de diferentes tamaño (Ruiz, 2001)

La morfometria, definida como la medida y el análisis de la configuración de la superficie y de la forma y dimensiones de los rasgos del relieve, sin embargo se ocupa todo del análisis detallado y muy particular de cuencas de drenaje

Unas de las herramientas más importantes en el análisis hídrico es la morfometría de cuencas ya que nos permite establecer parámetros de evaluación del funcionamiento del sistema hidrológico (Maidment, 1992)

Dicha herramienta puede servir también como análisis espacial ayudando en el manejo y planeación de los recursos naturales al permitirnos, en el marco de una unidad bien definida del paisaje, conocer diversos componentes como el Tamayo de la cuenca, la red de drenaje, la pendiente media. (López Blanco, 1989)

El análisis y manejo de base de datos con el Sistema de Información Geográfica (SIG), integradas a nivel de cuenca hidrográfica, sean tornados en la actualidad como un instrumento fundamental para evaluar situaciones reales y simular diferentes características morfométricos.

JUSTIFICACIÓN

Con el presente estudio de investigación lo que se pretende es definir la morfometría de una subcuenca de Papachacras con fines posteriores de un plan de manejo integral de la subcuenca lo cual contribuye con agua de buena calidad para el consumo humano de la zona de la de Papachacras

Con el establecimiento y seguimiento del estudio morfométrico lo cual ofrecerá información real y precisa permitiendo que en futuro se puedan tomar decisiones y formular plan de manejo integral de la subcuenca al estado natural de la subcuenca, se eligió la zona porque ofrece agua de buena calidad para el consumo humano.

OBJETIVOS

Objetivos General

Determinar las características morfométricas de la subcuenca de Papachacras del río Tarija a través de variables de relieve, red de drenaje y medidas de conservación, para la generación de información que pueda contribuir a un posterior manejo integral de la subcuenca.

Objetivos Específicos

- Determinar las variables morfométricos de la subcuenca Papachacras, mediante el cálculo de coeficiente de forma y relieve a través de las herramientas del SIG (Sistema de Información Geográfica).
- Identificar las principales limitaciones y amenazas que inciden en la cuenca mediante un diagnóstico participativo de los actores de la cuenca.
- Identificar zonas de vulneración y alternativas, con fines de conservación y recuperación control de erosión de la subcuenca.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

1.1. Cuenca hidrográfica

Una cuenca hidrográfica es una área natural en la que el agua proveniente de la precipitación forma un curso principal de agua, también se define como la unidad fisiográfica conformada por el conjunto de los sistemas de cursos de agua definidos por el relieve. Los límites de la cuenca “divisoras de agua” se define naturalmente y corresponden a las partes más altas del área que encierra un río.

También se define como un ecosistema en el cual interactúan y se interrelacionan variables biofísicas socioeconómicas (Sánchez y Artieda, 2004).

1.2. Micro cuenca

Una micro cuenca es toda área en la que su drenaje van a dar a un cauce principal de una subcuenca, una subcuenca está dividida por varias microcuencas, las microcuencas son unidades pequeñas y a su vez son áreas donde se originan quebradas y riachuelos que drenan de las laderas y pendientes altas, también las microcuencas constituyen las unidades adecuadas para la planificación de acciones para su manejo, en la práctica las microcuencas se inician en las nacientes de los pequeños cursos de agua uniéndose a las otras corrientes hasta constituirse en la cuenca hidrográfica de un río de gran tamaño.

1.3. Sub-cuenca

Una subcuenca es toda área en la que su drenaje va directamente al río principal de la cuenca, también se puede definir como una subdivisión de la cuenca es decir que una cuenca puede haber varias subcuencas (Faustino, 2006).

1.4. Delimitación de la cuenca hidrográfica

Consiste en definir la línea de divisoria que es una línea curva cerrada que parte y llega al punto de captación o salida mediante la unión de todos los puntos altos e interceptados en forma perpendicular a todas las curvas de altitudes del plano o carta

topográficas, la longitud de la línea divisoria es el perímetro de la cuenca y la superficie que encierra dicha curva es el área proyectada de la cuenca sobre un plano horizontal.

1.5. Componentes de una cuenca hidrográfica

Biológica

Los bosque, los cultivos y en general los vegetales conforman la flora, constituyen junto con la fauna el componente biológico.

Físicos

El agua, el suelo, el subsuelo y el aire constituyen el componente físico de la cuenca.

Socioeconómico

Son las comunidades que habitan en la cuenca las que aprovechan y transforman los recursos naturales para su beneficio, construyen obras de infraestructuras de servicio y de producción los cuales elevan el nivel de vida de los habitantes.

Funciones de una cuenca hidrográfica

Recordemos que la cuenca funciona como un todo, si bien tiene componentes, éstos de forma separada no son funcionales. La cuenca cumple diversas funciones tales como:

Hidrológica

La captación de aguas de las diferentes fuentes para formar manantiales, ríos y arroyos, el almacenamiento del agua en sus diferentes formas y tiempo de duración y la descarga de agua como escurrimiento.

Ecológica

Proporciona diversidad de sitios y rutas a lo largo de la cual se lleva a cabo interacción entre las características de calidad física y química del agua.

Provee de habitat para la flora y fauna que constituye los elementos biológicos del ecosistema y tienen interacciones con las características físicas y biológicas del agua.

Ambiental

Constituye sumideros de CO₂ la captura y retiene el carbono, el albergo de bancos de germoplasma, regula la recarga hídrica y los ciclos geoquímicos y la conservación de la biodiversidad.

Socioeconómica

Suministra recursos naturales para el desarrollo de actividades productivas que dan sustento a la población, y de espacio para el desarrollo social y cultural de la sociedad (FAUSTINO, 2006).

Importancia de una cuenca hidrográfica

Las cuencas hidrográficas son algo más que sólo áreas de desagüe en o alrededor de nuestras comunidades. Son necesarias para brindar un hábitat a plantas y animales, y proporcionan agua para la gente, sus cultivos, animales. También nos proporcionan la oportunidad para divertirnos y disfrutar de la naturaleza. La protección de los recursos naturales en nuestras cuencas es esencial para mantener la salud y el bienestar de todos los seres vivos, tanto en el presente como en el futuro (VILLEGAS, 2004).

1.6. Morfometría

Es el estudio cuantitativo de las características físicas de una cuenca hidrográfica, y se utiliza para analizar la red de drenaje, las pendientes y la forma de una cuenca a partir del cálculo de valores numéricos. Dentro de este contexto, es importante señalar que las mediciones deben ser realizadas sobre un mapa con suficiente información hidrográfica y topográfica.

1.7. Parámetros morfométricos

Una cuenca hidrográfica cuenca de drenaje de un río es el área limitada por un contorno al interior del cual las aguas de la lluvias que caen se dirigen hacia un mismo punto denominado salida de la cuenca hidrográfica, que actúa como un colector natural encargada de evacuar partes de las aguas de lluvias en forma de escurrimiento, evaporación y la percolación.

1.8. Caracterización de la cuenca

En el proceso de planificación, manejo y gestión de cuencas hidrográficas es necesaria la caracterización de las mismas. La caracterización es un inventario detallado de los recursos y las condiciones biofísicas, socioeconómicas y ambientales de la cuenca y sus interrelaciones.

La caracterización está dirigida fundamentalmente a cuantificar las variables que tipifican a la cuenca con el fin de establecer la vocación, posibilidades y limitaciones de sus recursos naturales y el ambiente y las condiciones socioeconómicas de las comunidades que la habitan.

En el proceso de manejo de cuencas, la caracterización cumple tres funciones fundamentales:

1. Describir y tipificar las características principales de la cuenca.
2. Sirve de información básica para definir y cuantificar el conjunto de indicadores que servirán de línea base para el seguimiento, monitoreo y evaluación de resultados e impactos de los planes, programas o proyectos de manejo y gestión de cuencas.
3. Sirve de base para el diagnóstico, donde se identifican y priorizan los principales problemas de la cuenca, se identifican sus causas, consecuencias y soluciones y se determinan las potencialidades y oportunidades de la cuenca.

1.9. Los sistemas de información geográfica en la evaluación física de las cuencas hidrográficas

Los sistemas de información geográfica son definidos como un sistema computarizado que permite la entrada, almacenamiento, representación y salida

eficiente de datos espaciales (mapas) y atributos (descriptores) de acuerdo a especificaciones y requerimientos concretos, también se lo considera como una combinación de software y hardware capaz de manipular entidades que contengan propiedades de localización y atributos. Según la FAO (1994), entre las ventajas de esta herramienta SIG están su adaptabilidad a una gran variedad de modelamiento con una mínima inversión de tiempo y dinero; los datos espaciales y no espaciales pueden ser analizados simultáneamente en una forma relacional; gran diversidad de modelos conceptuales pueden ser probados rápidamente y repetidos varias veces facilitando su ajuste y evaluación (VALENZUELA, 1989).

1.10.1. Área

Es el tamaño de la superficie de cada cuenca en km². Se obtienen automáticamente a partir de la digitalización y poligonización de las cuencas en el software de sistema de información geográfica. El área de una cuenca en general, se encuentra relacionada con los procesos que en ella ocurren. También se ha comprobado que la relación del área con la longitud de la misma es proporcional y también que esta inversamente relacionada a aspectos como la densidad de drenaje y el relieve relativo.

