

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



TESIS PROFESIONAL

**GEOMORFOLOGÍA DEL CASERÍO HIERBA BUENA y ENTORNO, CENTRO
POBLADO PORCÓN ALTO- CAJAMARCA.**

Para optar el Título de Ingeniero Geólogo

Presentado por:

Bach. RAUL AYAY POMPA

Asesor:

Ing. VICTOR AUSBERTO ARAPA VILCA

Cajamarca – Perú.

2018

DEDICATORIA

Con profunda devoción y cariño para mis
padres, al darme la esperanza de vivir al
nacer y legar la dinámica de la vida.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi alma mater, Universidad Nacional de Cajamarca, en especial a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica; a mis docentes, por todas sus enseñanzas y el apoyo brindado para abrirme paso hacia el desarrollo profesional.

Mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que colaboraron en la realización del presente proyecto de Investigación, y en especial al Ing. Arapa Vilca, Víctor Ausberto.

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE.....	iii
Índice de Tablas.....	viii
Índice de Figuras.....	x
LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	xviii
RESUMEN.....	xix
ABSTRAC.....	xx
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II.....	3
MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
2.2. BASES TEÓRICAS.....	4
2.2.1. Cartografiado Geomorfológico.....	5
2.2.2. Fundamentos de la Cartografía Geomorfológica.....	6
2.2.2.1. Morfología.....	6
3.4.1.1.1. Morfografía:.....	6
2.2.2.1.1.1. Topografía.....	6
2.2.2.1.1.2. Configuración de las geoformas.....	8
2.2.2.1.1.3. Diseño de los contornos de las geoformas.....	8
3.4.1.1.2. Morfometría:.....	9
3.4.1.1.3. Composición Litológica de las Unidades Geomorfológicas.....	12

	Pág.
3.4.1.1.4. Morfodinámica.....	12
2.2.2.1.1.4. Características y clasificación de los procesos morfodinámicos:.....	13
2.2.2.2. Morfogénesis.....	14
3.4.1.1.5. Ambientes Morfogenéticos.....	14
2.2.2.2.1.1. Ambiente Morfoestructural:.....	15
2.2.2.2.1.2. Ambiente Volcánico:.....	16
2.2.2.2.1.3. Ambiente Denudacional:.....	16
2.2.2.2.1.4. Ambiente Fluvial:.....	17
2.2.3. Clasificación y Categorización Geomorfológica.....	18
2.2.4. Nomenclatura, Coles y Simbología de los Mapas Geomorfológicos.....	18
2.2.4.1. Clasificación y Geoforma Característico.....	19
2.2.4.2. Definición de los Colores para los Polígonos.....	20
2.2.4.3. Simbología de Formas de Terreno y Procesos.....	20
2.2.5. Perfiles Morfométricos.....	20
2.3. DEFINICIÓN DE TERMINOS BÁSICOS.....	22
CAPÍTULO III.....	23
MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
3.1.1. Ubicación Geográfica:.....	23
3.1.2. Ubicación Política.....	23
3.1.3. Accesibilidad.....	24
3.1.4. Clima y Vegetación.....	25
3.1.4.1. Clima.....	25
3.1.4.1.1. Precipitación.....	26

	Pág.
3.1.4.1.2. Temperatura Media.....	26
3.1.4.2. Vegetación.....	27
3.1.5. Hidrología.....	27
3.1.5.1. Delimitación de la Cuenca.....	27
3.1.5.2. Subcuenca del Cajamarca – Porcón.....	27
3.2. PROCEDIMIENTOS.....	28
3.2.1. ETAPA I: Revisión bibliográfica.....	28
3.2.2. ETAPA II: Trabajo de campo.....	28
3.2.3. ETAPA III: Elaboración del informe final.....	28
3.2.4. METODOLOGÍA.....	28
3.3. MATERIALES.....	28
3.3.1. Instrumentos y equipos.....	28
3.4. CONTEXTO GEOLÓGICO.....	29
3.4.2. GEOLÓGICO LOCAL.....	29
3.4.2.1. Secuencia Volcánica de Lavas.....	29
3.4.2.1.1. Lava Coherente.....	29
3.4.2.1.2. Lava con Disyunción esferoidal.....	30
3.4.2.2. Secuencia Volcánica de Piroclastos del volcánico Huambos.....	31
3.4.2.2.1. Depósito de Bloques y Cenizas.....	31
3.4.2.2.2. Depósito de Tobas y Cenizas.....	32
3.4.2.2.3. Depósito de Escombros.....	33
3.4.2.3. Sedimentos Resientes del Cuaternario.....	34
3.4.2.3.1. Depósito Fluvial.....	34
3.4.2.3.2. Depósito Coluvial.....	35

	Pág.
3.4.2.3.3. Depósito Aluvial.....	36
3.5. CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO.....	37
3.5.1. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS.....	37
3.5.1.1. Unidades por Procesos Morfoestructural.....	38
3.5.1.1.1. Escarpe Estructural.....	38
3.5.1.1.2. Cerros.....	39
3.5.1.1.3. Pendientes.....	40
3.5.1.2. Unidades por Procesos Denudativo.....	41
3.5.1.2.1. Superficies de Aplanamientos.....	41
3.5.1.2.2. Colinas.....	41
3.5.1.2.3. Deslizamiento.....	43
3.5.1.2.4. Caída de Rocas.....	45
3.5.1.2.5. Solifluxión.....	45
3.5.1.2.6. Deslizamiento de Rocas Fracturadas.....	46
3.5.1.2.7. Lomas.....	47
3.5.1.2.8. Pie de Monte.....	48
3.5.1.3. Unidades por Procesos Fluvial.....	48
3.5.1.3.1. Terrazas Aluviales	48
3.5.1.3.2. Marmitas o Pilancones.....	50
3.5.1.3.3. Llanura de Inundación.....	51
3.5.1.3.4. Caídas de Agua.....	52
3.5.1.3.5. Cauces.....	53
3.5.1.3.6. Lagunas.....	54
3.5.1.3.7. Planicie de inundación.....	55

	Pág.
3.5.1.4. Unidades por Procesos Volcánico.....	55
3.5.1.4.1. Disyunción Columnar.....	56
3.5.1.4.2. Cono de Ceniza Volcánica.....	56
3.5.1.4.3. Bloques por Descompresión.....	57
CAPÍTULO IV.....	58
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	58
4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	58
4.1.1. Morfometría.....	58
4.1.1.1. Pendiente de la superficie.....	58
4.1.1.2. Forma de la superficie.....	59
4.1.1.2.1. Corte Morfométrico A – A'.....	60
4.1.1.2.2. Corte Morfométrico B – B'.....	63
4.1.1.2.3. Corte Morfométrico C – C'.....	66
4.1.1.2.4. Corte Morfométrico D – D'.....	69
4.1.1.2.5. Corte Morfométrico E – E'.....	72
4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	75
CAPÍTULO V.....	83
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	83
5.1. CONCLUSIONES.....	83
5.2. RECOMENDACIONES.....	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
ANEXOS.....	87

Índice de Tablas	Pág.
Tabla 1: El perfil de la topografía.....	7
Tabla 2: La forma de la topografía.....	7
Tabla 3: Configuración de las geoformas.....	8
Tabla 4: Diseño de los contornos de las geoformas.....	9
Tabla 5: Índices de contraste de relieve.....	10
Tabla 6: Índices de Inclinación de laderas.....	10
Tabla 7: índices de longitud de la ladera.....	11
Tabla 8: Formas de la Ladera.....	11
Tabla 9: Clasificación de remoción en masa.....	12
Tabla 10: Relación de procesos geodinámicos y categorías Geomorfológicas.....	14
Tabla 11: Clasificación del Ambiente y sus Geoformas característicos.....	20
Tabla 12: Colores establecidos para los polígonos de las unidades geomorfológicas.....	21
Tabla 13: Leyenda de mapa Morfométrico.....	22
Tabla 14: Delimitación del área de Investigación.....	24
Tabla 15: Vías de Acceso principales a la zona de estudio.....	25
Tabla 16: Clima promedio en la prov. De Cajamarca 2016, Estación Weberbauer.....	26
Tabla 17: Variación de la precipitación – Estación Weberbauer 2016.....	27
Tabla 18: Inclinación de las superficie de las Unidades Geomorfológicas y su descripción..	59
Tabla 19: Tipo de Ambiente, Cantidad de Geoformas y Cantidad de área que ocupan.....	76
Tabla 20: Número de Geoformas por el tipo de geoformas, códigos y el área que ocupan en el Ambiente Denudacional.....	77
Tabla 21: Número de Geoformas por el tipo de geoformas, códigos y el área que ocupan en el Ambiente Fluvial.....	78

Tabla 22: Número de Geoformas por el tipo de geoformas, códigos y el área que ocupan en el Ambiente Estructural.....	79
Tabla 23: Número de Geoformas por el tipo de geoformas, códigos y el área que ocupan en el Ambiente Volcánicos.....	80
Tabla 24: Unidades Geomorfológicas del caserío Hierba Buena y entorno, con sus códigos, áreas y el tipo de proceso.....	81

Índice de Figuras

Pág.

Figura 1: Relación entre los atributos topográficos y los niveles categóricos del sistema de las clasificaciones de las geoformas. (Carvajal, et al, 2004).....	7
Figura 2: Perfil esquemático de una ladera y la relación entre las forma de la misma y los procesos generados en ella. (Tomado y modificado de Delrymple y otros 1968 en Cortés, 1989).....	14
Figura 3: Perfil Esquemático del Ambiente Estructural; Mostrando las Unidades Morfoestructurales con laderas estructurales, Crestas estructurales, Mesetas estructurales y Laderas erosiónales con procesos erosivos variables. (Robertson y Jaramillo, 2012).....	16
Figura 4: Perfil esquemático con laderas estructurales y denudacionales con terrazas aluvial torrenciales de edad relativa variable. (Robertson y Jaramillo, 2012).....	18
Figura 5: Perfil esquemático de Ambiente Fluvial. (Robertson y Jaramillo, 2012).....	19
Figura 6: Vista del Centro Poblado de Porcón Alto.	24
Figura 7: Carretera asfaltada Cajamarca - Bambamarca, Km 19+950. Cruce al Centro Poblado Porcón Alto.	25
Figura 8: Se aprecia una Carretera afirmada.....	26
Figura 9: Se observa la vegetación típica de la zona, predominantemente la vegetación nativa que en su mayoría son ichus y Pinos.....	28
Figura 10: Se observa la vegetación típica de la zona: Pinos, Quinales, Ichus y pastos en general.....	28
Figura 11: Lava andesíticas coherentes con pseudoestratificación, Referencia, Km. 21+850. Carretera Cajamarca-Bambamarca.....	30
Figura 12: Disyunción esferoidal argilizado, formado por la descompresión del magma...31	
Figura 13: Se evidencia una estructura pseudoamigdaloides, evidenciando un significativo proceso de exfoliación esferoidal; En (a) presenta un tamaño aproximado de 12cm (Referencia Camino en Caserío Hierba Buena) y en (b) presenta un tamaño de 45 cm (Ref. Km 19+750).....	31

Figura 14: Se aprecia presencia de Stock Word, en su mayoría está formado por venillas; ubicado en Caserío de Hierba Buena.....	31
Figura 15: Dos secuencias volcánicas en contacto, en el corte de Carretera Cajamarca.-Bambamarca en el Margen Izquierdo: En la parte inferior se aprecia Depósito de bloques y Ceniza con gradación inversa de composición andesítica, de coloración grisácea. En la parte superior se evidencia Depósito de Lava con exfoliación esferoidal de composición andesítica con fracturamiento. Referencia Km. 19 +400.....	32
Figura 16: Se evidencia dos secuencias Volcanicas en el corte de Carretera Cajamarca-Bambamarca en margen izquierdo: una secuencia superficial de piroclastos de un espesor aproximado de 180m, con un color pardo amarillo producto de la erosión; la otra secuencia de lava coherente masiva es de un color gris blanquesina, con presencia de pirita, además la parte superficial es de un color amarillento, producto de la alteración. Referencia Km. 20 +200.....	33
Figura 17: Se aprecia en contacto dos secuencias volcánicas: Secuencia volcánica coherente de coloración grisácea de composición andesítica y una secuencia volcánica piroclástica, de coloración pardo amarillo. Referencia Km 20 + 500.....	33
Figura 18: Secuencia de tobas y cenizas de coloración gris blanquecina con un espesor aproximado de 4.50m y una secuencia de cenizas y lapilli de color pardo amarillento con un espesor aproximado de 1.00m; ubicado en el caserío de Minas Puntas.....	34
Figura 19: Secuencias de abalanchas con litoclastos, separadas por una capa de cenizas de espesor aproximado de 10cm; ubicado en el caserío de Chilimpampa Baja.....	35
Figura 20: Se evidencia la presencia de un horizonte de gravas y canto mal clasificado y mal gradado, en un depósito de limos, arcillas y arenas de coloración gris oscuro. Ubicado en el caserío Hierba Buena.....	36
Figura 21: Se puede evidenciar la presencia de horizontes de gravas y cantos mal gradados, englobados en material limo arenoso de color pardo amarillo. Ubicado en el caserío Hierba Buena.....	36
Figura 22: Se evidencia la presencia de fragmentos que varían desde 1 - 8cm, en su mayoría encontramos fragmentos 3 - 5cm de tamaño. Referencia Km. 19+900. Margen derecho en Carretera Cajamarca-Bambamarca.....	37

Figura 23: Se aprecia en corte de carretera Cajamarca – Bambamarca, margen derecho de la parte superior (a) se puede apreciar un horizonte de fragmentos de roca angulosos a subangulosos de tamaño aproximado entre 4 - 10cm. En la parte inferior (b) se puede apreciar fragmentos angulosos de un tamaño aproximado hasta 80cm. Referencia Km. 19+000.....	37
Figura 24: Ubicado en una de las quebradas del río Porcón en el caserío de Hierba Buena, se evidencia la presencia de clastos subangulosos consolidados que varían de un tamaño aproximado desde 1 - 10cm de diámetros.....	38
Figura 25: Ubicado en el río Porcón en el caserío Cochapampa, se evidencia la presencia de clastos subangulosos consolidados que varían de un tamaño aproximado desde 5 - 20cm de diámetros.....	38
Figura 26: Se evidencia la presencia de un escarpe estructural, en vista frontal de la estructura que tiene una longitud aproximadamente 1.8 km.....	39
Figura 27: En (a) vista de perfil del escarpe que tiene un desnivel aproximadamente de 12 - 15m de altura; En (b) se aprecia escarpe con presencia de fracturas; ubicado entre los caseríos de Chilimpampa Baja y Chilinquey.....	40
Figura 28: Cerro Chochorco, ubicado al este del centro poblado de Porcón Alto.....	40
Figura 29: Cerro Hatun Loma, ubicado al NE del Centro Poblado Porcón Alto.....	40
Figura 30: Cerro Minas Punta, ubicado al norte del centro poblado de Porcón Alto.....	41
Figura 31: Pendientes de aproximadamente entre 30° - 60°, correspondiente al primer sector. Ubicado entre los caseríos de San Pedro, Porcón Alto y Hierba Buena.....	41
Figura 32: Pendiente del primer sector, desde 30° - 45° hacia el margen izquierdo de la carretera afirmada; Pendiente de segundo sector, desde 40° - 65° aproximadamente, que forma parte del cerro Quilish.....	41
Figura 33: Superficie de Aplanamiento ocupando gran extensión de Terreno, ubicado en el caserío de Minas Punta.....	42
Figura 34: Superficie de Aplanamiento, el cual es aprovechado para los invernaderos de Florerías.....	42