1.10.2. Perímetro (P)

Es la longitud sobre un plano horizontal, que recorre la divisoria de aguas. Éste parámetro se mide en unidades de longitud y se expresa normalmente en metros o kilómetros.

1.10.3 Longitud de la cuenca (L)

Se define como la distancia horizontal desde la desembocadura de la cuenca (estación de aforo) hasta otro punto aguas arriba donde la tendencia general del río principal corte la línea de contorno de la cuenca.

1.10.4. Ancho de la cuenca (B)

Se define como la relación entre el área y la longitud de la cuenca

1.10.5. Factor de forma (F)

Es la relación entre el área y el cuadrado de la longitud de la cuenca, Principalmente, los factores geológicos son los encargados de moldear la fisiografía de una región y la forma que tienen las cuencas hidrográficas. Un valor de K_f superior a la unidad proporciona el grado de achatamiento de ella o de un río principal corto y por consecuencia con tendencia a concentrar el escurrimiento de una lluvia intensa formando fácilmente grandes crecidas.

1.10.6. Coeficiente de compacidad (k_c)

Propuesto por Gravelius, compara la forma de la cuenca con la de una circunferencia, cuyo círculo inscrito tiene la misma área de la cuenca en estudio. Se define como la razón entre el perímetro de la cuenca que es la misma longitud del parteaguas o divisoria que la encierra y el perímetro de la circunferencia. Este coeficiente adimensional, independiente del área estudiada tiene por definición un valor de uno para cuencas imaginarias de forma exactamente circular. Nunca los valores del coeficiente de compacidad serán inferiores a uno. El grado de aproximación de este índice a la unidad indicará la tendencia a concentrar fuertes volúmenes de aguas de escurrimiento, siendo más acentuado cuanto más cercano a uno sea, es decir mayor concentración de agua.

Que está dada por la siguiente fórmula.

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

Características de la cuenca de acuerdo con el valor k_c

VALORES DE k_c	FORMA
1.00 – 1.25	Redonda a oval redonda
1.25 – 1.50	De oval redonda a oval oblonga

1.50 – 1.75	De oval oblonga a rectangular oblonga
-------------	--

La razón para usar la relación del área equivalente a la ocupada por un círculo es por qué una cuenca circular tiene mayores posibilidades de producir avenidas superiores dadas su simetría. Sin embargo, este índice de forma ha sido criticado pues las cuencas en general tienden a tener la forma de pera.

1.10.7. Parámetros relativos al relieve

Altura y elevación

Es uno de los parámetros más determinantes de la oferta hídrica y del movimiento del agua a lo largo de la cuenca. De ella dependen en gran medida la cobertura vegetal, la biota, el clima, el tipo y uso del suelo y otras características fisiográficas de un territorio. A continuación se describen los elementos más representativos de las cuencas, derivados de la elevación.

Cota mayor de la cuenca (CM): Es la mayor altura a la cual se encuentra la divisoria de la cuenca (msnm.).

Cota menor de la cuenca (Cm): Es la cota sobre la cual la cuenca entrega sus aguas a un cauce superior (msnm.).

Elevación promedia del relieve: Es la elevación promedia de la cuenca referida al nivel del mar.

1.10.8. Pendiente

Pendiente media de la cuenca (S): es el valor medio del declive del terreno y la inclinación, respecto a la horizontal, de la vertiente sobre la cual se ubica la cuenca.

1.10.9. Longitud del cauce principal (Lc):

Corresponde a la longitud del cuerpo de agua que le da nombre a la cuenca de estudio, en este parámetro se tienen en cuenta la sinuosidad cauce; éste parámetro se expresa normalmente en kilómetros.

¿Cómo influye la forma de cuenca en la escorrentía?

En líneas generales, las cuencas más ensanchadas poseen mayor susceptibilidad a generar crecidas, ya que el tiempo de recorrido del agua a través de la cuenca es mucho más corto que en cuencas alargadas, en otras palabras las cuencas ensanchadas tendrían menor tiempo de concentración y por ende mayor rapidez para la concentración de los flujos de aguas superficiales, generando mayor violencia en sus crecidas. Caso contrario ocurre con las cuencas alargadas donde el tiempo de viaje del agua es mucho más largo, contribuyendo a que los picos de crecidas sean menos súbitos en caso de lluvias concentradas o tormentas.

1.11. Red de drenaje

Relación de Bifurcación (Horton / Strahler)

Según Horton (1945) sugirió la jerarquización de cauces de acuerdo al número de orden de un río, como una medida de ramificación del cauce principal en una cuenca hidrográfica, este sistema propuesto originalmente por Robert Horton, fue más tarde mejorado y ligeramente modificado por Strahler en el año 1964. A partir de dicha jerarquización de los cauces se puede obtener el valor de la relación o razón de bifurcación fundamenta en los siguientes criterios: Se consideran corrientes de primer orden, aquellas corrientes fuertes, portadoras de aguas de nacimientos y que no tienen afluentes. Cuando dos corrientes de orden uno se unen, resulta una corriente de orden dos. De manera general, cuando dos corrientes de orden i se unen, resulta una corriente de orden $i+1$. Cuando una corriente se une con otra de orden mayor, resulta una corriente que conserva el mayor orden.

1.11.1 Prácticas forestales

Las prácticas forestales son consideradas todas las alternativas sobre el manejo de los recursos arbóreos, arbustivos en su estado natural o plantaciones, éstas pueden ser de

producción (de madera) y también de protección de tierras frágiles, fuentes de agua, y la biodiversidad, y también para la protección de taludes de riberas de los ríos.

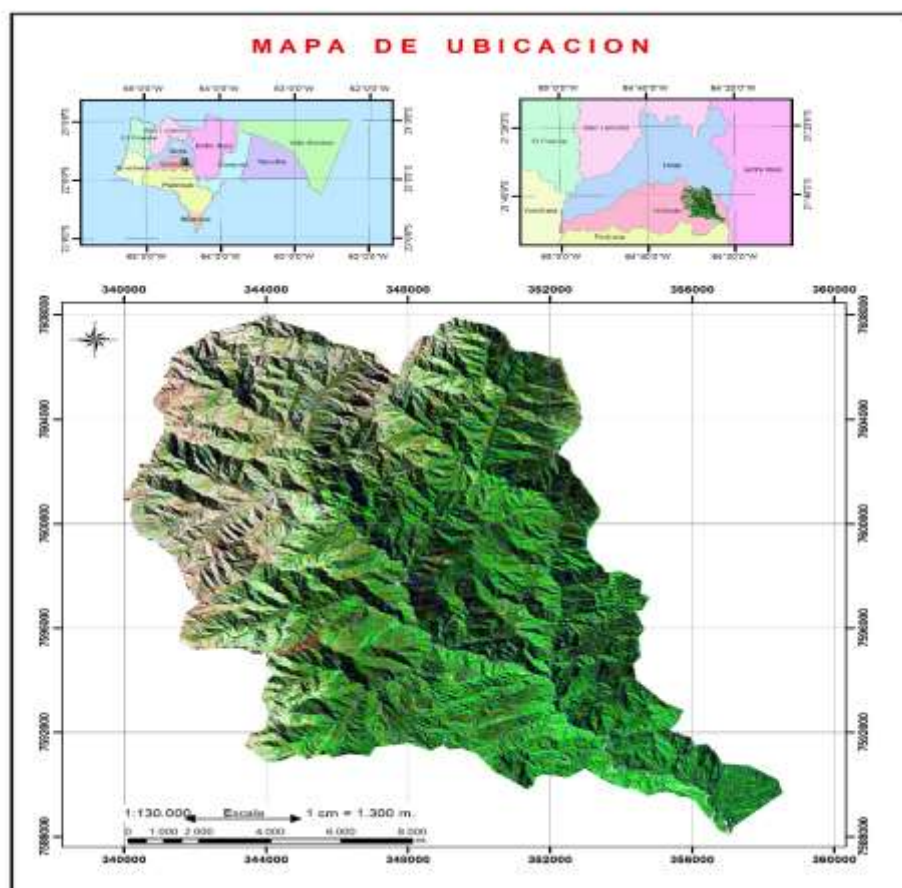
1.11.2. Estructuras civiles

Se consideran todas las alternativas relacionadas con la protección y conservación del suelo y del agua, particularmente se da énfasis al control de la erosión y escorrentía, control de la degradación (física, química y biológica), mejoramiento y retención de humedad. Las prácticas de conservación de suelos y aguas prácticas que ayudan para almacenar, conducir, distribuir y aplicar las aguas de lluvias. Las estructuras civiles ayudan a la contención (control de cárcavas y deslizamientos drenaje, embalses, terrazas y protección).

CAPÍTULO III

2.1 Descripción del área de estudio

Ubicación.- La subcuenca de Papachacras se encuentra en el distrito de Laderas, en el municipio de Uriondo, primera sección de la provincia Aviles. La subcuenca de Papachacras se encuentra ubicada al este del municipio de Uriondo y colinda al noreste con la comunidad de Laderas centro, al oeste con la comunidad de laderas sud y al este con la comunidad de la Ventolera.



Fuente: mapa elaborado en el gabinete de (SIG)

2.1.2 Población

Según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) y el (PDM) del municipio del valle, la comunidad de Papachacras posee una densidad de población baja contando con 175 habitantes haciendo en total de 36 familias.