- Figura 35: En (a) Colina con cima redondeada, ubicado en rocas volcánicas muy fracturados, ubicado en el Caserío de Hierba Buena. En (b) colina con cima ligeramente redondeado, el cual ocupa una considerable área, ubicado en la parte alta del Caserío de Hierba Buena.....43
- Figura 36: En (a), se aprecia cima alargada con pendiente de 17° ; en (b) se aprecia cima alargada y ligeramente redondeada con pendiente de 23° . Ubicados en el Caserío de Minas Punta y el Caserío de Chilimpampa Baja respectivamente.....43
- Figura 37: Se aprecian en (a) dos colinas con cimas estrechos y con bases alargados, con pendientes de aproximadamente de 24° .; en (b) se aprecia colina con cima ligeramente redondeado; ambos (a) y (b), están ubicados en el Caserío de Hierba Buena.....43
- Figura 38: En (a) y (b), se aprecian colinas con cimas ligeramente redondeadas; con inclinación de pendientes mayores a 16° . Ubicados en el Caserío Chilenuquey y el Caserío Los Lirios respectivamente.....43
- Figura 39: Se aprecia más de dos elevaciones de van a conformar una colina con cima alargada, ubicada en la parte alta del Caserío de Hierba Buena.....44
- Figura 40: Deslizamiento Menor Activo (Ddma 1), ubicado en la parte alta del caserío Hierba Buena, en el cual se aprecia un escarpe principal; también se puede apreciar que la base la longitud de la base es mas grande que el cuerpo, indicando que la litología es netamente material no consolidado con abundante presencia de agua.....44
- Figura 41: Deslizamiento Mayor Inactivo (Dmi 1), ubicado en el margen izquierdo del Río Porcón, en el caserío de Hierba Buena, en dirección aguas abajo; en el cual podemos apreciar un escarpe secundario. Este presente deslizamiento es favorecido por el río, ya que va erosionando la base del deslizamiento; a la misma vez este está favorecido por que litológicamente es de material cuaternario no consolidado.....45
- Figura 42: Deslizamiento Mayor Activo (Dma 1), ubicado en el caserío de Quishuar Pata, al NE del Centro Poblado Porcón Alto; en el cual podemos encontrar escarpe principal bien diferenciado; el deslizamiento litológicamente está en material cuaternario. En la figura (a) se aprecia un paleocorona que en años anteriores se ha producido el deslizamiento; en la figura (b) se aprecia una parte de la base, el cual llega a tener una longitud aproximada de 20m. Hace un año se produjo el deslizamiento, afectando la línea de trasmisión de energía

	Pág.
eléctrica y poniendo en riesgo a la población circundante, catalogandose el deslizamiento en un peligro latente.....	45
Figura 43: Deslizamiento Menor Inactivo (Dmi), ubicado en el caserío de Quishuar Pata...46	46
Figura 44: Caída de Rocas, ubicado en margen derecho de la carretera a Porcón Alto; en el caserío de Hierba Buena. Referencia Km. 0 + 750.....	46
Figura 45: Solifluxión en el caserío de Hierba Buena, ubicado al margen derecho del río Porcón aguas abajo.....	47
Figura 46: En (a) ubicado en el caserío de Cochapampa, el cual es aprovechado para pastoreo y la agricultura; en (b) ubicado en el caserío de Los Lirios.....	47
Figura 47: Deslizamiento de rocas fracturadas, ubicada en el corte de carretera hacia Porcón Alto, margen derecho; Caserío de Porcón Alto. Referencia Km. 0 + 850.....	47
Figura 48: En (a) y (b), se aprecian Lomas con Cimas redondeadas, con pendientes de aproximadamente entre 12° - 16°; cubiertas por material orgánico, ambas ubicadas en el Caserío Los Lirios.....	48
Figura 49: Lomas con Cimas redondeadas y con base ligeramente redondeadas, con pendientes de aproximadamente entre los 12° - 16°; ubicadas entre los Caseríos de Hierba Buena y Los Lirios.....	48
Figura 50: Geoformas de Lomas, situadas en la parte NE del Centro Poblado de Porcón Alto; ubicadas entre los caseríos de Hierba Buena y Los Lirios. Con pendientes que van desde los 13° - 16°.....	48
Figura 51: Lomas que tienen de 15 y 16°, ubicadas en las partes altas del caserío Hierba Buena; gran parte de estas están cubiertas por materia orgánica.....	49
Figura 52: Pie de Monte, ubicado en caserío de Hierba Buena.....	49
Figura 53: Evidencia de 3 terrazas al margen derecho, aguas abajo del río Porcón, ubicado en el caserío Hierba Buena; Fta-01, tiene un espesor aproximado de 20cm; Fta-02, tiene un espesor de 30cm y la Fte-03 lo ubicamos en ambos márgenes del río, teniendo un espesor aproximado de entre 2 - 3m.....	50

Figura 54: Ubicado en el río Porcón en el caserío de Hierba Buena; Estratificación de intercalación de clastos con materia orgánica con espesores aproximados de 5 - 10cm de materia orgánica con clastos de 30 - 50cm. de diámetro.....	50
Figura 55: Se evidencia 2 niveles de terrazas; TA-07, es aprovechado para la ganadería y agricultura; TA-08, es de espacio reducido, se encuentra en margen de la quebrada, ubicada en el caserío de Hierba Buena.....	51
Figura 56: Podemos evidenciar 3 niveles de terrazas; Fta-01, es aprovechado para cultivos por tener gran contenido de materia orgánica; Fte-01, es aprovechado para el sembrío de cultivos y pastos; Fte-02, es aprovechado para construcción de viviendas, siendo esta de mayor extensión.....	51
Figura 57: Marmitas en el cauce del río Porcón, En (a) presenta un diámetro de la marmita de 70cm de diámetro aproximadamente; (b) Marmita presenta un diámetro de 60cm.	52
Figura 58: Marmita con restos de cantos de diámetro hasta de 120cm; esta labrada parte de ella en roca y en su mayoría esta en sedimento consolidado con un diámetro mayor a 1m., ubicado en el río Porcón.....	52
Figura 59: Llanura de inundación por acreción lateral, producido por la deriva lateral de la pared por donde transcurre el río; ubicado en el caserío de Quishuar Pata, en el entorno del río Porcón, en el margen izquierdo aguas abajo, el cual discurre de NW a SE.....	53
Figura 60: Llanura de inundación por acreción vertical, producido por la sedimentación vertical por deposición de partículas por donde transcurre el río; ubicado en el caserío de Quishuar Pata, en el entorno del río Porcón, en el margen izquierdo aguas abajo, el cual discurre de NW a SE; estos espacios son aprovechados por los pobladores para la agricultura y ganadería.....	53
Figura 61: Salto de agua en el caserío Hierba Buena, ubicado en el río Porcón, la figura (a) tiene una altura de salto de agua (Fsa 1) de aproximadamente de 2.20m. y la figura (b) tiene una de salto de agua (Fsa 4) de aproximadamente de 1.80m.....	54
Figura 62: Se evidencia saltos de agua: La figura (a) (Fsa 2) tiene una altura aproximado de 5.00m y la figura (b) (Fsa 3) tiene una altura aproximada de 1.80m; los dos saltos de agua se ubican en el río Porcón, en el caserío de Hierba Buena.....	54

Figura 63: Cauce del río Porcón Permanente, tiene una dirección de NW –SE. En (b) Se aprecia la presencia de un canal de irrigación que ha sido construido por los pobladores, desviando las aguas del río, lo ubicamos en el caserío de Cochapampa, al sur de la zona de investigación.....	55
Figura 64: Laguna Permanente, con presencia de cantos rodados de aproximadamente de 10 - 80cm. de diámetro; es caracterizado por tener la presencia de agua en toda época del año. Ubicado al Sureste del Centro Poblado de Porcón Alto, en el caserío de Chilinquey.....	55
Figura 65: Lagunas Temporales, en (a) con presencia de cantos rodados, ubicado en el caserío de Chilinquey al Sureste del Centro Poblado de Porcón Alto, en el caserío de Chilinquey; en (b) se aprecia la vegetación (especie de totora), ubicado el el caserío de Minas Punta al Noreste del Centro Poblado de Porcón Alto, en el caserío de Minas Punta.....	56
Figura 66: Planicie de inundación (a) ubicado en el caserío de Granja Porcón, con una extensión aproximado de 300m ² . En (b) son pequeñas áreas que se encuentran inmersos en la llanura de inundación como áreas concéntricas de la planicie de inundación.....	56
Figura 67: Disyunción columnar con textura vesicular, los mismos que sirven de centro turístico, ubicado en el caserío de Quishuar Pata.....	57
Figura 68: En (a) se evidencia la presencia de bloques litoclastos, a manera de columnas; En (b) se evidencia la presencia de bloques altamente fracturado.....	57
Figura 69: Se evidencia, que la geoforma a sido, fuertemente erosionada por agentes externos.....	58
Figura 70: En (a) ubicada en el caserío Hierba Buena, con un bloque de diámetro aproximado de 3m.; (b) ubicada en el caserío Los Lirios, bloque con disyunción esferoidal de diámetro aproximado 80cm.....	58
Figura 71: Se determina, que la mayor cantidad de terreno que se ocupa es de 385.45 Has. El mismo que varía entre los grados de 5°-15°. Por otro lado el menor área que ocupa es de 9.98 Has., que varía entre los grados de 16° a mayores que 45°.....	60
Figura 72: Corte Morfométrico A – A'.....	61
Figura 73: Corte Morfométrico B – B'.....	64

	Pág.
Figura 74: Corte Morfométrico C – C'	67
Figura 75: Corte Morfométrico D – D'	70
Figura 76: Corte Morfométrico E – E'	73
Figura 77: Se determina mediante barras el tipo de ambiente respecto a la cantidad de área que ocupa; en donde la mayor cantidad de terreno que se ocupa es el ambiente Denudativo con 510.60 Has. y el menor área que ocupa es el ambiente volcánico, con 2.08 Has.....	77
Figura 78: Distribución de las geoformas de origen denudacional (Barras de color marrón), en donde la geoforma de superficie de aplanamiento ocupa mayor extensión de área de 251.77has. y la geoforma que ocupa menor cantidad de área es Caída de rocas, con 0.44has.....	78
Figura 79: Distribución de las geoformas de origen Fluvial, en donde el que sobresale es la geoforma de río (Fc), ocupando un área de 21.38 has.; la geoforma laguna permanente (Fl) ocupa un área menor que todas las geoformas de este tipo de ambiente fluvial de 0.18 has.....	79
Figura 80: Distribución de las geoformas de origen Estructural, la geoforma que mas área ocupa son pendientes (laderas) y la geoforma que menos área ocupa son los cerros (Sc)	79
Figura 81: Distribución de las geoformas de origen Volcánico; Disyunción Columnar (Vcd) ocupa la mayor cantidad de área, Bloques por descompresión (Vbd) y Cono de Ceniza Volcanica (Vcc) ocupa la menor cantidad de área.....	80

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

C.:	Cota
Cas.:	Caserío
C.P.:	Centro Poblado
°C.:	Grados Celsius
E:	Este.
et al.	y otros.
Fig.:	Figura.
has.:	Hectáreas
ITC:	International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences.
Km.:	Kilómetros.
m.:	Metros
MDE:	Modelo Digital de Elevaciones.
N:	Norte.
Pág.:	Página.
Ref.:	Referencia
SIG:	Sistema de Información Geográfica.
S:	Sur.
W:	Oeste.
WGS:	Sistema Geodésico Mundial

RESUMEN

La tesis se realizó en el caserío Hierba Buena y entorno, perteneciente al Centro Poblado de Porcón Alto, al norte de la ciudad de Cajamarca; teniendo por objetivos, Identificar las unidades Geomorfológicas, Realizar el plano Geomorfológico y Realizar Secciones Morfométricas. Consistiendo en el cartografiado en el plano topográfico - MDE base de las unidades geomorfológicas, para luego ser procesados mediante software ArcGis 10.3, Sas Planet 160606 y AutoCAD 2018, para obtener el mapa analítico aplicando las metodologías de Carbajal, Verstappen (ITC). Apoyado de las imágenes Aster que se procesaron en el software ArcGis 10.3 y la salidas a campo; se obtuvieron cuatro ambientes geomorfológicos: Estructural, Denudacional, Fluvial y Volcánico; determinándose 82 Unidades Geomorfológicas agrupadas en 26 grupos, que se muestra mediante cuadros estadísticos del área que ocupa cada geoforma respecto al tipo de ambiente, utilizando formatos para la toma de datos en campo teniendo en consideración parámetros como Morfometría y Morfodinámica; los resultados se plasmaron en el plano geomorfológico a escala 1:10 000, elaborando cinco secciones morfométricos de acuerdo a la metodología de Sanz,2001; partiendo de la captura fotográfica, que mediante trazos de segmentos continuos sobre el contorno de la geoforma se determinó el tipo de geoforma; los estudios permitieron determinar los factores que influyeron en la configuración actual: en primer lugar los procesos endógenos, como resultado se tiene las Unidades Geomorfológicas de Ambiente Estructural y Unidades Geomorfológicas de Ambiente Volcánico; en segundo lugar actuaron los procesos exógenos, los cuales erosionaron la superficie formándose las Unidades Geomorfológicas de Ambiente Denudacionales y las Unidades Geomorfológicas de Ambiente Fluvial.

Palabras claves: Geomorfología, Geoforma, unidades Geomorfológicas.

ABSTRACT

The thesis was carried out in the village Hierba Buena and surroundings, belonging to the Centro Poblado de Porcón Alto, north of the city of Cajamarca; having as objectives, Identify the Geomorphological units, Realize the Geomorphological plan and Carry out Morphometric Sections. Consisting of the mapping in the topographic map - MDE base of the geomorphological units, to then be processed by software ArcGis 10.3, Sas Planet 160606 and AutoCAD 2018, to obtain the analytical map applying the methodologies of Carbajal, Verstappen (ITC). Supported by Aster images that were processed in ArcGis 10.3 software and field trips; Four geomorphological environments were obtained: Structural, Denudational, Fluvial and Volcanic; determining 82 Geomorphological Units grouped in 26 groups, shown by statistical tables of the area occupied by each geform with respect to the type of environment, using formats for data collection in the field taking into account parameters such as Morphometry and Morphodynamics; the results were expressed in the geomorphological plane at 1:10 000 scale, elaborating five morphometric sections according to the methodology of Sanz, 2001; starting from the photographic capture, that by means of lines of continuous segments on the contour of the geform the type of geform was determined; the studies allowed to determine the factors that influenced the current configuration: first endogenous processes, as a result we have the Geomorphological Units of Structural Environment and Geomorphologic Units of Volcanic Environment; Secondly, the exogenous processes, which eroded the surface, formed the Denominational Geomorphological Environment Units and the Geomorphological Units of Fluvial Environment.

Keywords: Geomorphology, Geoforma, Geomorphological units.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

La zona de estudio comprende el caserío Hierba Buena y su entorno como los caseríos de Quishuar Pata, Cochapampa y Minas Punta del Centro Poblado de Porcón Alto; en donde han ido sucediendo numerosas modificaciones en su relieve, producto de procesos endógenos y exógenos; manifestándose en la actualidad una configuración de distintas unidades geomorfológicas como son las colinas, terrazas, planicies y laderas. Conduciéndonos a realizar el estudio de las unidades geomorfológicas, que radican en la caracterización y descripción de los mismos; contribuyendo un conocimiento de la geomorfología a nivel local, permitiendo establecer un adecuado marco de conocimiento que facilite el análisis de las otras disciplinas; debido a ello se plantea la siguiente interrogante: ¿Cuál es la caracterización de las unidades geomorfológica presentes en el caserío Hierba Buena y entorno, Centro Poblado Porcón Alto. Cajamarca?; por lo cual se plantea la siguiente hipótesis: Las características geomorfológicas de la zona de investigación, se relacionan con los factores litológicos, morfológicos y ambientes de formación en el tiempo geológico; también, las unidades geomorfológicas presentes en el caserío Hierba Buena y entorno, son: colinas, laderas, planicies y terrazas; fueron definidas por los agentes geológicos endógenos y exógenos (que producen meteorización y erosión), dando lugar al modelado actual de la geomorfología.