2.1.3 Salud

La comunidad no dispone de centros de salud, este problema está relacionado con los servicios básicos, los comentarios no cuentan con varias necesidades básicas tienen una insatisfacción de un 50% respecto a los niveles de vida, en sentido para ser atendidos en caso de enfermedades de tienen que trasladarse a los centros de salud del municipio del valle y también al hospital de Tarija.

2.1.4 Educación

En el ámbito educativo la comunidad no cubre satisfactoriamente en la demanda educativa los niños y jóvenes debido a que no cuenta con un nivel secundario solo a nivel primario de tal manera que estos se ven obligados a emigrar a la ciudad.

2.1.5 Vías de accesos

El acceso a la comunidad se hace un tanto dificultoso ya cuenta con una vía comunal ripiado en épocas de lluvias se hace aún más dificultoso ya que los caminos tienen a deteriorarse con las lluvias y que estos no tienen un mantenimiento adecuado de parte de las autoridades del municipio.

2.2 Características biofísicas

2.2.1 Aspectos físicos naturales

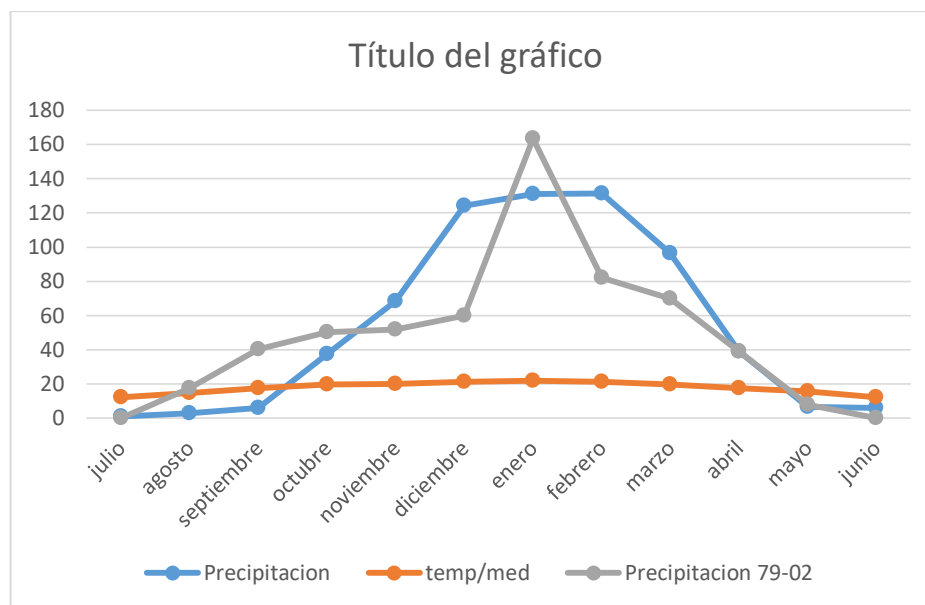
El área se caracteriza principalmente por material coluvial son de moderadamente a muy pedregoso las pendientes son inclinadas (5-10 cm) en algunos sectores son moderadamente escarpados (5-30%) ,los suelos en general tienen profundidad efectiva y radicular de muy superficial a moderadamente profundos el drenaje es de clase bien drenado y el drenaje externos presenta escurrimiento rápido, en la superficie se observa mucha piedra, grava y poco afloramiento rocoso existe erosión

hídrica , laminar y cárcavas el tipo de suelos se presenta de franco arcillosa a arcillosa.

2.2.2 Clima

El clima varia por ser semiárido fresco, con una temperatura media anual de 17.5°C. Que varía de temperaturas medias anuales entre (16 - 20°C) y precipitaciones más abundantes (600 mm anuales). Las lluvias mayormente son de origen orográfico siendo principalmente por la condensación de las masas húmedas provenientes del sur este, esto presentan precipitaciones altas en la zona montañosa, El periodo de lluvias es entre los meses de noviembre a marzo, y las precipitaciones mínimas son entre abril a junio.

Diagrama climático



2.2.3 Vegetación natural

la vegetación de esta zona denominado montano que se extiende desde los 2500 msnm hasta más de los 3000 m.s.n.m los ecosistemas que se caracterizan este piso ecológico son bosques y matorrales que en su mayoría están dominados por varias especies arbustivas siempre verde y arbóreas siempre verde y caducifolias de Pino de

cerro , alisos lambran y aliso bravo género(*Podocarpus* , *Alnus*, *Mirica*), así como , también pasturas de gramínoideas de los géneros (*Stipa*, *Festuca* y *Deyeuxia*) que representan áreas importantes de pasturas.

2.2.4 Medio económico social

La zona donde se realizara el trabajo tiene la vocación netamente agropecuaria, la actividad económica gira en torno a este rubro. La actividad agrícola y ganadera en menor proporción es el principal sustento de las familias del lugar y de la generación de ingresos económicos (fuente municipio del Valle de la Concepción).

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

- Material de gabinete
- Imágenes satelitales
- Carta topográfica
- GPS
- Computadora
- Calculadora

3.2. MÉTODOS

Mediante la interpretación de los mapas topográficos se obtendrán los límites topográficos de la subcuenca y la red hidrológica, y la interpretación será digitalizada y rasterizada con el programa de Arcgis 10.2.

Se podrá obtener ciertos parámetros como ser la densidad de drenaje la cobertura vegetal a partir de los mapas de topografía MDT (modelo digital del terreno) de la subcuenca y de los ríos. De acuerdo a la grilla de Landsat 8 se descargara la imagen con resolución de 15 *15 mejorada con código Path/Row 231/75.

El mismo procedimiento se realizará con el sensor Cbers con una resolución 2.5 metros obteniendo imágenes pancromáticas con códigos, con los cuales se trabajó en la subcuenca.

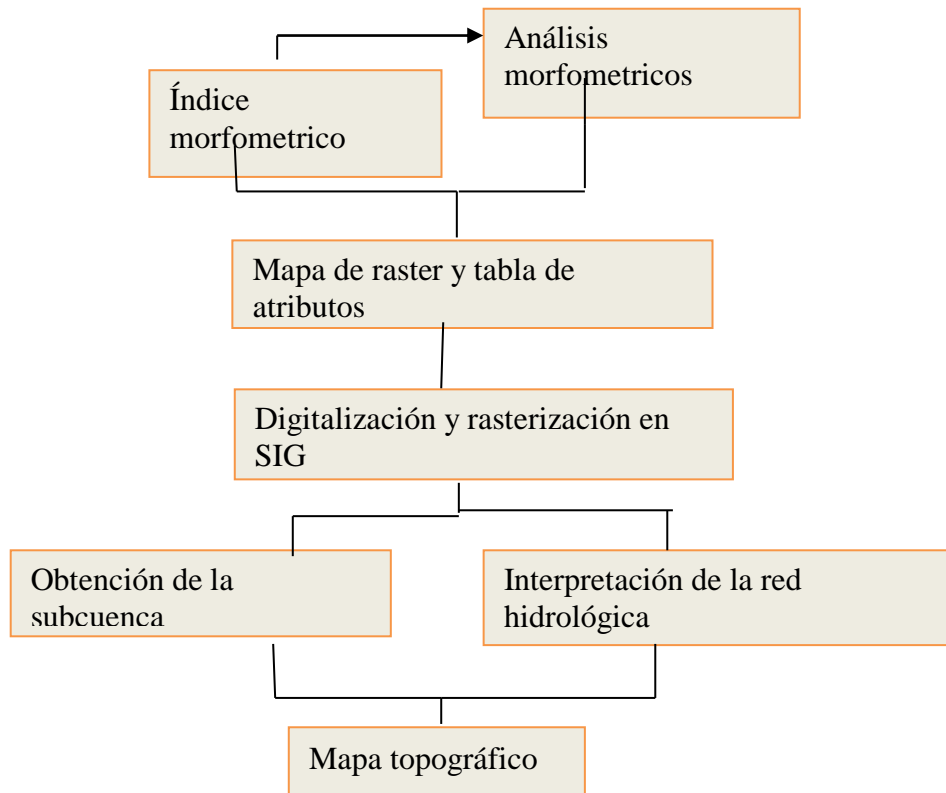
Cbers 173_D 124.5

Cbers 173_D 124.5

Cbers 173_C 124.4

Cbers 173_C 124.5

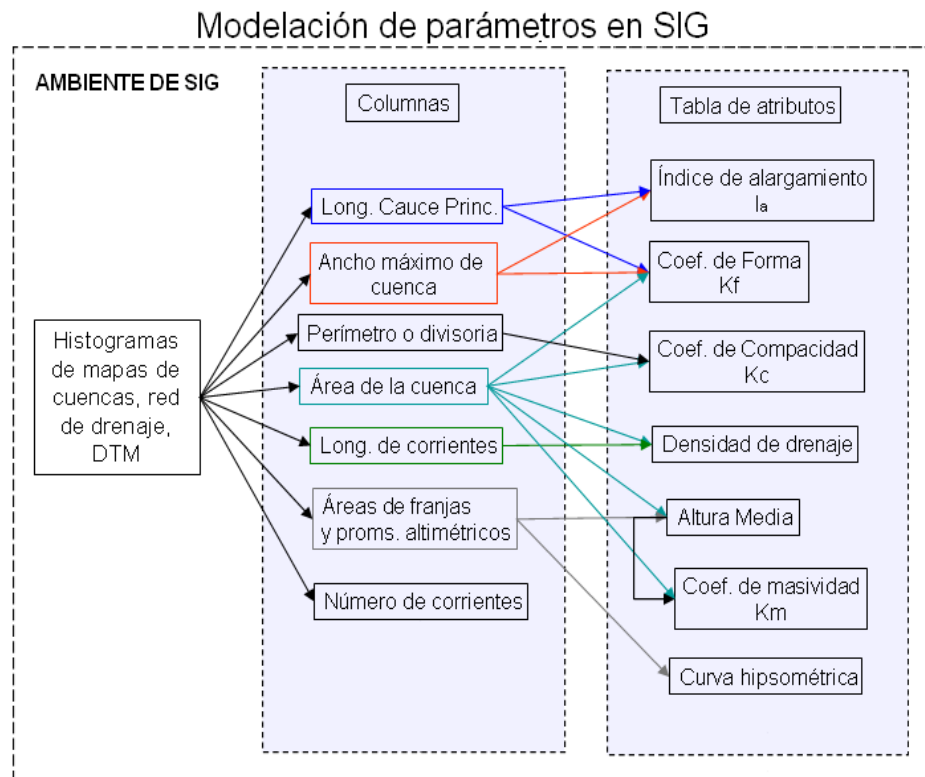
Fases de la investigación y el proceso para la obtención de parámetros en SIG y diagrama metodológico para la obtención de los parámetros morfométricos.



3.2.1. Análisis morfométricos

Como primera actividad que se desarrolló en la cuenca fue la obtención de la imagen satelital del landsat8 con su respectiva codificación de resolución espacial del área de 15*15 con código Path/Row 231/75 mejorada, posteriormente se procedió a la delimitación de la misma en lo cual fue basada en un modelo digital del terreno (MDT) a través de las herramientas del arcgis 10.2.

Para la obtención de los parámetros fueron extraídos de tablas generadas a partir del arcgis de mapas rasterizados para posterior realizar los respectivos cálculos.



3.2.2. Índices y parámetros morfométricos

Una cuenca hidrográfica es el área limitada por un contorno al interior del cual las aguas de la lluvia que caen se dirigen hacia un mismo punto denominado salida de la cuenca.

La cuenca hidrográfica actúa como un colector natural, encargadas de evacuar partes de la aguas de lluvias en forma de escurrimiento. En esta transformación de lluvias en escurrimiento se produce pérdidas, o mejor desplazamiento de agua fuera de la cuenca debido a la evaporación y la percolación.

3.2.3. Longitud del cauce principal

Es la medida del escurrimiento principal la subcuenta, medido desde la parte más alta hasta su salida.

Este parámetro influye en el tiempo de concentración y en la mayoría de los índices morfométricos. Se obtienen a partir del mapa digitalizado de la red de drenaje.

Clases de valores de longitud del cauce principal	
Rangos de longitud	Clases de longitud del cauce
6.9-10.9	Corto
11-15	Mediano
15.1-19.1	Largo

Fuente: (INE) Instituto Nacional de Ecología

3.2.4. Área

Es el Tamayo de la superficie de cada cuenca en km², se obtiene automáticamente a partir de la digitalización y poligonización de las cuencas con la herramienta de SIG.

Se estableció rangos de Tamaño de la cuenca

Clases de tamaño de cuencas (km²)	
Rangos de áreas	Clases de tamaño
100-150	Muy pequeña
150-200	Pequeña
200-250	Mediana
>250	Grande

Fuente: (INE) Instituto Nacional de Ecología

3.2.5. Desnivel altitudinal

Es el valor de la diferencia entre la cota más alta de la cuenca y la más baja se relaciona con la variable climática y ecológica, una cuenca con mayor cantidad de pisos altitudinales puede albergar más ecosistemas al presentarse variaciones importantes en su precipitación y temperatura.

Clases de desnivel altitudinal (msnm)	
Rangos de Altitudes	Clases de altitudes
600-1220	Bajo
1221-1841	Mediano
1842-2462	Alto

Fuente: (INE) Instituto Nacional de Ecología

Da = C max-Cmin

3.2.6. Coeficiente de forma

Este índice propuesto por Gravelius, se estima a partir de la relación entre el ancho promedio del área de captación y la longitud de la cuenca, la longitud se mide desde la salida hasta el punto más alejado a esta.

$$Kf = \frac{Bm}{L}$$

Donde:

Kf= Coeficiente de forma

L= Longitud máxima

Bm= Anchura media de la cuenca

En este trabajo se ha clasificado la cuenca de acuerdo con la siguiente tabla

Clases de valores de forma	
Rangos de Kf	Clases de forma
.01-.18	Muy poco achatada
.18-.36	Ligeramente achatada
.36-.54	Moderadamente achatada
>1	Muy achatada

Fuente: (INE) Instituto Nacional de Ecología

3.2.7. Coeficiente de compacidad

Compara la forma de la cuenca con la de una circunferencia, cuyo círculo inscrito tiene la misma área de la cuenca se define como la razón entre el perímetro de la cuenca que es la misma longitud del parteaguas que la encierran y el perímetro de la circunferencia.

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

Dónde:

K_c = Coeficiente de compacidad

P= Perímetro de la cuenca

A= área de la cuenca

Existen tres categorías para la clasificación

Clases de valores de compacidad.	
Rangos de K_c	Clases de compacidad
– 1.25	Redonda a oval redonda
1.25 – 1.50	De oval redonda a oval oblonga
1.50 – 1.75	De oval oblonga a rectangular oblonga

Fuente: (INE) Instituto Nacional de Ecología

3.2.8. Índice de alargamiento

Este índice propuesto por Horton, relaciona la longitud máxima encontrada en la cuenca medida en el sentido del río principal y el ancho máximo de ella medido perpendicularmente, y está dada por la siguiente fórmula.

$$I_a = \frac{L_m}{l}$$

Dónde:

I_a = Índice de alargamiento

L_m = Longitud máxima de la cuenca

L = Ancho máximo de la cuenca

Clases de valores de alargamiento	
Rangos de I	Clases de alargamiento
0,0-1,4	Poco alargada
1,5-2,8	Moderadamente alargada
2,9-4,2	Muy alargada

Fuente: (INE) Instituto Nacional de Ecología

3.2.9. Coeficiente de masividad

Este coeficiente representa la relación entre la elevación media de la cuenca y su superficie.

$$K_m = \frac{\text{Altura media de la cuenca (m)}}{\text{Area de la cuenca (Km}^2\text{)}}$$

en

Estos valores son bajos en cuencas montañosas y altos cuencas llanas

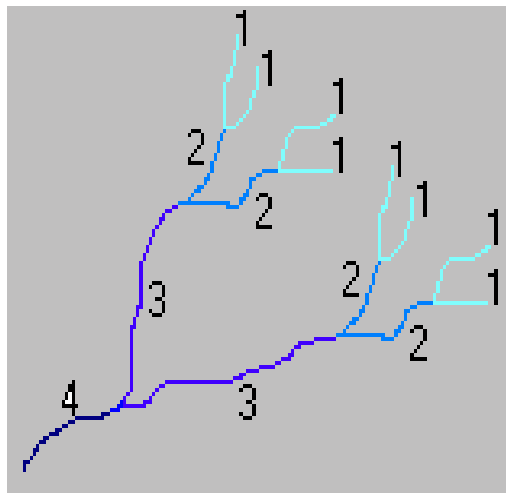
Clases de valores de masividad	
Rangos de Km	Clases de masividad
0-35	Muy Montañosa
35-70	Montañosa
70-105	Moderadamente

Fuente: (INE) Instituto Nacional de Ecología

3.3. Orden de corrientes

Existen diferentes métodos para obtener este índice en este estudio se utilizó el método de Strahler ya que es el más común, el más comprensible y el más fácil de relacionar con otros parámetros morfométricos.

Este índice se obtiene mediante la agregación de corrientes considerando una corriente de primer orden a aquellos que no tienen afluentes, una de segundo orden aquel donde se reúnen dos corrientes de primer orden, una de tercero donde confluyen dos de segundo orden y así sucesivamente.



Clases de orden de corriente	
Rangos de ordenes	Clases de orden
1-2	Bajo
2.1-4	Medio
4.1-6	Alto

Fuente: (INE) Instituto Nacional de Ecología

3.3.1. Densidad de drenaje

Este índice permite tener mejor conocimiento de la complejidad y desarrollo del sistema de drenaje de la cuenca, pero también la densidad de drenaje provee una liga entre los atributos de forma de la cuenca y los procesos que operan a lo largo del curso de la corriente.

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

Dónde:

L= Longitud de las corrientes efímeras, intermitentes y perennes de la cuenca en (Km)

A= Área de la cuenca en (Km²)

Clases de densidad de drenaje	
Rangos de densidad	Clases
.1-1.8	Baja
1.9-3.6	Moderada
3.7-5.6	Alta

Fuente: (INE) Instituto Nacional de Ecología

3.3.2. Números de escurrimientos

Es la **cantidad** de afluentes naturales de la cuenca que se contabiliza mediante el arcgis a través del número de segmentos marcados en el mapa digitalizado, constituye una medida de la energía de la cuenca de la capacidad de captación de agua y de la magnitud de la red fluvial, un mayor número de escurrimiento proporción un mejor drenaje de la cuenca y por lo cual favorece el escurrimiento.