La justificación de la investigación es, que, los estudios de geomorfología a nivel local, son escasos, en tal sentido este trabajo tiene por finalidad de contribuir a un conocimiento de las Unidades Geomorfológicas del caserío Hierba Buena y entorno; para tal propósito se han tomado en cuenta las características morfoevolutivas que dieron origen a dichas unidades, como el resultado de un balance morfodinámico denudativo y constructivo efectuando el ciclo geomorfológico de los procesos diagenéticos erosivos e intempéricos, proporcionando información actualizada para investigaciones posteriores y aportando nuevos datos que ayudaran a comprender la morfodinámica del área de estudio.

Concerniente a la delimitación espacial, la zona de estudio es el caserío Hierba Buena y entorno, del Centro Poblado Porcón Alto, con una extensión aproximada de 8 Km²; la delimitación de la investigación se centra en el estudio de las unidades geomorfológicas presentes en el caserío Hierba Buena y entorno.

En la investigación se ha tomado en cuenta un objetivo general: Caracterizar las unidades geomorfológicas presentes en el caserío Hierba Buena y entorno, del Centro Poblado Porcón Alto; como objetivos específicos son: Identificar las unidades Geomorfológicas, Elaborar el cartografiado de las unidades geomorfológicas, Realizar el plano Geomorfológico y Perfiles Morfométricos.

Los contenidos de los capítulos se describen a continuación:

Capítulo II. Que corresponde al marco teórico, en los antecedentes internacionales, nacionales y locales, teorías y definición de términos referentes al tema de investigación.

Capítulo III. Materiales y Métodos, se considera la ubicación, accesibilidad, clima y vegetación, Hidrología y los procedimientos, tratamiento, contexto Geológico y contexto Geomorfológico.

Capítulo IV. Análisis y Discusión de Resultados; se describe, explica y se discuten los resultados en función a la morfometría, pendientes de la superficie, forma de la superficie, cortes morfométricos y discusión de resultados.

Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones, de acuerdo a los resultados obtenidos y considerando los objetivos propuestos se determina las conclusiones, asimismo se plantean algunas recomendaciones.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Durán (2014). Cartografía Geomorfológica a escala 1:50 000 del Parque Nacional Lagunas de Montebello – Mexico. Hace mención a mapas Hipsométricos, de Pendientes y Orientación de Laderas; para la construcción del Mapa de Unidades Geomorfológicas

Zotano (2010). Cartografía y unidades geomorfológicas de la provincia de Tetuán, Marruecos. Identifica grandes unidades geomorfológicas y dentro de ellas existen unidades menores. En su clasificación de rasgos geomorfológicos se basa en el método francés de Tricart, (1971), cuyo análisis se basa en distinguir procesos genéticos y agentes climáticos.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Fernández (2011). En su estudio de la Geomorfología de la zona NE de la ciudad de Cajamarca; describe que las geoformas, han sido influenciados por fuerzas endógenas y exógenas, y son el resultado de agentes modeladores como el agua, el viento, el clima y factores bióticos los que han construido el relieve actual, pudiéndose distinguir diferentes unidades geomorfológicas, presentando pendientes de 1° - 3°.

Castro (2010). Geomorfología, Proyecto Zonificación Ecológica y Económica del departamento de Amazonas. Menciona que la configuración de los relieves de la región Amazonas han sido moldeados por procesos geoestructurales y procesos exógenos; los mismos que han dado una caracterización de rasgos geomorfológicos, topográficos y de altimetría de las geoformas presentes en la región.

2.1.3. Antecedentes Locales

Vergara (2017). Caracterización de las unidades geomorfológicas en el distrito de Jesús, Cajamarca. Concluye que las unidades Geomorfológicas Estructurales tuvieron un origen debido a los plegamientos (sinclinal, sinclinal colgado) y fallas normales. Los procesos erosivos afectaron a las rocas silicoclásticas y calcáreas, descarbonatándolas y sedimentando, formando así las unidades geomorfológicas Denudacionales.

Manya (2016). Geomorfología de la laguna san Nicolás y el entorno entre los distritos de Jesús y Namora - Cajamarca. Concluye que las unidades Geomorfológicas Estructurales tuvieron un origen debido a los plegamientos (Sinclinal colgado) y fallas normales. Los procesos erosivos afectaron a las rocas silicoclásticas y calcáreas, descarbonatándolas y sedimentando, formando así las unidades geomorfológicas Denudacionales.

Alcántara (2015). Caracterización Geomorfológica de la zona Shaullo Grande, Llacanora – Cajamarca. Concluye que las geoformas presentes en Shaullo Grande, guarda una estrecha relación con la litología; También menciona que la zona de Shaullo Grande se caracteriza por presentar geoformas estructurales, geoformas denudaciones, y geoformas fluviales.

Mercado (2014). Estudio Unidades Geomorfológicas del Centro Poblado Cumbemayo y alrededores, Cajamarca- Perú. Concluye que la zona Cumbemayo y alrededores se han determinado ocho Unidades Geomorfológicas: Montaña alta moderadamente empinada, pendiente de montaña alta, pendiente de montaña baja, lomadas o colinas, altiplanicie moderadamente alta, altiplanicie moderadamente baja, Estructuras ruiformes y karrens.

2.2. BASES TEÓRICAS

El marco conceptual permite conformar un cuerpo teórico constituido por teorías y conceptos relacionados con el estudio, de modo que permita fundamentar el análisis e interpretar los resultados; en esa lógica, se tomó como base los conceptos relacionados con el estudio de investigación.

Boñón (2011), La geomorfología tiene por objeto la descripción de las formas del terreno, la explicación de su génesis, es decir de su origen y evolución a través del tiempo geológico, así como la explicación y descripción de los agentes geomorfológicos modeladores.

Sala (1996), En su libro: Geomorfología actual: guía conceptual, temática y bibliográfica. Hace mención a James Hutton, (1802), padre de la geomorfología; en donde determina, que

las corrientes de agua son responsables de la formación de los valles por los que circulan, algo que hoy día aparece como tan obvio, y al establecer la relación que existe entre el tronco principal de un curso de agua y sus afluentes, entre el tamaño de las cuencas y el río que contienen.

2.2.1. Cartografiado Geomorfológico

Gilsanz (1969), Es la representación cartográfica del relieve expresadas en unidades geomorfológicas que son delimitadas teniendo en cuenta parámetros morfogenéticos, morfométricos y morfodinámicos, es decir, teniendo en cuenta el origen de las geoformas, la forma y la pendiente, así como los procesos que modelan la superficie terrestre.

(Castillo, Pérez, & Rebolledo, 2004) Los ríos son sistemas dinámicos, complejos y no lineales, cuyos cambios en la Forma y dimensión de sus canales y/o afluentes son direccionados por fuerzas internas y externas (Wohl, 2013), Entre las que destacan el clima y las actividades humanas.

Carvajal, Ricardo Cortez del Valle, & Calderon (2004), Las distintas formas del relieve, se dan durante la reacción entre los procesos naturales y los materiales, que tienden a conformar una superficie horizontal; Esto implica que existen entonces una serie de procesos que permanentemente producen el desgaste de las partes elevadas, y otros procesos que contribuyen a su acumulación, rellenando las partes deprimidas. Los procesos actuantes son externos(o exógenos) e internos (o endógenos).

De donde podemos decir, que la morfología del terreno depende de:

- a) los tipos de materiales.
- b) la disposición estructural.
- c) los procesos naturales que interactúan de acuerdo al ambiente o condiciones externas e internas dominantes.
- d) El tiempo de duración de los mismos.

Lo que nos conlleva a mencionar lo siguiente:

$$Geoforma = \sum \text{Factores Internos} + \sum \text{Factores Externos}$$

El análisis de las condiciones geomorfológicas conduce a:

- a) Entender la influencia y control de las estructuras geológicas regionales sobre las geoformas.
- b) La génesis de las geoformas, que reflejan la dinámica de los procesos naturales actuales: endógenos y exógenos (denudación, acumulación).
- c) Relacionar la geometría de los terrenos (las formas de las laderas) a tipos de movimientos antiguos o activos de remoción en masa.
- d) Establecer la magnitud de la dinámica de los procesos denudativos que están actuando sobre una geoforma en particular.
- e) Las relaciones espaciales de las geoformas, debido a que determinan zonas homogéneas con características litológicas y geomecánicas similares.

2.2.2. Fundamentos de la Cartografía Geomorfológica

La geomorfología involucra y relaciona al paisaje con los procesos que le dieron origen y sus condiciones ambientales. Por lo tanto, para lograr una descripción y caracterización adecuada es necesario representarla y transmitirla en forma gráfica o de mapas.

Para lograr una adecuada cartografía geomorfológica se deben incluir cuatro aspectos principales: (Huertas, et al, 2004).

2.2.2.1. Morfología

Aquí se incluye fundamentalmente los gradientes topográficos y las formas relativas.

3.4.1.1.1. Morfografía:

Corresponde a aspectos relacionados a la geometría y descritos según adjetivos descriptivos y representativos.

2.2.2.1.1.1. Topografía

La topografía se refiere a la sección transversal de una porción de terreno. Puede visualizarse en dos dimensiones mediante un corte topográfico o perfil de la topografía y en tres dimensiones mediante un modelo tridimensional de terreno o forma de la topografía. La caracterización de este rasgo es particularmente importante en áreas de pendiente.

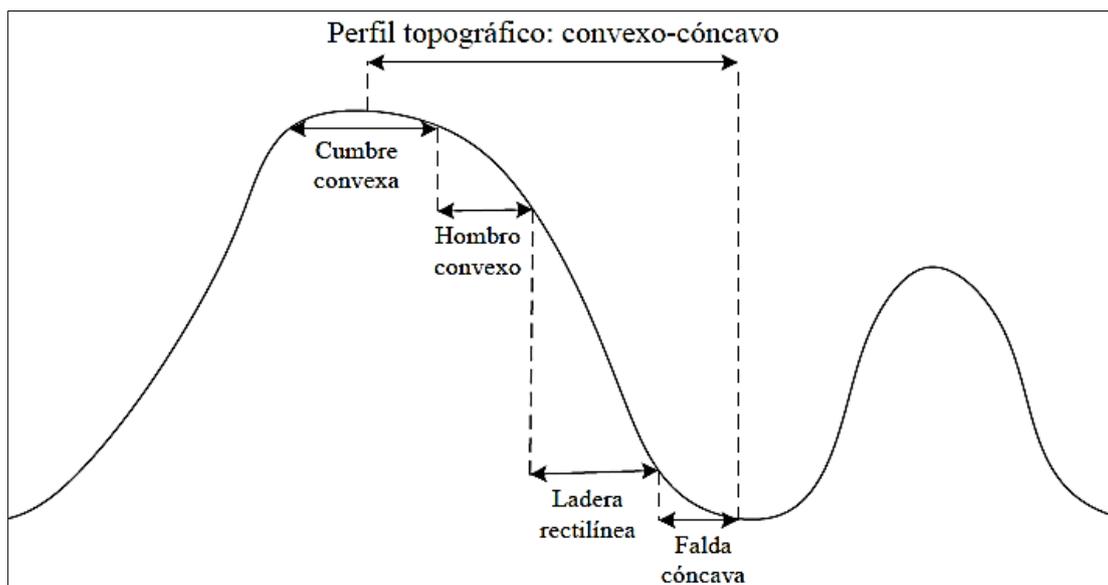


Figura 1: Relación entre los atributos topográficos y los niveles categóricos del sistema de las clasificaciones de las geformas. (Carvajal, et al, 2004).

Tabla 1: El perfil de la topografía.

Clases	Ejemplos
Plano	Mesa. Terraza
Cóncavo	Cubeta, Falda de Vertiente
Convexo	Hombro de Vertiente
Convexo-cóncavo	Complejo de Facetas de Vertiente
Convexo-rectilíneo-cóncavo	Complejo de Facetas de Vertiente
Rectilíneo	Ladera
Con peldaños intermedios	Complejo de Facetas de Vertiente
Con afloramientos rocosos	Complejo de Facetas de Vertiente
Con escarpe rocoso	Complejo de Facetas de Vertiente, Cuesta
Disimétricos	Lomada, Hogback
Irregular	Vertiente

Fuente: (Carvajal, Cortez & Calderon, 2004)

Tabla 2: La forma de la topografía

Clases	Pendiente %	Amplitud del relieve
Plano o Casi Plano	0-2	Muy baja
Ondulado	2-8	Baja
Fuertemente Ondulado	8-16	Baja
Colinoso	16-30	Moderada
Fuertemente disectado	>30	Moderada
Montañoso	>30	Alta

Fuente: (Carvajal, Cortez & Calderon, 2004)

Estreman (2000), La planimetría se refiere a la proyección vertical de los límites de la geoforma sobre un plano horizontal. Es una representación bidimensional de determinados aspectos de la geoforma que controlan estrechamente los patrones de distribución de suelos. La configuración de la geoforma, el diseño de sus contornos, el patrón de drenaje, y las condiciones del medio circundante son los principales atributos descritos para este propósito.

2.2.2.1.1.2. Configuración de las geoformas

Muchas geoformas a nivel de relieve/modelado y forma de terreno tienen configuraciones típicas, que permiten realizar una primera identificación en base a la covarianza entre atributos

Morfográficos y atributos morfogenéticos. Por ejemplo, un albardón es generalmente estrecho y alargado, mientras que una cubeta es ancha y masiva. Los atributos de configuración dan una idea de la masividad o de la estrechez de una geoforma.

Tabla 3: Configuración de las geoformas.

Clases	Ejemplos
Estrecho	Albardón
Ancho	Napa de desborden
Alargado	Dique
Masivo	Cubeta
Anular	Dique Volcánico
Ovalado/elíptico	Dolina
Redondeado	Colina
Triangular	Abanico, Delta
Irregular	Base de Vertiente

Fuente: (Carvajal, Cortez & Calderon, 2004)

2.2.2.1.1.3. Diseño de los contornos de las geoformas

El diseño de los contornos describe el trazado de la periferia de la geoforma a nivel de relieve/modelado y forma de terreno. El mismo puede variar desde rectilíneo (la base de un escarpe de falla) a ondulado (una cubeta deposicional) hasta indentado (un escarpe disectado por erosión). Estas variaciones de contorno desde muy simples trazados lineales hasta complejos trazados convolucionados, que aproximan configuraciones areales, se reflejan en variaciones de la dimensión fractal.

El atributo de diseño de los contornos puede ser utilizado también como un indicador morfogenético indirecto. Por ejemplo, una cubeta de decantación aluvial tiene generalmente una configuración masiva, pero el diseño de los contornos puede variar de acuerdo a la dinámica de las formas vecinas.

Tabla 4: Diseño de los contornos de las geoformas.

Clases	Ejemplos
Rectilíneo	Escarpe
Arqueado	Barra costera
Sinuoso	Albardón deltáico
Lobulado	Cubeta
Denticulado	Escarpe disectado
Digitado	Albardón deltáico (distal)
Irregular	Complejo de cárcavas

Fuente: (Carvajal, Cortez & Calderon, 2004)

3.4.1.1.2. Morfometría:

Trata de aspectos cuantitativos en términos de medidas de longitud, área, forma y pendiente. También se incluye la comparación según la relación geométrica entre las diferentes posiciones espaciales.