Clases de valores de escurrimientos	
Rangos de escurrimiento	Clases
0-170	Baja
171-340	Moderada
341-510	Alta
>510	Muy alta

Fuente: (INE) Instituto Nacional de Ecología

3.3.3. Pendiente media del cauce principal

La pendiente del cauce se le puede estimar por diferentes métodos, uno de ellos es el de los valores extremos, lo cual consiste en determinar el desnivel entre los puntos más elevados y el punto más bajo.

$$Pm = \frac{Cmax - Cmin}{Lrio} * 100$$

Dónde:

Pm= Pendiente media del cauce

Cmax= Cota máxima del río principal

Cmin= Cota mínima de la cuenca

L= Longitud del cauce

Clases de valores de pendiente del cauce (grados)	
Rangos de pendiente	Clases
0 - 2	Plano o casi a nivel
2 - 4	Ligeramente inclinado
4- 8	Moderadamente inclinado
8- 15	Fuerte mente inclinado
15 - 25	Moderadamente empinado
25 - 50	Empinado
50 - 75	Muy empinado
>75	Extremadamente empinado

Fuente: (INE) Instituto Nacional de Ecología

3.3.4. Pendiente media de la cuenca

La pendiente de la cuenca es un parámetro muy importante en el estudio de la subcuenca, tiene una relación importante y compleja es uno de los factores que

controla el tiempo de escurrimiento y concentración de las lluvias en los canales de drenaje y tiene una importancia directa en relación las crecidas

La pendiente media de la es la relación del desnivel que existe entre los extremos de la cuenca siendo la cota mayor y la cota menor y su proyección horizontal de su longitud.

Clases de valores de pendiente del cauce (grados)	
Rangos de pendiente	Clases
0 - 2	Plano o casi a nivel
2 - 4	Ligeramente inclinado
4- 8	Moderadamente inclinado
8- 15	Fuerte mente inclinado
15 - 25	Moderadamente empinado
25 - 50	Empinado
50 - 75	Muy empinado
>75	Extremadamente empinado

Fuente: (INE) Instituto Nacional de Ecología

$$Pmc = \frac{Cmax - Cmin}{L} * 100$$

Pmc = Pendiente media de la cuenca

Cmax = Cota máxima de la cuenca

Cmin = Cota mínima de la cuenca

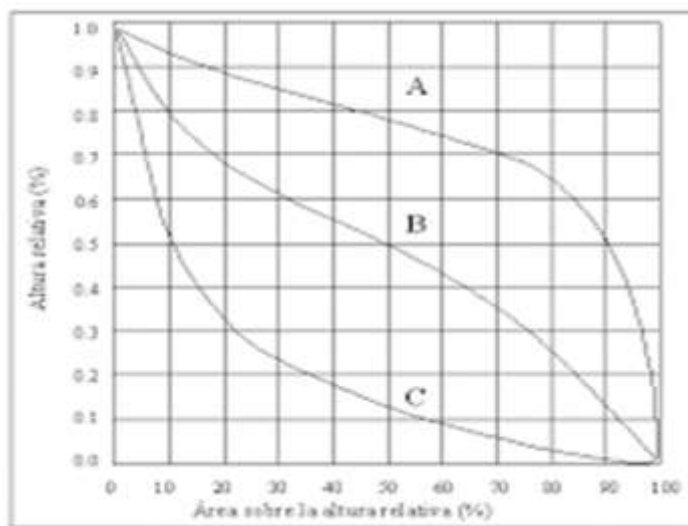
L = Longitud de la cuenca

3.3.5. Curva hipsométrica

Los valores de la cotas de la curva de nivel que encierra las franjas de terreno por ella definida por el punto de salida que generalmente el sitio más bajo de la cuenca (Villon, 2002) curva hipsométrica es la representación gráfica de la variación altitudinal de una cuenca y se la obtiene a partir de un plano topográfico tomándose

los valores en porcentajes del área que está por una determinada altura que inicialmente se da el punto más bajo de la cuenca e irá aumentando de acuerdo.

La utilidad que tiene la curva hipsométrica en una cuenca en qué estado que se encuentra la cuenca.



A= curva que refleja una cuenca con gran potencial erosivo (fase de juventud)

B= curva que refleja de una cuenca en equilibrio (fase de madurez)

C= refleja una cuenca sedimentaria (fase de vejes)

3.3.6. Alternativas propuestas de conservación de la subcuenca

Para poder realizar se hizo énfasis en desarrollar alternativas de los problemas que se puedan encontrar donde dichas alternativas se proponen como manejo y conservación donde se puedan implementar, para la determinación de donde se puedan encontrar los distintos problemas de la subcuenca y en que parte de la misma se pueden implementar las distintas obras de conservación que se lo reflejarán en mapa de la subcuenca en cada una de sus partes en donde pueden ir emplazadas dichas obras, se realizará el recorrido de la subcuenca georeferenciando con GPS en los sitios de la subcuenca tenga los problemas donde a través de un mapa se puedan sugerir el tipo de obra que se pueda emplazar.

3.3.7. Prácticas forestales

Se considerarán las alternativas sobre el manejo de los recursos arbóreos en su estado natural, para la protección de tierras frágiles, fuentes de agua y la biodiversidad.

3.3.8. Plantaciones forestales

Las plantaciones forestales son establecimiento de vegetación forestal en la superficie que se quiere repoblar de una manera artificial, después de que las plántulas han pasado las fases críticas de germinación a nivel de vivero, estas a la vez con propósitos de conservación, restauración o producción forestal, que abarca mayormente superficies mayor a una hectárea.

3.3.9. Características de la especie

El pinus radiata es un árbol de talla media a elevada de aproximadamente de 30 metros de altura, la ventaja de la especie es que es de rápido crecimiento es por lo cual optan por esta especie.

Reino: plantae

División: pinophyta

Clase: pinopsida

Orden: pinales

Familia: pinaceae

Género: pinus

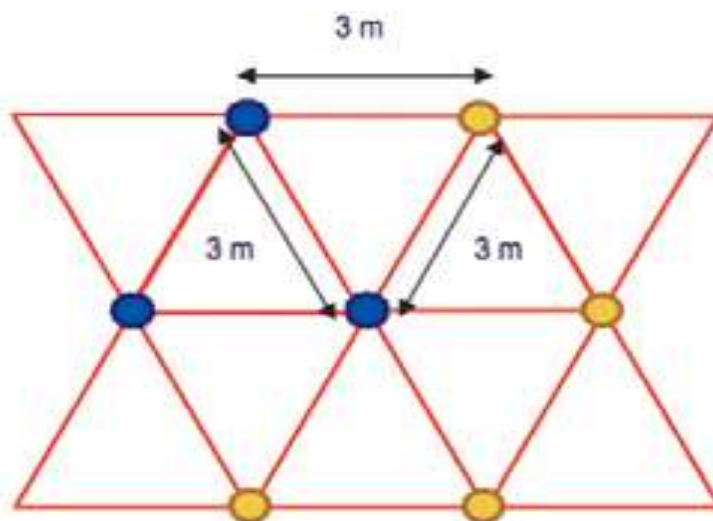
3.4. Diseño de plantación

Este sistema consiste en establecer las plantaciones distribuyendo las plantas a distanciamientos iguales formando triángulos. Los arbolitos se ubican en los vértices de los triángulos. Las plantas de una línea superior ocupan el espacio central entre las dos plantas de la línea inferior, formando un triángulo con sus tres lados iguales esta disposición de plantas permite un mejor control de la erosión, debido a la distribución

de las raíces y la buena cobertura que proporcionan las copas de los árboles, a su vez hay un mejor control contra la acción del viento.

Trazado del diseño en tres bolillos

- Delimitar el área a plantar
- Establecer una línea base en la parte inferior del terreno con estacas en los extremos
- Marcar sobre la línea base los puntos de hoyados con estacas con el distanciamiento elegido, utilizando una cuerda graduada.
- Para determinar los otros hoyos, se ubica un punto base de inicio en la línea base y partir de él se extiende la segunda cuerda graduada y móvil, formando diagonales.
- Para establecer correctamente las diagonales se debe tener cuidado de que la siguiente marca de la línea posterior debe ubicarse formando un triángulo de lados iguales con el punto base de inicio y la segunda marca de la línea base.
- De igual manera se continúa con las otras líneas, marcando los puntos de los hoyos de tal manera que siempre una marca de una línea superior debe ubicarse formando un triángulo de lados iguales con dos marcas de la línea anterior, hasta terminar con toda el área del terreno.



Diseño de plantación en tres bolillos (3m por 3m)

Fórmula para el cálculo de plantas requerida para un área

$$NP = \frac{Ha}{D \cdot L}$$

NP= número de plantas

Ha = número de hectáreas

D = Distancia en metros entre plantas.

L= Distancia en metros entre líneas.

3.4.1. Estructura civiles

Son obras estructurales de conservación que ayudan a establecer los distintos problemas que pueda presentar la subcuenta.