La morfometría describe cuantitativamente las características del terreno como longitud, ángulo de inclinación y altura de la ladera y al mismo tiempo determina la distribución de las pendientes (suaves a abruptas, escarpes, concavidad y convexidad.)

a) Contraste de Relieve o relieve relativo

El relieve relativo presenta la diferencia de altitud de la geoforma, independientemente de su altura absoluta o nivel del mar. Ella se mide por la diferencia de alturas entre la parte más baja y alta, llámese colina, montaña, meseta, terraza. Para su aplicación a la Ingeniería Geológica, se definieron las siguientes categorías; de muy bajo, moderadamente alto, alto y extremadamente alto.

Este atributo da una idea cualitativa general de los materiales constitutivos de la geoforma, a la vez que es un indicador de la energía potencial de un sistema de drenaje. La Tabla 5 muestra los rangos de contraste del relieve, y la relación cualitativa de la resistencia de los materiales asociados.

Tabla 5: Índices de contraste de relieve.

Intervalos de Altura	Descripción del Relieve	Resistencia relativa del material
< 50m	Muy Bajo	Material muy blando y erosionable
50-250m	Bajo	Blando erosionable
250-500m	Moderado	Moderadamente blando y erosión alta
500-1000m	Alto	Resistente y erosión moderada
1000-2500m	Muy Alto	Muy resistente y erosión baja
>2500m	Extremadamente Alto	Extremadamente resistente y erosión muy baja

Fuente: (Carvajal, Cortez & Calderon, 2004)

b) **Inclinación de la Ladera.**

La inclinación de la pendiente es el ángulo que forma una ladera o terreno respecto a un plano horizontal. La selección de los intervalos de pendiente se puede realizar teniendo en cuenta la distribución espacial de las pendientes que mejor representen las formas del relieve de acuerdo con la escala de los mapas definidos. En la tabla 7, se presenta un ejemplo de definición de intervalos de pendientes.

Generalmente la inclinación de la pendiente está relacionada con el tipo de material que conforma la unidad morfológica y con la susceptibilidad de dicha unidad a la formación de los movimientos en masa. En general se puede afirmar que existe una relación directa y proporcional. Aunque si es un factor dinámico importante, esta relación no siempre es correlacionable y depende principalmente del tipo de movimiento.

Tabla 6: Índices de Inclinación de laderas.

Inclinación (Grados)	Descripción	Características del material
<5°	Plana o suavemente	Muy Blanda
6°-10 °	Inclinada	Blanda
11°-15°	Muy Inclinada	Moderadamente Blanda
16°-20°	Abrupta	Moderadamente Resistente
21°-30°	Muy Abrupta	Resistente
31°-45°	Escarpada	Muy Resistente
>45°	Muy escarpada	Extremadamente Resistente

Fuente: (Carvajal, 2011)

c) Longitud de La Ladera

La longitud de la ladera es un posible indicador de la homogeneidad del material constitutivo de las geoformas, y se puede establecer una relación entre la longitud de la ladera y la homogeneidad del material (a mayor longitud mayor homogeneidad). Igualmente la longitud de la ladera puede determinar una mayor superficie para el desarrollo de procesos morfodinámicos. Las anteriores relaciones no siempre son válidas y se deben analizar en conjunto con otros atributos que califican la ladera.

Tabla 7: índices de longitud de la ladera.

Longitud (metros)	Descripción
< 50m	Muy Corta
50-250m	Corta
250-500m	Moderadamente larga
500-1000m	Larga
1000-2500m	Muy larga
>2500m	Extremadamente larga

Fuente: (Carvajal, 2011)

d) Forma de la Ladera

La forma de la ladera se puede categorizar en término recto, cóncavo, convexo, ondulado, irregular o escalonado y complejo. Esta expresión de la pendiente refleja la homogeneidad en la resistencia de los materiales, y la presencia o control de estructuras geológicas.

Tabla 8: Formas de la Ladera.

Clase	Características del Material	Fenómenos de remoción en masas asociados
Recta	Alta resistencia y disposición estructural a favor de la pendiente	Movimiento Traslacional
Cóncava	Material blando y disposición estructural no diferenciada.	Deslizamiento Rotacional
Convexa	Material blando y disposición estructural casi horizontal.	Predomina Meteorización y erosión. Pequeños
Irregular o escalonada	Material con resistencia variada. Disposición estructural en contra de la pendiente.	Caída de Bloques. Erosión Diferencial.
Compleja	Mezcla de materiales	Deslizamiento Complejas

Fuente: (Carvajal, 2011)

e) Clasificación de Fenómenos de Remoción en Masas

Tabla 9: Clasificación de remoción en masa.

TIPO DE MOVIMIENTO			TIPO DE MATERIAL ASOCIADO		
			ROCA	SUELO DE INGENIERIA	
				Predominante grueso	Predominante Fino
Caídas			Rocas resistente	Detritos	Tierra
Volcamientos			Rocas muy inclinadas	Detritos	Tierra
Deslizamientos	Rotacional	Pocas unidades	Hundimiento de roca	Hundimiento de detritos	Hundimiento de detritos
	Traslacional	Muchas unidades	Deslizamiento de bloques de roca	Deslizamiento de bloques de detritos	Deslizamiento de bloques de tierras
Propagación Lateral			Roca	Detritos	Tierras
Flujos			Flujo de roca (Crepp profundo)	De detritos	De tierras
				(Creppde suelo)	
REPTAMIENTO (Crepp) (Áreas de gran extensión)			(Crepp profundo)	(Crepp de suelo)	
COMPUESTOS O MULTIPLES: Combinación de dos o más de los tipos anteriores.					

Fuente: (Carvajal, 2011)

3.4.1.1.3. Composición Litológica de las Unidades Geomorfológicas

La composición litológica de las unidades geomorfológicas es un parámetro que se debe tener en cuenta en la cartografía de estas unidades. Para la descripción de este factor se tiene en cuenta los aspectos manejados en la temática de la geología aplicada, es decir: las rocas se clasifican en: duras, intermedias y blandas, y provenientes de rocas Ígneas, Metamórficas y Sedimentarias; los suelos como transportados, traslocados y residuales, con sus divisiones correspondientes y teniendo en cuenta para cada una, el tipo de material que la conforma.

3.4.1.1.4. Morfodinámica

La morfodinámica es la parte de la geomorfología que trata de los procesos geodinámicos externos (principalmente denudativos), tanto antiguos como recientes que han modelado y continúan modelando el relieve y son los responsables del estado actual de las geformas o Unidades de terreno.

Todos los elementos móviles determinados por las fuerzas de cambio, capaces de obtener, transportar y depositar los productos provenientes de la meteorización y de la sedimentación, se conocen como agentes morfodinámicos, siendo los más importantes: la escorrentía del agua lluvia, las olas, corrientes costeras y de mareas; los glaciares y el viento. A estos factores de cambio se pueden agregar los animales y el hombre. Estos agentes son los responsables directos de la mayoría de los procesos geomorfológicos exógenos que afectan la superficie terrestre, ya sea degradándola o bien construyendo nuevos paisajes.

2.2.2.1.1.4. Características y clasificación de los procesos morfodinámicos:

En la metodología para los estudios geomorfológicos aplicados a la geomecánica se deben determinar y clasificar en forma preliminar las zonas que muestren características propias de procesos denudativos (erosión y fenómenos de remoción en masa). Este análisis geomorfodinámico en las laderas; es importante porque los materiales involucrados en estos procesos originan nuevas geoformas con propiedades del material diferente al inicial. Igualmente se modifican las propiedades físicas y mecánicas de los materiales alrededor de las zonas afectadas.

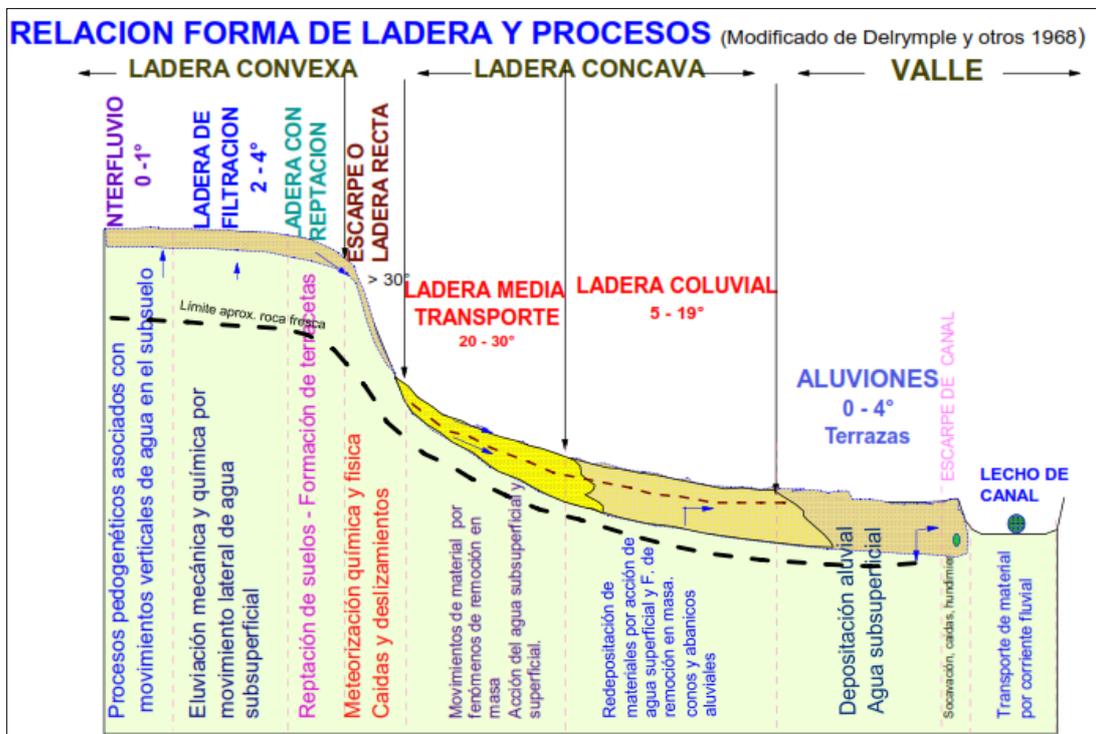


Figura 2: Perfil esquemático de una ladera y la relación entre la forma de la misma y los procesos generados en ella. (Tomado y modificado de Delrymple y otros 1968 en Cortés, 1989).

2.2.2.2. Morfogénesis

Está referido al origen de las diferentes formas de configuración de las geoformas actuales; es decir las causas y procesos que dieron inicio a las geoformas o paisajes. En ese sentido el origen de un paisaje depende de los procesos y agentes que actúan sobre la superficie terrestre en diferentes proporciones e intensidades, y durante intervalos de tiempo geológico.

3.4.1.1.5. Ambientes Morfogenéticos

Para Zinck (2012), El agua, el viento y el hielo son agentes morfogenéticos que causan erosión o deposición de acuerdo a las condiciones ambientales prevalecientes. Las geoformas resultantes son generalmente más homogéneas que las geoformas controladas por la estructura interna. Por esta razón, muchas de las geoformas originadas por agentes externos pueden ser clasificadas a nivel de forma de terreno. Se distinguen aquí seis familias principales de formas de terreno de acuerdo a su origen, tal como sigue.

Tabla 10: Relación de procesos geodinámicos y categorías Geomorfológicas

PROCESOS GEODINÁMICOS (AGENTES)		PROCESO MORFOGENÉTICO	CATEGORIAS GEOMORFOLOGICAS MAYORES	CATEGORIAS GEOMORFOLOGICAS MENORES
INTERNOS (Endógenos)	MORFOESTRUCTURAL	Magmatismo (intrusión Volcanismo) Tectonismo: Compresión, distensión, plegamiento, fallamiento. Sísmicos	Cadenas montañosas (Cordilleras) Altillanuras (Llanos orientales) Piedemonte	Gravens, Horst Valles Sinclinales Laderas Estructurales Anticlinales Piedemonte Cordilleranos Escarpes, laderas irregulares Montaña de pliegue Escarpes de Falla
EXTERNOS (Exógenos)				Valles Intramontanos (Valle Magdalena y Cauca) Altiplanicies Planicies Marinas Superficies Antrópicas
Agua, Hielo, Viento, Gravedad, fenómenos Meteorológicos, Corrientes Fluviales y Marinas, Lluvias Actividad biológica y del hombre	DENUDATIVO (Marino, Fluvial, Glaciar, Eólico, Lacustre, antrópico). (Degradacional)	Formación de: Suelos Depósitos (Residuales; coluviales, aluviales, glaciares, fluvio glaciales, marinos, lacustres). Actividad Humana y/o Biológica.	Llanuras aluviales; Sabanas Llanuras costeras Llanuras Lagunares Campos de duna Planicies Antrópicas	Cerros de deyección Abanicos aluviales Abanicos Glaciar y Fluvio glaciares Llanuras de inundación Espigas Planos Aluviales Terrazas Montículos de basura Planos de relleno
	AGRADACIONAL (Marino, Fluvial, Glaciar, Eólico, Lacustre, Antrópico).			

Fuente: (Carvajal, 2004).

2.2.2.2.1.1. Ambiente Morfoestructural:

Corresponde a las geoformas generadas por la dinámica interna de la tierra, especialmente las asociadas a plegamientos y fallamientos.

El ambiente estructural corresponde a las zonas dominadas por los bloques tectónicos de rocas sedimentarias plegadas y los macizos ígneos – metamórficos sin geoformas marcadas de otros ambientes.

En este contexto, tanto la litología como la estructura de deformación de las rocas inciden para favorecer una disección distintiva de los bloques levantados y plegados. Mientras el grado de plegamiento de las rocas sedimentarias favorece geoformas específicas tales como mesetas y crestas estructurales, la tendencia masiva de las rocas ígneometamórficas tiende a generar la formación de cuchillas con pendientes similares y patrones de drenaje en función de los sistemas de diaclasas y fallas geológicas. Por Tales motivos, los criterios de clasificación se agrupan principalmente en las diferencias litológicas y los controles estructurales de plegamiento y fallamiento que presentan las zonas levantadas. En las rocas sedimentarias plegadas se presentan tres geoformas clásicas en función del buzamientos de las capas de rocas competentes, mesetas, crestas (laderas estructurales) y hogbacks.

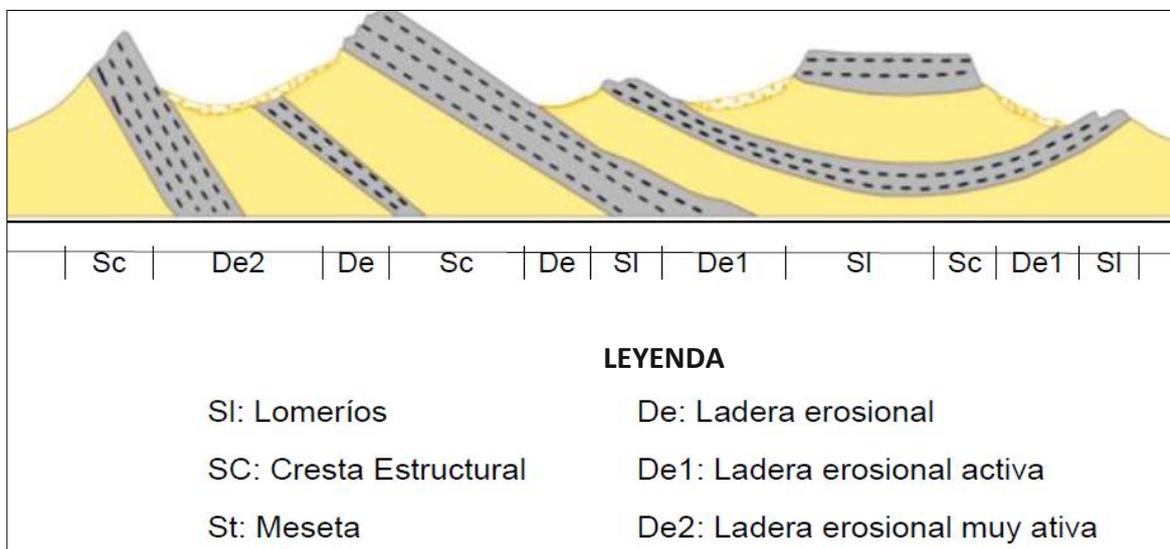


Figura 3: Perfil Esquemático del Ambiente Estructural; Mostrando las Unidades Morfoestructurales con laderas estructurales, Crestas estructurales, Mesetas estructurales y Laderas erosiónales con procesos erosivos variables. (Robertson y Jaramillo, 2012).

2.2.2.2.1.2. Ambiente Volcánico:

Asociado en las regiones donde predominan los procesos que generan geoformas volcánicas por la extrusión de materiales fundidos procedentes del interior de la tierra.

El ambiente volcánico se caracteriza por geoformas construidas a partir de las erupciones magmáticas de carácter lávico y/o explosivo y sus productos. Las geoformas volcánicas se presentan en todos los tamaños desde cráteres de tamaño métrico hasta mesetas lávicas de miles de kilómetros de extensión. También, los distintos tipos de magmas inciden en el comportamiento volcánico, diferenciándose grandes tendencias explosivas de las calderas (riolítica) y lávicas de los volcanes escudo (basáltica) y los procesos mezclados de los estratovolcanes (andesítica). Los subambientes más notorios se relacionan con los distintos procesos volcánicos explosivos y la generación de cráteres, laderas volcánicas, mantos de piroclastos o las coladas de lava. También, las geoformas pueden resultar de procesos combinados tales como los flujos piroclásticos y fluvio-volcánicos o “lahares”.

Geoformas volcánicas

Los materiales volcánicos pueden constituir lo esencial del substrato o limitarse a formaciones de cobertura en una amplia variedad de paisajes incluyendo montaña, altiplanicie, piedemonte, planicie y valle. Las geoformas volcánicas son de complejidad variable, lo dificulta una estricta separación entre tipos de relieve y formas de terreno. Un cono de ceniza, por ejemplo, puede ser muy simple y constituir una forma de terreno elemental, mientras que un cono de estratovolcán es generalmente un edificio volcánico mucho más complejo con varias formas de terreno.

2.2.2.2.1.3. Ambiente Denudacional:

Determinado por la actividad dominante de procesos erosivos hídricos y de fenómenos de transposición o de remoción en masa sobre geoformas pre-existentes.

La disección de los paisajes por los procesos exógenos se manifiesta en procesos erosivos hídricos y gravitatorios o una combinación de los dos. Bajo condiciones climáticas secas, las formas erosivas relacionadas con disección y pérdida del suelo generan fenómenos de erosión en forma laminar, surcos y cárcavas, es decir terrenos eriales. En cambio, condiciones húmedas favorecen la meteorización del subsuelo y los movimientos gravitatorios con sus deslizamientos y flujos de suelos y escombros. Indudablemente, los

dos procesos interactúan para producir un sinnúmero de combinaciones. Aun así, los procesos erosivos hídricos y de remoción en masa, constituyen los dos subambientes dominantes del Ambiente Denudacional.

Dentro del Subambiente de Remoción en Masa se distinguen las laderas erosionales con escarpes estrechos, a veces representado en forma lineal y las laderas coluviales con remoción en masa más o menos activa. También son notorios los flujos torrenciales en la forma de vegas y conos de estabilidad variable, a veces difíciles de distinguir de los depósitos de ladera salvo por su forma típicamente de relleno y pendiente menor. Esta morfología también se relaciona con un drenaje complejo de dos o tres cauces secundarios separados por los flujos recientes dentro del mismo valle menor.

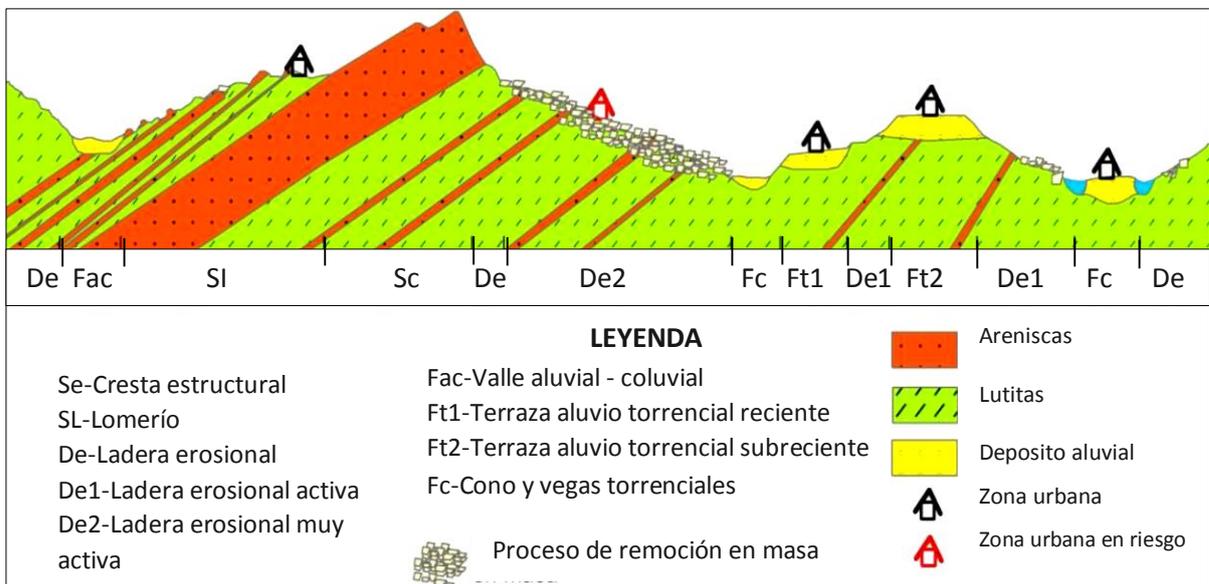


Figura 4: Perfil esquemático con laderas estructurales y denudacionales con terrazas aluvial torrenciales de edad relativa variable. (Robertson y Jaramillo, 2012).

2.2.2.2.1.4. Ambiente Fluvial:

Corresponde a las geformas generadas por los procesos relacionados con la actividad fluvial.

Este ambiente está dominado por la acción de las corrientes de agua y el transporte de sedimentos sobre la superficie terrestre. Los ríos se encargan de transportar sus carga líquida y sólida a lo largo del sistema fluvial generado procesos erosivos y de acumulación en función de su pendiente, caudal y carga de sedimentos. Estos procesos conllevan a la formación de las geformas características del sistema fluvial, principalmente los Abanicos de piedemonte, las Vegas aluviales de divagación, los Albardones (o dique aluvial), las

Llanuras aluviales de inundación, las Terrazas aluviales, los Conos torrenciales, y las Ciénagas fluviales. Para los anteriores geoformas, la composición de los sedimentos varia significativamente, aspectos que pueden analizarse para la reconstrucción de los ambientes de acumulación.

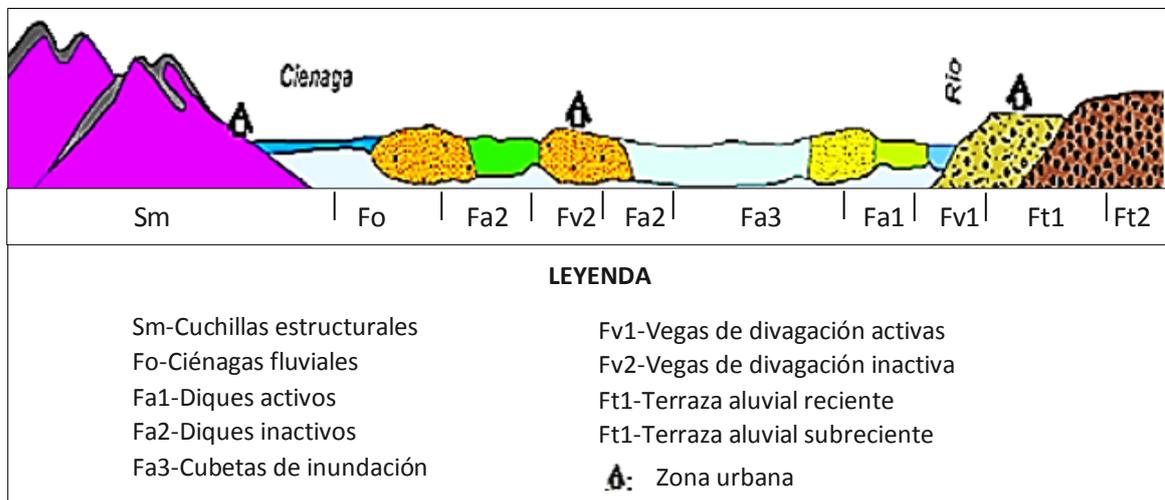


Figura 5: Perfil esquemático de Ambiente Fluvial. (Robertson y Jaramillo, 2012).

2.2.3. Clasificación y Categorización Geomorfológica

Los aspectos de la cartografía geomorfológica están definidos por el mapa de unidades morfológicas, morfométricas (pendiente) y procesos morfodinámicos.

Un mapa de unidades morfológicas representa una zonificación de áreas homogéneas de relieve que son el producto de la interacción de procesos tanto endógenos (tectonismo, magmatismo, volcanismo), como exógenos (procesos denudativos), de los factores climáticos, hidrológicos, geológicos, agrológicos, ecológicos, entre otros.

2.2.4. Nomenclatura, Coles y Simbología de los Mapas Geomorfológicos

Para la Nomenclatura o Notación, se propone usar abreviatura de hasta 6 caracteres; el primero en mayúscula. El primero y segundo carácter se utilizan para identificar el ambiente morfogenético principal ej: (Denudativo: D, Volcánico: V, Estructural: S, Fluvial y deltaico: F, Kárstico: K, Marino y costero: M, Glacial: G, Eólico: E, Antropogénico: A). Se utilizan en el tercero y cuarto carácter letras adicionales que especifican las iniciales del nombre de la geoforma típica de cada ambiente morfogenético.

2.2.4.1. Clasificación y Geoforma Característico

Tabla 11: Clasificación del Ambiente y sus Geoformas característicos.

Ambiente	Geoforma (Unidad)	Ambiente	Geoforma (Unidad)
Denudacional - D	Superficie de aplanamiento	Fluvial - F	Cause antiguo o paleocause
	Superficie de aplanamiento antiguas		Escarpe (abanico, cono, terraza, otros)
	Colina coluvial baja		Terraza aluvial reciente
	Colina coluvial media		Terraza aluvial subreciente
	Colina coluvial alta		Terraza aluvial antigua
	Ladera denudacional estable		Terraza aluvial muy antigua
	Ladera denudacional activa		Vega de divagación activa
	Ladera denudacional muy activa		Vega de divagación inactiva
	Glacis acumulación		Vega de divagación antigua
	Glacis erosión		Estructural -S
	Superficie erial	Barra	
	Ladera Coluvial	Ladera Estructural	
	Escarpe denudacional	Escarpe estructural	
	Fluvial - F	Valle Fluvio Lacustre	Estructural -S
Cuchilla ígnea con disección moderada			
Valle coluvio aluvial		Faceta con disección moderada	
Cono aluviotorrencial reciente		Cuchilla ígnea con disección leve	
Cono aluviotorrencial subreciente		Cuchilla ígnea con disección moderada	
Cono aluviotorrencial antiguo		Volcánico - V	
Cono aluviotorrencial muy antiguo			Escarpe de colada de lava
Cubeta de inundación			Flujo fluviovolcánico (Lahar) reciente
Complejo de diques y paleocausas antiguos			Flujo fluviovolcánico (Lahar) antiguo
Valle lateral activo			Flujo fluviovolcánico (Lahar) muy antiguo
Valle lateral obturado			Colada de lava (flujo)
Abanico aluvial reciente			Flujo piroclástico (tobas)
Abanico aluvial subreciente			Edificio Volcánico reciente (cono)
Abanico aluvial antiguo			Edificio Volcánico subreciente (cono)
Cause Principal			Edificio Volcánico antiguo (cono)

Fuente: (Robertson, Jarmillo & Casiblanco, 2013)

2.2.4.2. Definición de los Colores para los Polígonos

Para el desarrollo de los colores de los polígonos que conforman las unidades geomorfológicas se tomó como base la paleta de colores de ARC/INFO geolshd, actualmente en uso en Ingeominas. Los colores de los polígonos de las unidades geomorfológicas se definieron con base en la morfología y morfogénesis correspondientes de acuerdo a la propuesta de (Carvajal, 2004).

Tabla 12: Colores establecidos para los polígonos de las unidades geomorfológicas.

Unidad de mapeo por génesis de las Geoformas	Color
Formas de Origen Morfoestructural	Púrpura
Formas de Origen Volcánico	Roja
Formas de Origen Denudativo	Marrón
Formas de Origen Fluvial	Azul
Formas de Origen Lacustre/Marino	Verde
Formas de Origen Glaciar/Periglaciar	Gris
Formas de Origen Eólico	Amarillo
Formas de Origen Cárstico	Anaranjado
Formas de Origen Antropogenico/Biologico	Tramas en Negro

Fuente: (Carvajal, 2011)

2.2.4.3. Simbología de Formas de Terreno y Procesos

Los símbolos a utilizar para formas de terreno y procesos cartografiables y que acompañan a los mapas geomorfológicos se deben extraer de los símbolos propuestos por ITC y complementados y adoptados por Ingeominas (CARVAJAL 2002). Los símbolos deben ser escogidos de acuerdo al proceso morfodinámico que afecta la geoforma identificada, y que permita el desarrollo de la cartografía aplicada para diversos fines.

2.2.5. Perfiles Morfométricos

Centeno (2008), El perfil y el mapa topográficos son descripciones continuas de la superficie. Los procedimientos de clasificación del territorio, requieren la subdivisión de éste en porciones que posean algún rasgo en común. La morfometría realiza la subdivisión de ambos documentos el perfil y el mapa topográficos- en porciones de territorio que posean un sentido de la inclinación homogéneo y una inclinación comprendida dentro de varios rangos.

1. Análisis del perfil topográfico: Creación y uso del perfil morfométrico.

- ✓ Definición de segmentos de perfil y clasificación según rangos de inclinación.
- ✓ Definición de los límites entre segmentos o elementos de transición (articulación entre segmentos) según:
 - Forma del tránsito (cambio o progresivo y ruptura o neto).
 - Relación entre los segmentos que pone en contacto (cambio cóncavo, convexo o mixto según las inclinaciones de los dos segmentos separados).
- ✓ Análisis de la geometría de los segmentos:
 - Análisis de la pendiente: Rectilíneo o de pendiente constante y De pendiente variable (Convexo y Cóncavo)
 - Desarrollo de los segmentos (longitud del segmento)
 - Energía del relieve de los segmentos
- ✓ Tipología de los segmentos (fondo, cima, estabilización o tránsito).
- ✓ Puntos neutros y sentido de la inclinación.
- ✓ Secuencias continuas.

2. Análisis de la superficie (a través del mapa topográfico o mediante perfiles morfométricos sucesivos): mapa morfométrico.

- ✓ Tipos de superficie
 - Según pendiente (Planos o de pendiente constante, Cóncavos y Convexos.)
 - Según trazado: Plano convergente y Plano divergente)

Tabla 13: Leyenda de mapa Morfométrico.