3.4.2. Diques de piedra

Son estructuras construidas con piedras acomodadas las cuales se colocan transversalmente a la dirección del flujo de la corriente que se lo utilizara para el control de erosión en cárcavas, reducir la velocidad de escurrimiento, retener azolves, son construidas para la estabilización de lechos de cárcavas y permiten el flujo normal de escurrimiento superficial. La construcción de los diques de piedra ha sido una de las prácticas más utilizadas para el control de azolves en cárcavas y la conservación de suelos debidos a la facilidad de su construcción.

Elemento de diseño

Para la construcción de los diques de piedra previa mente se identificó los sitios donde se ubicaran, como así también la disponibilidad de piedras en la zona. Las dimensiones del dique de piedra dependen de la pendiente o el grado de inclinación así como profundidad y cantidad de escurrimiento superficial. la obra se recomienda para cárcavas con pendientes moderadas y de bajo flujo de volúmenes ya que son estructuras pequeñas en promedio miden entre 1,2 metros y 2 metros de altura por lo que en caso de presentarse cárcavas mayores dimensiones solo se construirá hasta este límite y cárcavas no mayores a 4 metros. Los dique de piedras consiste en el acomodo de las piedras para formar una barrera que servirán para controlar la erosión en cárcavas y retener azolves.

Vertedero

Durante la construcción del muro base debe formarse el vertedero el cual es una sección rectangular que sirve para controlar el paso de los volúmenes agua, es una sección más baja que el resto del dique ubicada en la parte central de la estructura o ligeramente en un costado por donde pasara la corriente.

Delantal

Para proteger el fondo de la cárcava de la erosión hídrica provocada por la caída del agua que pasa por el vertedero y mantener la estabilidad del dique es recomendable construir un delantal con piedras acomodadas.

Espaciamiento

El espaciamiento entre diques se lo calcula de acuerdo a la altura efectiva de los diques y la pendiente de la cárcava normalmente se recomienda construir un dique con espacio pie- cabeza.



Para realizar el espaciamiento entre diques se utiliza la siguiente formula

$$E = \frac{H}{P} * 100$$

Donde:

E= espaciamiento entre diques (m)

H= altura efectiva de la presa (m)

P= pendiente de la cárcava (%)

3.4.3 Zanjas de infiltración

Las zanjas de infiltración , son canales sin desnivel construidos en laderas , los cuales tienen por objetivo captar el agua que escurre disminuyendo el proceso erosivo , al aumentar la infiltración del agua en el suelo .estas obras de recuperación de suelo pueden ser construidas de forma manual o mecanizada y se sitúan en la parte superior o media de las laderas para la captura y almacenamiento de las escorrentías proveniente de las partes altas de las cuenca ,las zanjas en laderas lo cual tiene por función acortar la longitud de la pendiente disminuyendo de esta manera los riesgos de erosión durante las épocas de lluvia , y otra función que cumplen es de depositar el agua de escorrentía de las laderas favoreciendo la infiltración en el terreno para mantener la humedad de pastos como así también como las plantaciones forestales.

Diseño de construcción de las zanjas de infiltración

- Decidir a cerca del lugar donde se va a realizar el trazado de la zanja
- Trazar siguiendo las curvas de nivel ,para lo cual se usa el nivel de "A"
- La zanja debe construirse en forma de talud, la tierra extraída debe ser trasladada la así a la parte baja de la pendiente

Distanciamientos entre zanjas

Para el dimensionamiento de las zanjas estas están en función de la pendiente del terreno.

Distancia vertical

$$Dv = \frac{p + 2}{6}$$

Donde:

Dv : distancia vertical (m)

P : pendiente %

Distancia horizontal

$$DH = \frac{Dv}{P} * 100$$

Donde:

DH: distancia horizontal (m)

Dv : distancia vertical (m)

P: pendiente %

Distancia sobre el terreno

$$Dst = \sqrt{Dv^2 + Dh^2}$$

Donde:

Dst: distancia sobre el terreno (m)

Dv : distancia vertical (m)

Dh : distancia horizontal (m)

CAPÍTULO V

RESULTADOS

4.1. Área

Una vez realizado los procedimientos correspondiente de la delimitación digitalización de la cuenca se obtuvo el área respectiva de la cuenca con una dimensión comparada con las clases de Tamaño de cuenca obteniendo el área con una dimensión.

Área de cuenca 201,47 km²

Clases de tamaño de cuencas (km ²)	
Rangos de áreas	Clases de tamaño
100-150	Muy pequeña
150-200	Pequeña
200-250	Mediana
>250	Grande

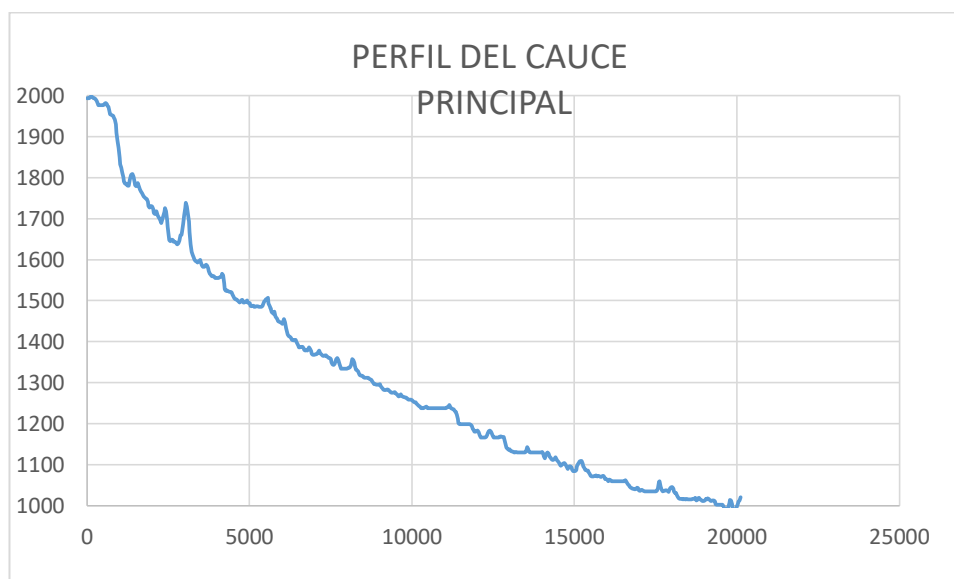
La cuenca hidrográfica tiene un área total de 201,47 km² y un perímetro de 75 km, por cual se lo considera como una cuenca mediana de acuerdo a los datos obtenidos, llegando a tener una capacidad óptima para coleccionar agua.

4.2. Longitud del cauce principal

Este parámetro influye en el tiempo de concentración y en la mayoría de los índices morfométricos, se obtienen a partir del mapa digitalizado e la red de drenaje alcanzando una longitud de 9,34 km.

Clases de valores de longitud del cauce principal	
Rangos de longitud	Clases de longitud del cauce
6.9-10.9	Corto
11-15	Mediano
15.1-19.1	Largo

Ingresando en la clase de valores en la longitud es de cauce corto



4.3. Desnivel altitudinal

De acuerdo a los datos emanados sobre el desnivel altitudinal, podemos referir que mientras más alta sea la cuenca puede albergar diferentes tipos de ecosistema tanto en fauna y flora, llegando a alcanzar una altitud de 1860 m.s.n.m lo cual llega a considerarse en la clase de niveles altitudinales.

Da = 2840 cota máxima - **980** cota mínima

Da = 1860 msnm.

Clases de desnivel altitudinal (msnm)	
Rangos de Altitudes	Clases de altitudes
600-1220	Bajo
1221-1841	Mediano
1842-2462	Alto

4.4. Coeficiente de forma

El valor de kf superior a la unidad nos proporciona el grado de achatamiento de la cuenca o el de un río corto, en consecuencia con tendencia a concentrar el escurrimiento de una lluvia intensa así formando grande crecidas.

$$Kf = \frac{14}{24}$$

$$Kf = 0,58$$

Clases de valores de forma	
Rangos de Kf	Clases de forma
.01-.18	Muy poco achatada
.18-.36	Ligeramente achatada
.36-.54	Moderadamente achatada

Con los datos obtenidos fueron de 0,58 donde está en la clase de una subcuenca moderadamente achatada o de subcuenca alargada según (Villon) que el factor de forma >1 son de forma alargada.

4.5 Coeficiente de compacidad

$$Kc = 0,28 \frac{75}{\sqrt{201,47}}$$

$$Kc = 1,48$$

De acuerdo con los resultados pertenecientes a la cuenca se pueden considerar que valores de k_c no pueden ser inferiores a 1, y los valores aproximados a la unidad estos indican a las tendencias a concentrar fuertes volúmenes de agua

El resultado obtenido de la cuenca nos indica la disposición de concentrar fuertes volúmenes de agua, encontrándose en la clase de compacidad de oval redonda a oval oblonga.

Clases de valores de compacidad.	
Rangos de K_c	Clases de compacidad
- 1.25	Redonda a oval redonda
1.25 – 1.50	De oval redonda a oval oblonga
1.50 – 1.75	De oval oblonga a rectangular oblonga

4.6 Índice de alargamiento

$$I_a = \frac{24}{14}$$

$$I_a = 1,71$$

Cuando I_a toman valores muchos mayores a la unidad se trata de cuenca alargadas, mientras que para valores cercanos a 1, se trata de una cuenca cuya red de drenaje presenta la forma de abanico y tienen un río principal corto.