Geometría de la vertiente			
Flujo del agua/Perfil	Cóncavo	Recto	Convexo
Concentrador			
Neutra			
Dispersora			
Pendiente			
	0° - 5°	5° - 8°	8° - 15°
	>15°		
Límites de tipo de superficie			
	Cóncavo	Convexo-Cóncavo	Convexo
Ruptura			
Cambio			

Fuente: (Robertson y Jaramillo, 2012).

2.3. DEFINICIÓN DE TERMINOS BÁSICOS

Agentes Geomorfológicos

Son todos los elementos naturales móviles capaces de desprender, transportar y depositar los productos incoherentes de la meteorización y de la sedimentación; siendo los más importantes el agua de lluvias y de escorrentías; las olas, corrientes costeras y de mares; los glaciares, el viento; a estos se agregan los animales y el mismo hombre. (Jiménes, 1983)

La Colina

Una colina es una elevación natural del terreno con desniveles mayores a 100 m, cuyas laderas se inclinan en promedio con valores superiores a 16% de pendiente. (Jiménes, 1983)

Lomas

Son elevaciones del terreno de similar altura que las colinas, pero con cimas más amplias, redondeadas con gradientes entre 8% y 16%. (Jiménes, 1983)

Denudación

Se refiere a la meteorización de las masas de rocas continentales expuestas y al desgaste del regolito resultante, por acción combinada de las fuerzas de desplazamiento y de los agentes geomorfológicos, con la consecuente remodelada y paulatina reducción de la superficie terrestre. (Jiménes, 1983)

La meteorización

Comprende la desintegración y descomposición de las rocas coherentes e incoherentes en productos solubles e insolubles, algunos de los cuales se recombinan para formar minerales secundarios de diverso grado de complejidad. (Jiménes, 1983)

La agradación

Comprende el conjunto de procesos geomorfológicos constructivos determinados tanto por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía, los glaciares, el viento, los cuales tienden a nivelar hacia arriba la superficie terrestre, mediante la deposición de los materiales sólidos resultantes de la denudación de relieves elevados, ocasionada por ellos mismos. (Jiménes, 1983)

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Ubicación Geográfica:

El área de estudio se encuentra ubicada en el norte del Perú y al noroeste de la ciudad de Cajamarca; tiene un área de 6.05 Km², perteneciente a la zona 17S; enmarcada en el siguiente sistema de coordenadas UTM, DATUM WGS - 84.

Tabla 14: Delimitación del área de Investigación.

Vértice	Este	Norte
V1	764445	9219305
V2	767900	9219305
V3	767900	9217000
V4	764445	9217000

3.1.2. Ubicación Política

La zona de investigación pertenece al departamento, región, provincia y distrito de Cajamarca; encontrándose en el Centro Poblado de Porcón Alto, abarcando los caseríos de Hierba Buena, Quishuar pata, Cochapampa, Minas Punta, Chilinguey y Chilimpampa.



Figura 6: Vista del Centro Poblado de Porcón Alto.

3.1.3. Accesibilidad

Carreteras Afirmadas.

Para llegar a la zona de estudio se utilizó la ruta de la carretera asfaltada Cajamarca – Bambamarca (hasta el kilómetro 16), partiendo desde el paradero de la salida a Bambamarca en taxi.

Tabla 15: Vías de Acceso principales a la zona de estudio.

Tramos	Tipo de carretera	Distancia (km)	Tiempo (minutos)
Cajamarca – Km. 20	Asfaltada	20	45
Km. 16– Zona de Investigación	Camino de herradura	0.5	30 (a pie)



Figura 7: Carretera asfaltada Cajamarca - Bambamarca, Km 19+950. Cruce al Centro Poblado Porcón Alto.

Carretera afirmada y Caminos de herradura

Podemos citar los diferentes carreteras afirmadas, caminos de herradura y pequeños caminos que son utilizados por los pobladores del lugar, para desplazarse de un lugar a otro, los cuales al igual que las diferentes carreteras, han sido de mucha utilidad para efectuar de manera aceptable el trabajo de campo respectivo.



Figura 8: Se aprecia Carretera afirmada, ubicada en el Caserío de Chilimpampa Baja.

3.1.4. Clima y Vegetación

3.1.4.1. Clima

En la zona de estudio y alrededores el clima es templado con tendencias a frío y húmedo durante el día, frío en la noche.

El área de investigación se caracteriza por un clima frío y húmedo, con períodos secos y lluviosos diferenciados. La estación de lluvias se presenta habitualmente desde octubre hasta abril y la estación seca desde mayo hasta setiembre.

Los datos sobre precipitaciones, indican que los meses más lluviosos son febrero y marzo; mientras que julio y agosto son los meses más secos.

Para la evaluación meteorológica y climática del área del Proyecto se han tomado en cuenta los registros de la estación Weberbauer.

Tabla 16: Clima promedio en la prov. De Cajamarca 2016, Estación Weberbauer.

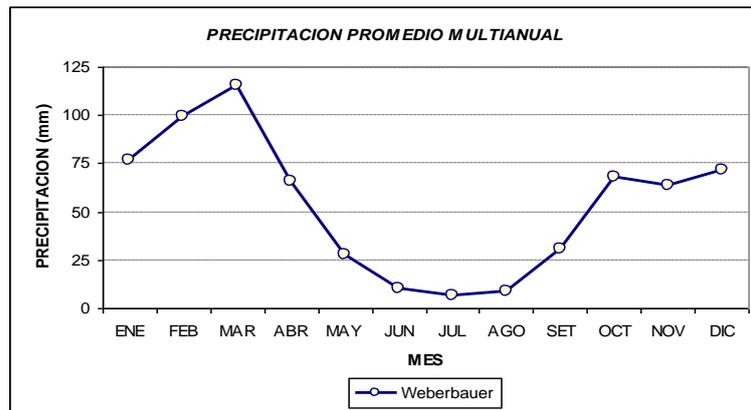
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Precipitación [mm]	89	102	126	93	37	13	6	8	34	76	58	78
Evapotrans pot [mm]	128	106	107	94	95	93	105	117	127	131	137	135
Días con lluvia	13	17	17	14	9	4	2	2	9	9	8	11
Temp. max. [°C]	22	21	21	21	22	22	22	22	22	22	22	22
Temp. min. [°C]	8	7	7	7	5	3	3	4	5	7	6	6
Temp. med. [°C]	14	14	14	14	14	13	13	14	14	14	14	14
Hum. rel. med. [%]	71	75	77	78	73	68	62	58	64	68	64	67
Rad.global [mJ/m ²]	17.3	17.4	16.4	15.8	14.4	14.9	16.5	16.9	16.8	18.1	19.9	18.3
Horas sol [n/n] [%]	37	36	33	38	48	50	56	50	40	41	49	43
Vel. del viento [m/s]	15	15	15	15	15	26	31	31	26	21	15	15

Fuente: http://www.condesan.org/data/atlas_cajamarca/Clima.htm,(2016)

3.1.4.1.1. Precipitación

La precipitación acumulada durante los meses húmedos puede exceder los 196 milímetros (mm)/mes, mientras que durante los meses secos la precipitación mensual acumulada puede ser menor a 10 mm. Como se indica en los datos presentados en tabla 16, la precipitación mensual puede variar drásticamente cada mes; sin embargo, las tendencias generales durante la estación lluviosa son ligeramente consistentes.

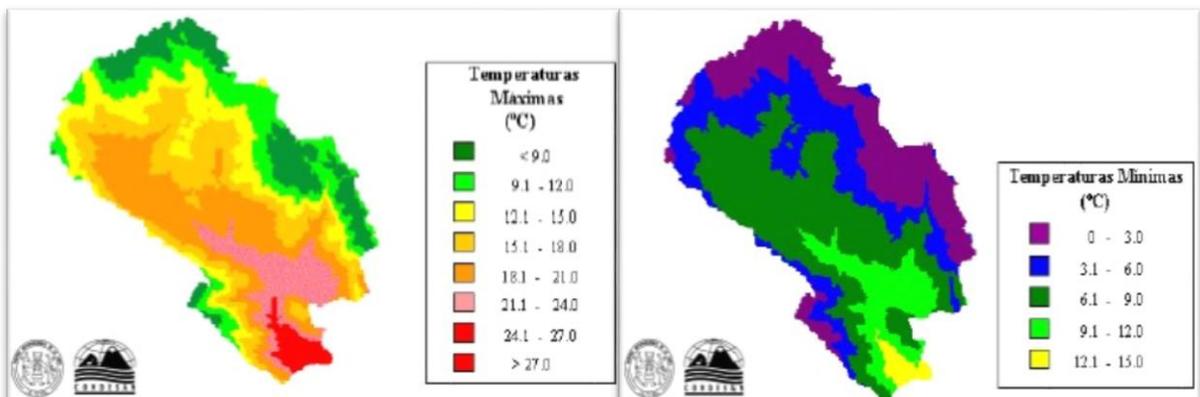
Tabla 17: Variación de la precipitación – Estación Weberbauer 2016.



Fuente: SENAMHI.

3.1.4.1.2. Temperatura Media

De la tabla anterior (Tabla 16), se aprecia que la máxima temperatura mensual corresponde a los meses de mayo a diciembre con 22°C y la mínima temperatura mensual corresponde a los meses de junio y julio con 3 °C; obteniendo una temperatura promedio de 14°C.



Fuente: http://www.condesan.org/data/atlas_cajamarca/Clima.htm, (2016)

3.1.4.2. Vegetación.

El área de estudio presenta una vegetación variada: Ichu, quinales, eucaliptos, pinos, entre otros. El uso de la tierra se desarrolla una agricultura temporal (en época de lluvia), en donde se encuentran también el sembrío de papas, ollucos, Ocas, etc. y forraje, esenciales en la alimentación del ganado.



Figura 9: Se observa la vegetación típica de la zona, predominantemente la vegetación nativa que en su mayoría son ichus y Pinos.



Figura 10: Se observa la vegetación típica de la zona: Pinos, Quinales, Ichus y pastos en general.

3.1.5. Hidrología

3.1.5.1. Delimitación de la Cuenca

Se encuentra formando parte de la cuenca del río Crisnejas es afluente del río Marañón desembocando sus aguas en el Océano Atlántico. Ver en anexos plano número 07.

3.1.5.2. Subcuenca del Cajamarca - Porcón

Se encuentra formando parte de la Subcuenca del río Porcón. Ver en anexos plano número 06.

3.2. PROCEDIMIENTOS

Este trabajo de tesis se realizó en tres etapas:

3.2.1. ETAPA I: Revisión bibliográfica

En esta etapa se realizó la revisión de toda la información existente sobre estudios realizados referentes a la zona de estudio.

3.2.2. ETAPA II: Trabajo de campo

Se realizó primeramente un reconocimiento del área de estudio, luego se procedió a realizar el cartografiado geomorfológico, plasmándose las unidades geomorfológicas en un plano topográfico (base), paralelamente se ha llenando los formatos proporcionados.

3.2.3. ETAPA III: Elaboración del informe final

Los datos de las mediciones fueron transferidos al programa Excel 2013, para que puedan ser procesadas con el software ARGIS 10.3 y la elaboración de los mapas geológicos y geomorfológicos. Finalmente se elaboró el informe final.

3.2.4. METODOLOGÍA

El presente trabajo de investigación, se utilizó las metodologías Observativa y descriptivo, en razón a la descripción de las características de: forma, tamaño, incluyendo además el análisis, la comparación y explicación de las unidades geomorfológicas.

3.3. MATERIALES

3.3.1. Instrumentos y equipos

GPS Navegatorio Garmin.

Este instrumento nos proporciona las coordenadas de latitud y longitud para la ubicación de las geoformas. Los puntos fueron tomados en el Sistema UTM, DATUM WGS 84.

Picota de Geólogo

Instrumento que fue utilizado para la obtención de las muestras de mano de rocas.

Lupa 20 aumentos:

Es utilizado para observar los minerales constituyentes de las rocas y sus texturas.

Protactor a escala 1/10 000:

Utilizado para plasmar los datos de la brújula en los planos topográficos.

Lápiz de Dureza:

Sirve para diferenciar según dureza y color de raya los diferentes tipos de minerales y rocas.

Flexómetro de 3-5m:

Sirvió para medir algunas geoformas.

Plano topográfico:

Fue una herramienta útil, pues en ella se plasmaron las diferentes geoformas en campo.

Otros: Tablero, colores, plumón indeleble, cámara fotográfica digital de 16 megapíxeles, Imagen satelital, ácido clorhídrico al 10%, y libreta de campo.

3.4. CONTEXTO GEOLÓGICO

3.4.2. GEOLÓGICO LOCAL

VOLCÁNICOS HUAMBOS

Los afloramientos se encuentran en la mayor parte del área de estudio; ubicándose al norte y noreste del centro poblado de Porcón Alto, caracterizándose litológicamente por secuencias volcánica de Lavas y secuencia volcánica de Piroclastos.

3.4.2.1. Secuencia Volcánica de Lavas.

3.4.2.1.1. Lava Coherente

Formadas directamente por enfriamiento y solidificación de lava; muestra de ello se encuentra expuesto en diferentes puntos del Centro Poblado Porcón Alto de forma masiva, formando pseudoestratos; su coloración adquiere tonalidades de gris a oscuros; esta lava se presenta como flujos lávicos andesíticos con presencia de fenocristales de Plagioclasas y horblendas.



Figura 11: Lava andesíticas coherentes con pseudoestratificación, Referencia, Km. 21+850. Carretera Cajamarca-Bambamarca.

3.4.2.1.2. Lava con Disyunción esferoidal

Lo encontramos en las partes altas del caserío Hierba Buena, Minas Punta y Quishuar Pata. Este flujo lávicos de composición riodacita, tiene una textura porfirítica con cierta pseudoestratificación; además de desarrollar en su base estructura pseudoamigdaloidal evidenciando un significativo proceso de exfoliación esferoidal.



Figura 12: Disyunción esferoidal argilizado, formado por la descompresión del magma.



Figura 13: Se evidencia una estructura pseudoamigdaloidal, evidenciando un significativo proceso de exfoliación esferoidal; En (a) presenta un tamaño aproximado de 12cm (Referencia Camino en Caserío Hierba Buena) y en (b) presenta un tamaño de 45 cm (Ref. Km 19+750).



Figura 14: Se aprecia presencia de Stock Word, en su mayoría está formado por venillas; ubicado en Caserío de Hierba Buena.

3.4.2.2. Secuencia Volcánica de Piroclastos del volcánico Huambos.

3.4.2.2.1. Depósito de Bloques y Cenizas

Se encuentra en el corte de longitudinal de la Carrt. Bamb. – Caj., en el Cas. Hierba Buena, en el Km. 19+800. Presentando una estratificación meramente difusa, constituidos por bloques, clastos y cenizas, presentando una matriz soportada. La matriz de esta facies es de granulometría fina a gruesa y con clastos pumíceos de hasta 20 cm. Presentando fenocristales subangulosos a redondeados, que varía en tamaño de 13cm a de 1.20m. de coloración grisáceos amarillenta.



Figura 15: Dos secuencias volcánicas en contacto, en el corte de Carretera Cajamarca.-Bambamarca en el Margen Izquierdo: En la parte inferior se aprecia Depósito de bloques y Ceniza con gradación inversa de composición andesítica, de coloración grisácea. En la parte superior se evidencia Depósito de Lava con exfoliación esferoidal de composición andesítica con fracturamiento. Referencia Km. 19 +400.

Podemos evidenciar dos secuencias, en un corte Longitudinal de la carretera Cajamarca – Bambamarca margen izquierdo: Secuencia Volcánica de Bloques y Ceniza con gradación inversa de una composición andesítica; con presencia de tufos líticos, bloques de una matriz de cristales, de una coloración grisácea; además presenta una Textura Fragmental y una estructura de gradación inversa. Secuencia Volcánica de lava con exfoliación esferoidal de una composición andesítica; con presencia exfoliación esferoidal y fracturamiento, de una coloración grisáceo; además tiene una textura Coherente, y una estructura con exfoliación esferoidal; en esta secuencia podemos apreciar la presencia de pirita.



Figura 16: Se evidencia dos secuencias Volcanicas en el corte de Carretera Cajamarca-Bambamarca en margen izquierdo: una secuencia superficial de piroclastos de un espesor aproximado de 180m, con un color pardo amarillo producto de la erosion; la otra secuencia de lava coherente masiva es de un color gris blanquesina, con presencia de pirita, ademas la parte superficial es de un color amarillento, producto de la alteracion. Referencia Km. 20 +200.



Figura 17: Se aprecia en contacto dos secuencias volcánicas: Secuencia volcánica coherente de coloración grisácea de composición andesítica y una secuencia volcánica piroclástica, de coloración pardo amarillo. Referencia Km 20 + 500.

3.4.2.2.2. Depósito de Tobas y Cenizas

Se aprecia en la parte alta del centro poblado Porcón Alto, en un corte para un campo deportivo, secuencias de tobas y cenizas. Vista desde SE a NW, tenemos roca fracturada con presencia de disyunción esferoidal; seguidamente con un espesor aproximado 4.50m de tobas y cenizas de coloración gris blanquecina; con un espesor aproximado de 1.00m de

coloración pardo amarillento, se identificó cenizas y lapilli; y luego se repite una secuencia de tobas y cenizas gris blanquecinas con un espesor aproximado de 2.00m; por último se evidencia roca fracturada con presencia de disyunción esferooidal.



Figura 18: Secuencia de tobas y cenizas de coloración gris blanquecina con un espesor aproximado de 4.50m y una secuencia de cenizas y lapilli de color pardo amarillento con un espesor aproximado de 1.00m; ubicado en el caserío de Minas Puntas.

3.4.2.2.3. Depósito de Escombros

Se puede evidenciar 3 facies de escombros, en corte en el caserío Chilimpampa, que sirve como camino. Visto de SW a NE se aprecia una secuencia de toba con litoclastos (desde 1cm hasta 10cm) de coloración gris blanquecina; seguidamente encontramos una secuencia de tobas y cenizas de coloración pardo amarillento, con un espesor aproximado de 10cm; otra secuencia se identificó como una avalancha de pómez, cenizas y lapilli de coloración pardo amarillento con presencia de litoclastos desde 15cm hasta 1.20m de diámetro.



Figura 19: Secuencias de abalanchas con litoclastos, separadas por una capa de cenizas de espesor aproximado de 10cm; ubicado en el caserío de Chilimpampa Baja.

3.4.2.3. Sedimentos Resientes del Cuaternario

Estos depositos se encuentra en menor proporción con respecto a los afloramientos Volcánicos, ubicandose al sur este del Centro Poblado de Porcón Alto, que en su mayoría abarca parte sur del caserío Hierba Buena; caracterizándose por los depósitos fluviales, coluviales y aluviales.

3.4.2.3.1. Depósito Fluvial

Este tipo de deposito tiene los sedimentos de gravas, arenas finas y gran parte de limos y arcillas; una característica mas resaltante es la presencia de gravas mal gradadas y cantos que van desde los 6cm hasta los 12cm, estos cantos tienen una forma redondeada a subredondeada. Estos tipos de sedimentos se ha podido observar como horizontes depositados en las terrazas adyacentes al río Porcón en el caserío Hierba Buena de la zona de estudio.



Figura 20: Se evidencia la presencia de un horizonte de gravas y cantos mal clasificados y mal gradados, en un depósito de limos, arcillas y arenas de coloración gris oscuro. Ubicado en el caserío Hierba Buena.



Figura 21: Se puede evidenciar la presencia de horizontes de gravas y cantos mal gradados, englobados en material limo arenoso de color pardo amarillo. Ubicado en el caserío Hierba Buena.

3.4.2.3.2. Depósito Coluvial

Originado por el proceso de erosión, configurando una característica principal de estos depósitos es que presentan una mezcla caótica de fragmentos angulosos o subangulosos, en donde los materiales han tenido un movimiento, ayudados de por la fuerza de la gravedad; depositándose estos materiales sueltos en la base de las laderas, caracterizados por una mala clasificación de los clastos, de diferentes tamaños; otra característica es la ausencia de estratificación.

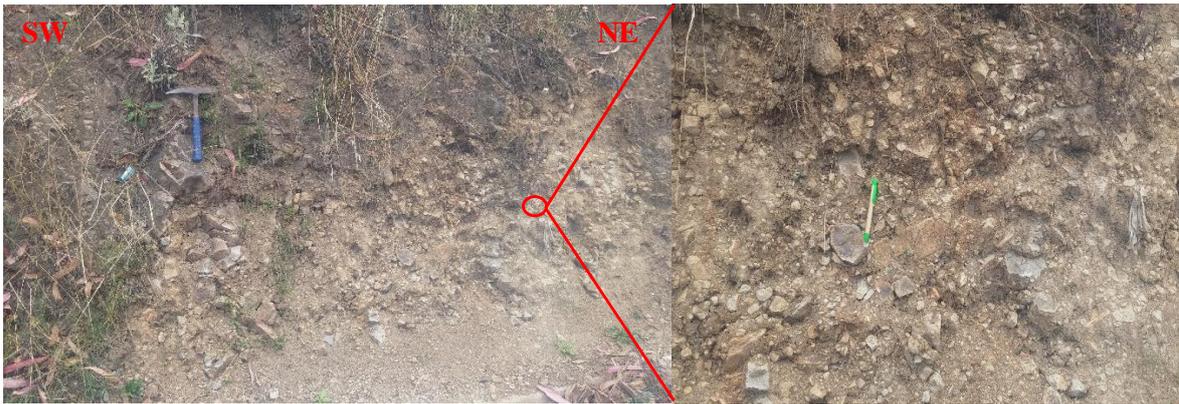


Figura 22: Se evidencia la presencia de fragmentos que varían desde 1 - 8cm, en su mayoría encontramos fragmentos 3 - 5cm de tamaño. Referencia Km. 19+900. Margen derecho en Carretera Cajamarca-Bambamarca.



Figura 23: Se aprecia en corte de carretera Cajamarca – Bambamarca, margen derecho de la parte superior (a) se puede apreciar un horizonte de fragmentos de roca angulosos a subangulosos de tamaño aproximado entre 4 - 10cm. En la parte inferior (b) se puede apreciar fragmentos angulosos de un tamaño aproximado hasta 80cm. Referencia Km. 19+000.

3.4.2.3.3. Depósito Aluvial

Caracterizado por los depósitos de aluviales de terrazas, los cuales han pasado por un proceso de transporte, deposición y sedimentación de los clastos; Podemos ubicarlos en quebradas.



Figura 24: Ubicado en una de las quebradas del río Porcón en el caserío de Hierba Buena, se evidencia la presencia de clastos subangulos consolidados que varían de un tamaño aproximado desde 1 - 10cm de diámetros.



Figura 25: Ubicado en el río Porcón en el caserío Cochapampa, se evidencia la presencia de clastos subangulos consolidados que varían de un tamaño aproximado desde 5 - 20cm de diámetros.

3.5. CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO

3.5.1. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Para el presente investigación, a partir del procesamiento e interpretación de la imagen satelital Landsat, y en concordancia con el mapa geomorfológico, se delimitaron las

unidades geomorfológicas que forman parte de los cuatro tipos de ambientes Geomorfológicos Dominante: Morfoestructural, Denudativo, Volcánico y Fluvial.

La descripción de cada unidad geomorfológica, se ha realizado a nivel de cada ambiente geomorfológico dominante, como se detalla a continuación:

3.5.1.1. Unidades por Procesos Morfoestructural.

Un rasgo característico fisiográfico en la zona de estudio es la predominancia de escarpes estructurales con orientación noroeste a suroeste desde el Cerro Chochorco hasta el caserío de Chilimpampa Baja; clasificándolo como escarpe estructural fuertemente erodada.

3.5.1.1.1. Escarpe Estructural

Es un rasgo principal que caracteriza a las unidades del proceso morfoestructural, que tiene una orientación de Noroeste a Sureste, presentando una inclinación de hasta 90° y una altura aproximado de 20m con una extensión de 1.8 Km. de longitud.



Figura 26: Se evidencia la presencia de un escarpe estructural, en vista frontal de la estructura que tiene una longitud aproximadamente 1.8 km.



Figura 27: En (a) vista de perfil del escarpe que tiene un desnivel aproximadamente de 12 - 15m de altura; En (b) se aprecia escarpe con presencia de fracturas; ubicado entre los caseríos de Chilimpampa Baja y Chilinquey

3.5.1.1.2. Cerros

Constituye una unidad muy relevante de la zona de estudio, que presentan elevaciones que alcanzan aproximadamente hasta los 100 - 120m de altura, ubicadas al Norte y al NE del Centro Poblado Porcón Alto.



Figura 28: Cerro Chochorco, ubicado al este del centro poblado de Porcón Alto.



Figura 29: Cerro Hatun Loma, ubicado al NE del Centro Poblado Porcón Alto.



Figura 30: Cerro Minas Punta, ubicado al norte del centro poblado de Porcón Alto.

3.5.1.1.3. Pendientes

Ocupa gran parte del área de investigación, correspondiendo a zonas cuya topografía presentan inclinaciones considerables, que enmarcan desde los 30° - 70° ; debido a procesos erosivos ocasionados por escorrentía superficial; que hacen de éstos medios frágiles y vulnerables de alta susceptibilidad erosiva. Distinguiendo dos sectores importantes de van en direcciones de SW a NE.



Figura 31: Pendientes de aproximadamente entre 30° - 60° , correspondiente al primer sector. Ubicado entre los caseríos de San Pedro, Porcón Alto y Hierba Buena.



Figura 32: Pendiente del primer sector, desde 30° - 45° hacia el margen izquierdo de la carretera afirmada; Pendiente de segundo sector, desde 40° - 65° aproximadamente, que forma parte del cerro Quilish.

3.5.1.2. Unidades por Procesos Denudativo.

3.5.1.2.1. Superficies de Aplanamientos

Son extensas áreas, que producto de la erosión fluvial de laderas, han ido depositándose en las precipitaciones del terreno; como se podrá apreciar la geoforma mas resaltante de este proceso denudativo, que ocupa gran cantidad de terreno, los mismos que son aprovechados por los pobladores para su sembríos o invernaderos; ya que en su composición contienen gran cantidad de materia orgánica.



Figura 33: Superficie de Aplanamiento ocupando gran extensión de Terreno, ubicado en el caserío de Minas Punta.



Figura 34: Superficie de Aplanamiento, el cual es aprovechado para los invernaderos de Florerías.

3.5.1.2.2. Colinas

Están caracterizados por elevaciones que no sobrepasan los 200 metros, con una base aproximadamente circular y laderas que divergen en todas las direcciones a partir de cimas ligeramente estrechas y redondeadas los mismos que ocupan una considerable cantidad de terreno; cuyas laderas se inclinan en promedio con valores superiores a 16% de pendiente.



Figura 35: En (a) Colina con cima redondeada, ubicado en rocas volcánicas muy fracturados, ubicado en el Caserío de Hierba Buena. En (b) colina con cima ligeramente redondeado, el cual ocupa una considerable área, ubicado en la parte alta del Caserío de Hierba Buena.



Figura 36: En (a), se aprecia cima alargada con pendiente de 17° ; en (b) se aprecia cima alargada y ligeramente redondeada con pendiente de 23° . Ubicados en el Caserío de Minas Punta y el Caserío de Chilimpampa Baja respectivamente.

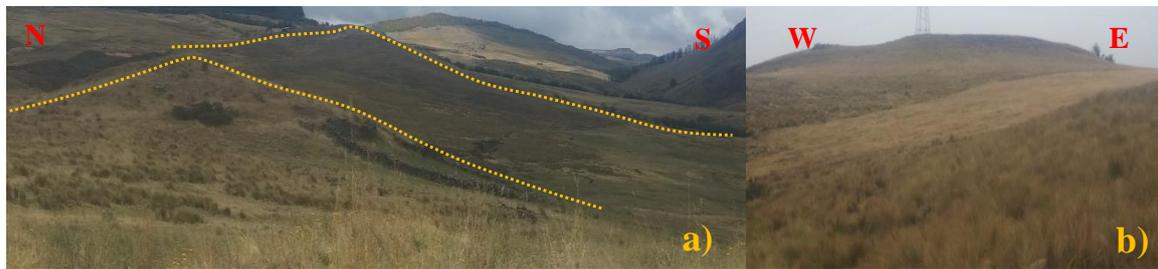


Figura 37: Se aprecian en (a) dos colinas con cimas estrechos y con bases alargados, con pendientes de aproximadamente de 24° .; en (b) se aprecia colina con cima ligeramente redondeado; ambos (a) y (b), están ubicados en el Caserío de Hierba Buena.

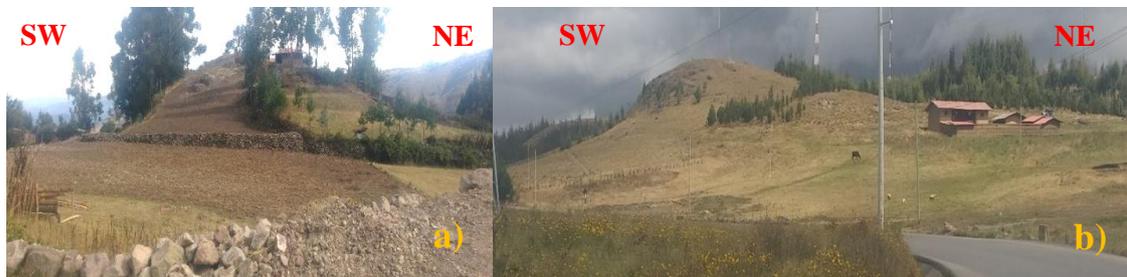


Figura 38: En (a) y (b), se aprecian colinas con cimas ligeramente redondeadas; con inclinación de pendientes mayores a 16° . Ubicados en el Caserío Chilenuquey y el Caserío Los Lirios respectivamente.



Figura 39: Se aprecia más de dos elevaciones de van a conformar una colina con cima alargada, ubicada en la parte alta del Caserío de Hierba Buena.

3.5.1.2.3. Deslizamiento

Los deslizamientos presentes en la zona de estudio, son producto de la interacción de factores como las fuerzas gravitatorias, la inestabilidad del terreno, la litología, la presencia de agua y la permeabilidad del terreno, los mismos que interactúan y conllevan a que los suelos y las rocas sean desplazados pendiente abajo. Estos deslizamientos los encontramos en las partes altas en terrenos o depósitos coluviales con presencia de agua, la presencia de material no consolidado y la topografía fuertemente disectado, conllevan a encontrar deslizamientos activos e inactivos.