De acuerdo con los resultados del índice de alargamiento de 1,71 el rango de I_a se presenta en la cuenca de moderadamente alargada.

Clases de valores de alargamiento	
Rangos de I	Clases de alargamiento
0,0-1,4	Poco alargada
1,5-2,8	Moderadamente alargada
2,9-4,2	Muy alargada

4.7. Coeficiente de masividad

$$K_m = \frac{1910}{201,47}$$

$$K_m = 9,48$$

Estos valores son bajos en cuencas montañosas y altos en cuencas llanas

Clases de valores de masividad	
Rangos de Km	Clases de masividad
0-35	Muy Montañosa
35-70	Montañosa
70-105	Moderadamente montañosa

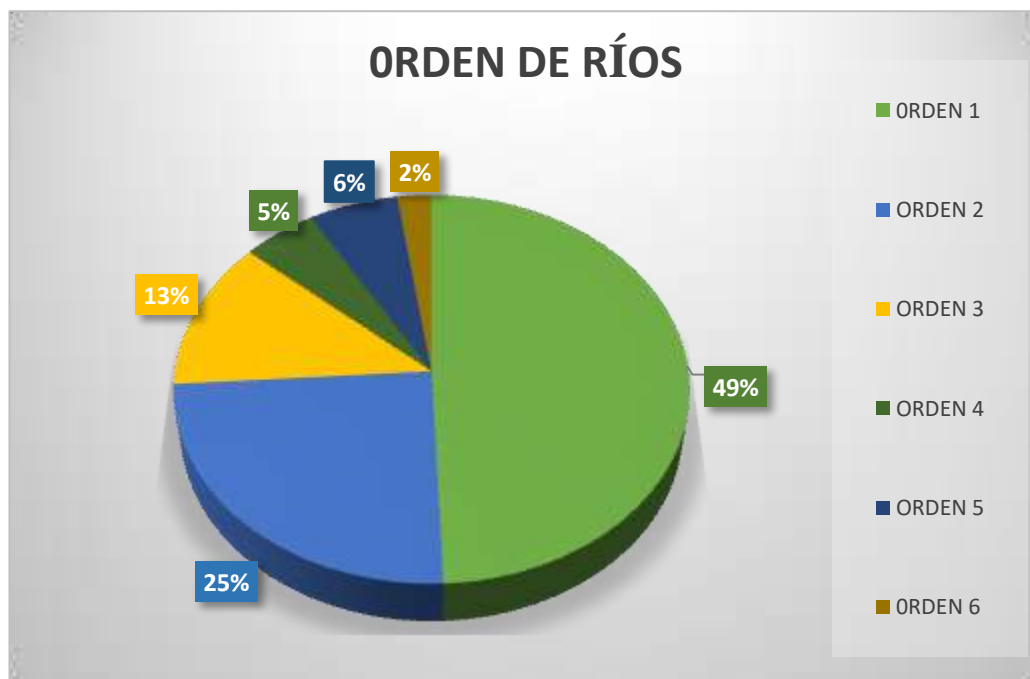
Realizados los cálculos de la cuenca su coeficiente de masividad nos lanzó un valor de 9,48 lo cuenca se identifica como una cuenca muy montañosa de acuerdo con los rangos de valores de la tabla.

4.8. Orden de corrientes

Este índice nos muestra el grado de estructura de la red de drenaje que presenta mientras mayor sea el grado de corrientes, mayor será la red y su estructura más

definida así mismo a un mayor orden que presenta la cuenca nos indica la presencia de controles estructurales del relieve y una mayor posibilidad de erosión.

Clases de orden de corriente	
Rangos de ordenes	Clases de orden
1-2	Bajo
2.1-4	Medio
4.1-6	Alto



Las ordenes de corriente de la cuenca de Papachacra tiene un orden 6 lo cual nos indica que se encuentra en rangos altos por general con el tiempo esta podría presentar un índice de erosionabilidad, de acuerdo con los resultados obtenidos se

observa que los ríos de orden 1 tiene un 49% de la totalidad un 25% de orden 2, un 13% de orden 3, 6% de orden 5, 5% de orden 4 y un 2% de orden 6 lo cual llega a ser de cauce principal.

4.9. Densidad de drenaje

La densidad de drenaje varía inversamente con la extensión de la cuenca, con el fin de catalogar una cuenca bien o mal drenada analizando su densidad de drenaje se puede considerar que los valores de D_d próximos a $0,5 \text{ km/km}^2$ o mayores a estos nos indican la eficiencia de la red de drenaje

De acuerdo con los datos y comparados con los rangos de valores la de se le considera en la clase de moderada con un valor de $1,98 \text{ km/km}^2$, la red de drenaje está influenciada por la lluvia y la topografía por eso se considera que valores altos de D_d corresponden a grandes volúmenes de escurrimiento, al igual que mayor desplazamiento de las aguas lo que producirán asensos de las corrientes, en épocas de estiaje se esperan valores más bajos del caudal en cuencas de alta densidad de drenaje y de fuertes pendientes, mientras que en cuencas planas y de alta densidad de drenaje se espera estabilidad del régimen de caudal debido al drenaje subsuperficial y al aporte subterráneo.

4.9.1 Número de escurrimientos

De acuerdo con los números de afluentes de la sub cuenca que esta presenta de 1741 de lo cual es de valor muy alto, lo cual a mayor número tiene la mayor capacidad de coleccionar y puede presentar mayor erosión.

Clases de valores de escurrimientos	
Rangos de escurrimiento	Clases
0-170	Baja
171-340	Moderada
341-510	Alta
>510	Muy alta

4.9.2. Pendiente media del cauce principal

$$Pm = \frac{1000}{9340} * 100$$

$$Pm = 10,71 \%$$

Clases de valores de pendiente del cauce (grados)	
Rangos de pendiente	Clases
0 - 2	Plano o casi a nivel
2 - 4	Ligeramente inclinado
4 - 8	Moderadamente inclinado
8 - 15	Fuerte mente inclinado
15 - 25	Moderadamente empinado
25 - 50	Empinado
50 - 75	Muy empinado
>75	Extremadamente empinado

El conocimiento de la pendiente del cauce principal de la cuenca es importante para el estudio del comportamiento del recurso hídrico para determinar sus características optimas de su aprovechamiento ya sea hidroeléctrico, en el la solución de problemas se inundaciones que se puedan presentar en la cuenca.

4.9.3. Pendiente media de la cuenca

$$Pmc = \frac{1860}{240000} * 100$$

$$Pmc = 7,75 \%$$

De acuerdo con los datos obtenidos de la pendiente media de la cuenca se lo clasifica esta como una cuenca moderadamente inclinado con un valor de 7,75%

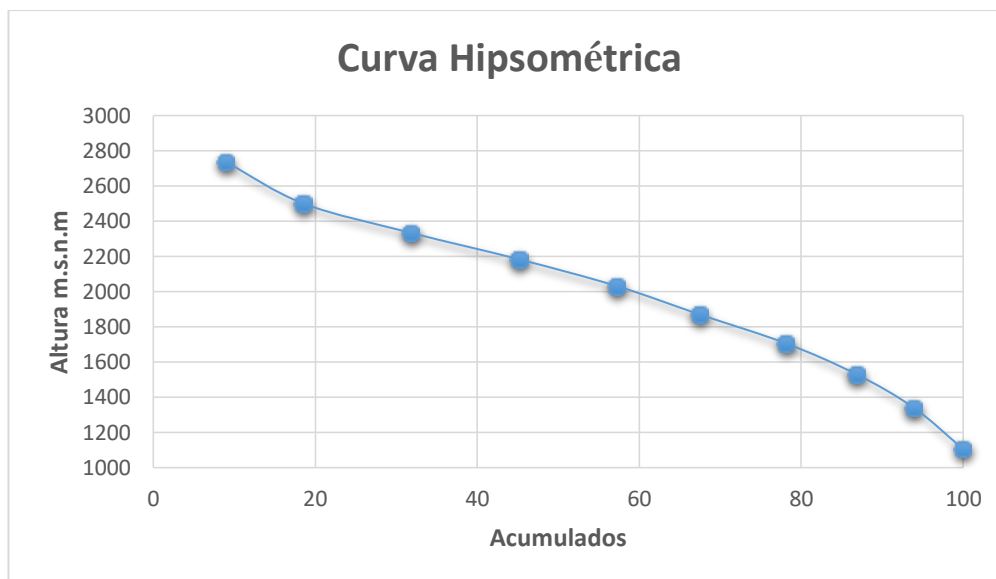
Clases de valores de pendiente del cauce (grados)	
Rangos de pendiente	Clases
0 - 2	Plano o casi a nivel
2 - 4	Ligeramente inclinado
4- 8	Moderadamente inclinado
8- 15	Fuerte mente inclinado
15 - 25	Moderadamente empinado
25 - 50	Empinado
50 - 75	Muy empinado
>75	Extremadamente empinado

4.9.4. Curva hipsométrica

Tabla de resultado para la obtención de la curva hipsométrica

Número	Min	Max	Prom	Área	Acumulado	% Acumulado	% intervalo
1	970	1242	1106	123,0	2014,9	100	6
2	1243	1439	1341	142,7	1891,9	94	7
3	1440	1622	1531	174,9	1749,2	87	9
4	1623	1789	1706	215,6	1574,3	78	11
5	1790	1952	1871	204,8	1358,6	67	10
6	1953	2109	2031	243,0	1153,9	57	12
7	2110	2256	2183	269,3	910,8	45	13
8	2257	2410	2333,5	267,9	641,5	32	13
9	2411	2589	2500	192,7	373,6	19	10
10	2590	2882	2736	180,9	180,9	9	9

2014,9



La curva hipsométrica es la representación gráfica de la variación altitudinal de la cuenca y ésta se obtiene tomándose los valores del área que está por debajo de una determinada altura, que inicialmente del punto más bajo e ira aumentando de acuerdo a los valores de las cotas de la curva de nivel.

De acuerdo con los datos obtenidos esta curva se determina una cuenca en equilibrio en etapa de madurez.

4.9.5. Limitaciones y amenazas

De acuerdo con los objetivos trazados se realizó la visita a la cuenca para poder verificar las amenazas y las limitaciones que tienen los comunarios de la subcuenca lo cual en una encuesta realizada manifestaron que la principal limitación es la accesibilidad a la comunidad ya que ellos no tienen como sacar su productos a los mercados en muchos casos pierden su producción,

Y también en épocas de lluvias cuando estas son continuas los ríos alcanzan muchas veces a desbordar y a inundar sus cultivos, la comunidad de Papachacra se encuentra en la parte alta de la subcuenca, donde mayormente se dan estos problemas y también

en el año 2011 sufrieron un incendio en la sub cuenca llegando a perderse grandes pastizales, también mencionaron que no se realizó ningún trabajo de prevención para evitar estos problemas. (ver anexo figura 3-4).

4.9.6 Plantaciones

Para las áreas de plantación se identificaron 5 áreas en donde rinden las condiciones para la plantación

Cuadro N° 1: áreas de plantación

Plantación	Pendiente %	Superficie (Ha)	Especie	Método	Distanciamiento	Cantidad requerida
1	15	2.5	Pino radiata	3 Bolillos	3*3 m	2777
2	12	3.5	Pino radiata	3 Bolillos	3*3 m	3888
3	12	1.4	Pino radiata	3 Bolillos	3*3 m	1555
4	10	4	Pino radiata	3 Bolillos	3*3 m	4444
5	12	6	Pino radiata	3 Bolillos	3*3 m	6666
TOTAL		17.40				19333

4.9.7 Descripción de las áreas de plantación

El área de plantación en donde se realizara de la sub-cuenca consta de una superficie de 17.40 ha, para la plantación se utilizara la especie de pinus radiata (*De Don*) por su características rápido crecimiento y por la adaptabilidad que tienen estas especies ya que son tolerantes alas sequias, el método de plantación será en tres bolillos con un distanciamiento de 3 por 3 lo cual son más recomendables.

Número de plantas requeridas para el área

$$NP = \frac{174000m}{9}$$

NP = 19333 plantas

4.9.8. Construcción de barreras físicas

4.9.9 Diques de piedra

Esta práctica es especialmente útil cuando el suelo de la cárcavas es muy pedregoso para un buen efecto de estabilización lo diques deben ser construidos con un espaciado que estos permitan que la partes superior queden al mismo nivel de la base del muro anterior, estos diques reducirán el arrastre de los sedimentos y la retención de estos en los afluentes ya que estos arrastran mucho sedimento, e identificaron 4 cauces en donde se emplazaran las obras

Diseño de un dique de piedra

Se construirá el dique de piedra en donde se tomó una cárcava con una pendiente de 12% y de 4m de ancho, la altura total de diques de 1,50, altura efectiva de 1,20 m con una dimensión de vertedero de 0,50 m, de ancho del dique de 0,50 m



Cuadro N° 2: número de diques pendiente, áreas y distanciamiento

Afluentes	Pendiente %	Área (Ha)	Distanciamiento (m)	Numero de diques
1	12	1.3	10	8
2	15	0.9	8	9
3	18	1.2	7	7
4	20	0.8	6	7
TOTAL		4,20		31

La distribución espacial calculada no debe ser aplicada estrictamente con las medidas estimadas ya que en el campo deben localizarse los sitios más apropiados para su construcción y en algunos casos deberán recorrerse los diques aun lugar más efectivo o en donde se capte la mayor cantidad de azolves.

4.9.8. Zanjas de infiltración

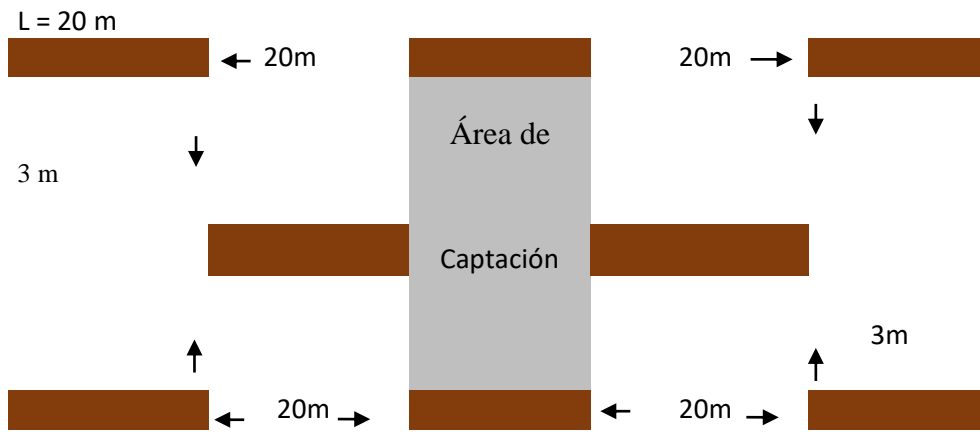
Para la construcción de las zanjas de infiltración se ubicaron en 2 áreas donde estas las plantaciones la plantación 1 que tiene un área de 2,5 ha y la plantación 5 con un área de 6 ha

Cuadro N° 3: áreas de las zanjas de infiltración

N°de zanjas	Área(Ha)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Pendiente %	Dv (m)	Dh(m)	Dst (m)
1	2,5	0,50	0,40	15	3	20	20
2	6	0,50	0,40	12	2	17	17

De acuerdo con los resultados obtenidos las construcciones de las zanjas de infiltración al fin que esta capten el agua y que intercepten de manera óptima de dimensiones de 0,40 m de profundidad y de 0,50 m de ancho para el área de 2,5 ha debe de ser siguiente, 20 m de longitud, el distanciamiento horizontal de 20, distanciamiento vertical de 3m para una pendiente de 15%.y para el área de 6 ha para una pendiente de 12% es de 17 m de longitud, 17 m distancia horizontal y 2 m de distancia vertical

Diseño de las zanjas de infiltración



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se determinó que la subcuenca hidrográfica de papachacras tiene un área de 201,47 km², un perímetro de 75 km, un coeficiente de forma kf de 1,50, con un coeficiente de compacidad de kc de 1,48 que nos indican la disposición de concentrar fuertes volúmenes de agua, siendo una subcuenca mediana y mediadamente alargada.
- Se estipuló su pendiente media de la subcuenca de 7,75% moderadamente inclinado y con una pendiente media del cauce 19,19% clasificándose en moderadamente empinado como también sus longitud totales de las corrientes de 398,27 km y su densidad de drenaje de 1,98 siendo moderado.
- De acuerdo a la curva hipsométrica se determinó que la subcuenca de Papachacras se refleja que esta se encuentra en equilibrio y en una fase de maduras, presentando un orden 6 de los ríos con un cauce principal de 6,34 km.
- Se elaboraron los mapas temáticos respectivos tales como mapa de ubicación, pendiente, parámetros morfométricos.
- De acuerdo con el mapa de alternativas se logró identificar a través de la georeferenciación las áreas donde son áreas vulnerables y donde se deben implementar trabajos de conservación.
- De acuerdo en el estado de la subcuenca se identificaron las área respectivas para la plantación con una superficie de 17 ha con especie de pinus radiata (*De Dom*),

- la construcción de diques de piedra en los afluentes y cárcavas para evitar el arrastre de sedimentos , la construcción de zanjas de infiltración en una área de 8,5 ha en dos áreas de la plantación para evitar el arrastre de materia orgánica y la retención de húmeda

5.2. RECOMENDACIONES

- Incentivar un trabajo para realizar la caracterización y un manejo integral de la cuenca a nivel local con entidades pública y privada para tener un mejor detalle de la subcuenca y verificar sus potencialidades.
- Realizar talleres a los comunarios sobre la importancia de la prevención y cuidados del agua especialmente en las cabeceras de éstas.
- Realizar la identificación de las unidades hidrográficas para saber qué es lo que tenemos disponible para aprovechar y conservar de modo racional.
- Realizar trabajos de actitudes de los suelos para verificar que tipo de producción se pueden implementar en la subcuenca por el gran potencial y la disponibilidad de agua que presenta esta.
- Recomendar a las autoridades públicas de la provincia a tener más atención con la comunidad que está dentro de la subcuenca en la accesibilidad de camino ya que ésta es una potencial productora agrícola, y también por ser una de las subcuencas cabeceras de la reserva y fauna de Tariquía.