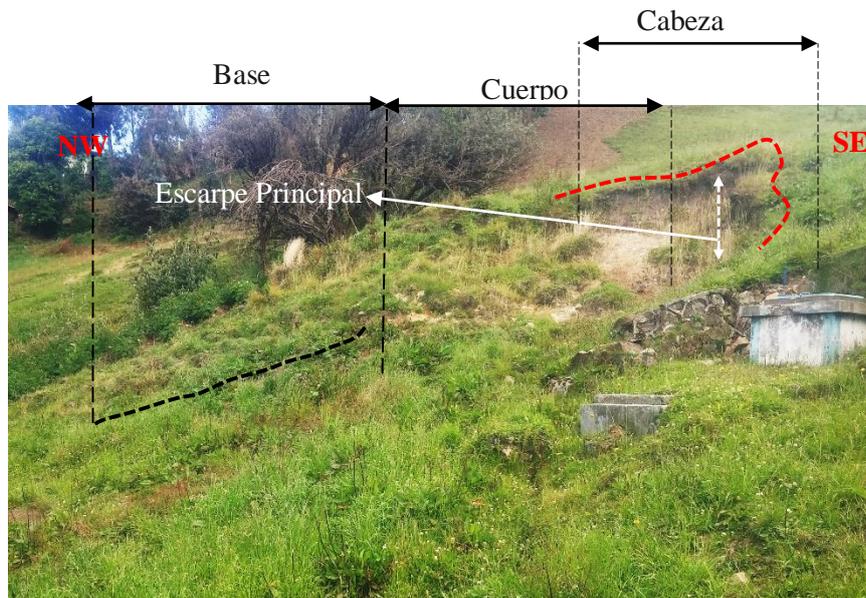


Figura 40: Deslizamiento Menor Activo (Ddma 1), ubicado en la parte alta del caserío Hierba Buena, en el cual se aprecia un escarpe principal; también se puede apreciar que la base la longitud de la base es mas grande que el cuerpo, indicando que la litología es netamente material no consolidado con abundante presencia de agua.

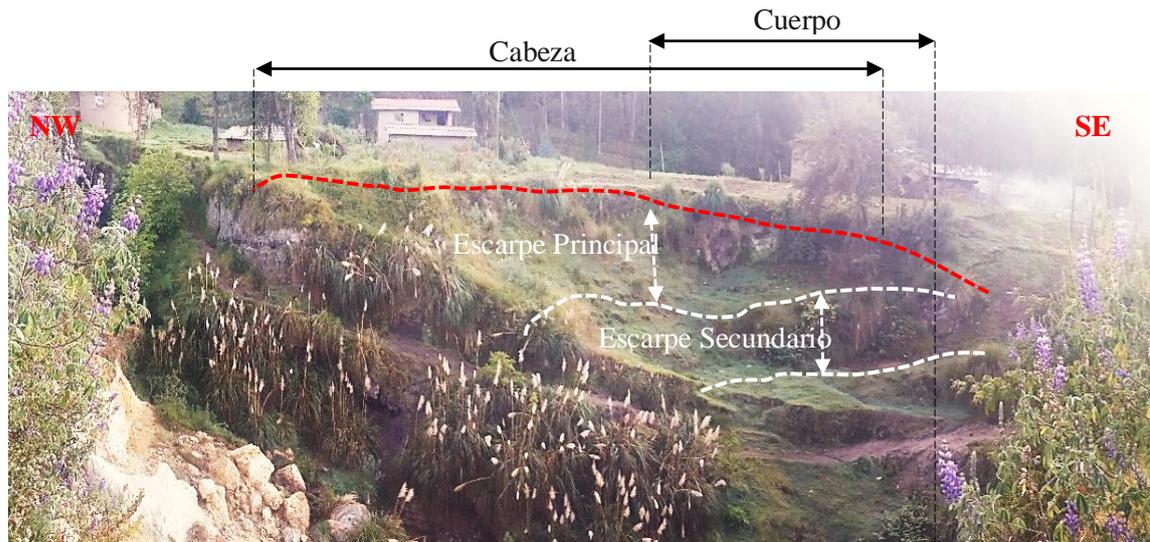


Figura 41: Deslizamiento Mayor Inactivo (Dmi 1), ubicado en el margen izquierdo del Río Porcón, en el caserío de Hierba Buena, en dirección aguas abajo; en el cual podemos apreciar un escarpe secundario. Este presente deslizamiento es favorecido por el río, ya que va erosionando la base del deslizamiento; a la misma vez este está favorecido por que litológicamente es de material cuaternario no consolidado.

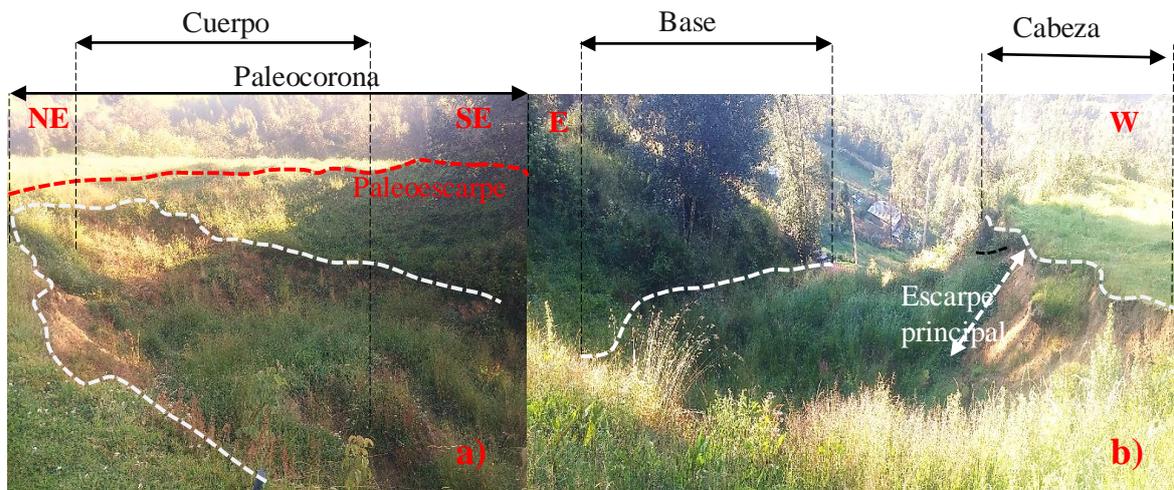


Figura 42: Deslizamiento Mayor Activo (Dma 1), ubicado en el caserío de Quishuar Pata, al NE del Centro Poblado Porcón Alto; en el cual podemos encontrar escarpe principal bien diferenciado; el deslizamiento litológicamente está en material cuaternario. En la figura (a) se aprecia un paleocorona que en años anteriores se ha producido el deslizamiento; en la figura (b) se aprecia una parte de la base, el cual llega a tener una longitud aproximado de 20m. Hace un año se produjo el deslizamiento, afectando la línea de trasmisión de energía eléctrica y poniendo en riesgo a la población circundante, catalogandose el deslizamiento en un peligro latente.



Figura 43: Deslizamiento Menor Inactivo (Dmi), ubicado en el caserío de Quishuar Pata.

3.5.1.2.4. Caída de Rocas

Característica de los lugares donde la inclinación del relieve es abrupta, producidas en rocas muy fracturadas, que con el accionar del agua en épocas de invierno, estas se desestabilizan produciéndose la caída de rocas.



Figura 44: Caída de Rocas, ubicado en margen derecho de la carretera a Porcón Alto; en el caserío de Hierba Buena. Referencia Km. 0 + 750.

3.5.1.2.5. Soliflucción

Característico de terrenos que contienen una gran cantidad de agua, especialmente en suelos constituidos por sedimentos como las arcillas, que se encuentra en las laderas generalmente adyacentes a las quebradas, presentes en los caseríos de Hierba Buena y Cochapampa.



Figura 45: Solifluxión en el caserío de Hierba Buena, ubicado al margen derecho del río Porcón aguas abajo.

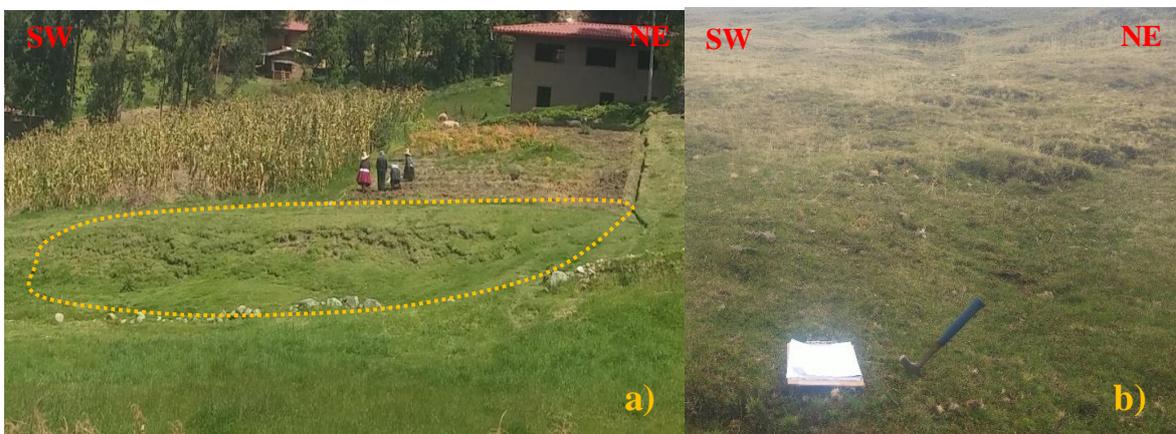


Figura 46: En (a) ubicado en el caserío de Cochapampa, el cual es aprovechado para pastoreo y la agricultura; en (b) ubicado en el caserío de Los Lirios.

3.5.1.2.6. Deslizamiento de Rocas Fracturadas

Situada en el margen derecho de la carretera al Centro Poblado de Porcón Alto, estos deslizamientos son rápidos y repentinos de roca muy fracturada, debido a que presenta áreas de pendiente pronunciada de 45° - 67° .



Figura 47: Deslizamiento de rocas fracturadas, ubicada en el corte de carretera hacia Porcón Alto, margen derecho; Caserío de Porcón Alto. Referencia Km. 0 + 850.

3.5.1.2.7. Lomas

Están caracterizados por elevaciones cortas que tienen superficies de forma suave y ondulada, de poca pendiente de aproximadamente hasta los 16° y una altitud que no sobrepasan los 50 metros.



Figura 48: En (a) y (b), se aprecian Lomas con Cimas redondeadas, con pendientes de aproximadamente entre 12° - 16° ; cubiertas por material orgánico, ambas ubicadas en el Caserío Los Lirios.



Figura 49: Lomas con Cimas redondeadas y con base ligeramente redondeadas, con pendientes de aproximadamente entre los 12° - 16° ; ubicadas entre los Caseríos de Hierba Buena y Los Lirios.



Figura 50: Geoformas de Lomas, situadas en la parte NE del Centro Poblado de Porcón Alto; ubicadas entre los caseríos de Hierba Buena y Los Lirios. Con pendientes que van desde los 13° - 16° .

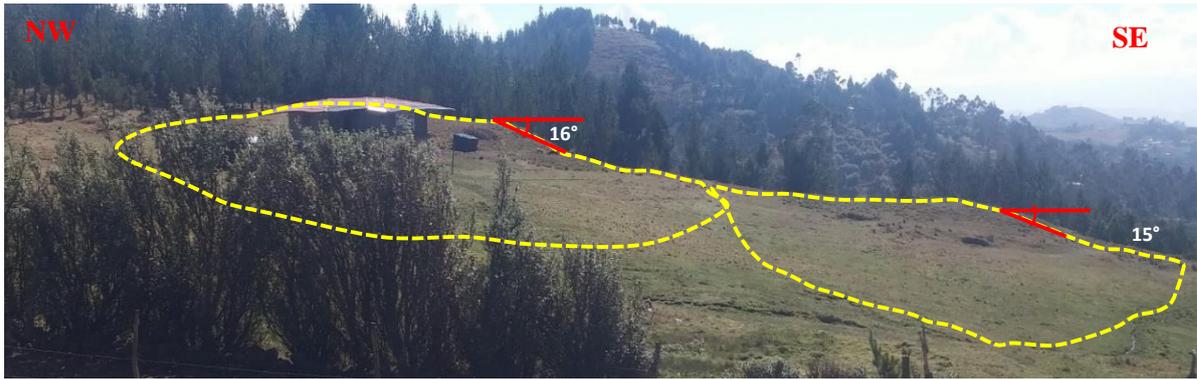


Figura 51: Lomas que tienen de 15 y 16°, ubicadas en las partes altas del caserío Hierba Buena; gran parte de estas están cubiertas por materia orgánica.

3.5.1.2.8. Pie de Monte.

Constituye una transición entre los cerros accidentados y las áreas bajas circundantes que llegan a formar las terrazas; en este ambiente predominan los depósitos coluviales, las cuales están relacionadas con el repentino cambio de los perfiles longitudinales de los cerros.



Figura 52: Pie de Monte, ubicado en caserío de Hierba Buena.

3.5.1.3. Unidades por Procesos Fluvial.

3.5.1.3.1. Terrazas Aluviales

Se pueden apreciar a lo largo del cauce del río Porcón, en donde se identificó 3 niveles de terraza: Terraza Aluvial 01 (TA-01), aproximadamente de una altura de 50 cm de altura, el cual es aprovechado por los pobladores para sus cultivos; Terraza Aluvial 02 (TA-02), con una aproximación de 20 cm de altura, cubierta por la vegetación; Terraza Aluvial 03 (TA-03), tiene una altura aproximadamente de 3 m.

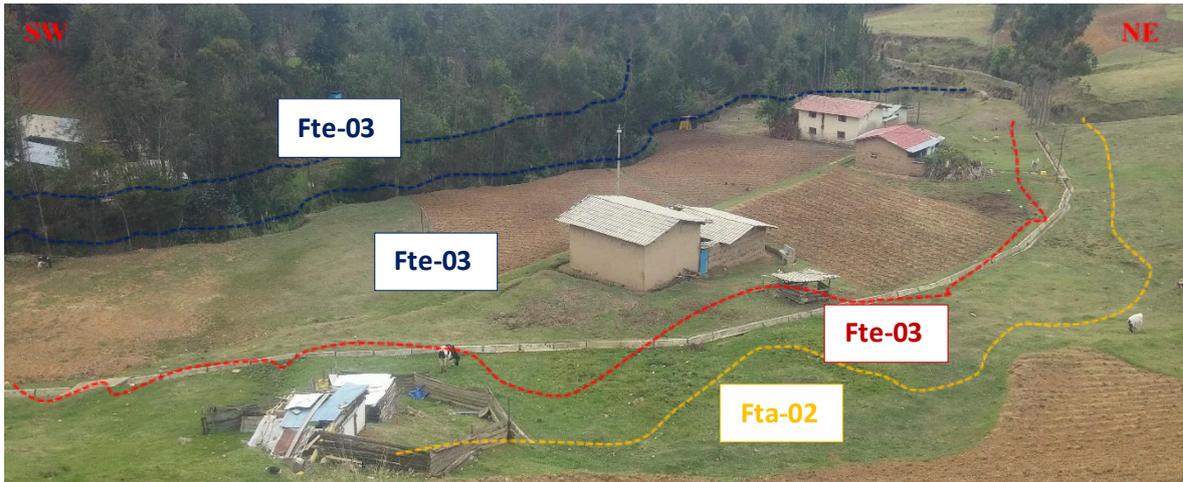


Figura 53: Evidencia de 3 terrazas al margen derecho, aguas abajo del río Porcón, ubicado en el caserío Hierba Buena; Fta-01, tiene un espesor aproximado de 20cm; Fta-02, tiene un espesor de 30cm y la Fte-03 lo ubicamos en ambos márgenes del río, teniendo un espesor aproximado de entre 2 - 3m.

Se puede evidenciar en la terraza TA-03 en ambos márgenes del Río Porcón, una estratificación difusa irregular, con laminación paralela; Además presenta una selección pobre de los clastos, que varían entre 1 - 14cm. Con respecto a su geometría de la estratificación se puede evidenciar algunos lenticulares.



Figura 54: Ubicado en el río Porcón en el caserío de Hierba Buena; Estratificación de intercalación de clastos con materia orgánica con espesores aproximados de 5 - 10cm de materia orgánica con clastos de 30 - 50cm. de diámetro.



Figura 55: Se evidencia 2 niveles de terrazas; TA-07, es aprovechado para la ganadería y agricultura; TA-08, es de espacio reducido, se encuentra en margen de la quebrada, ubicada en el caserío de Hierba Buena.

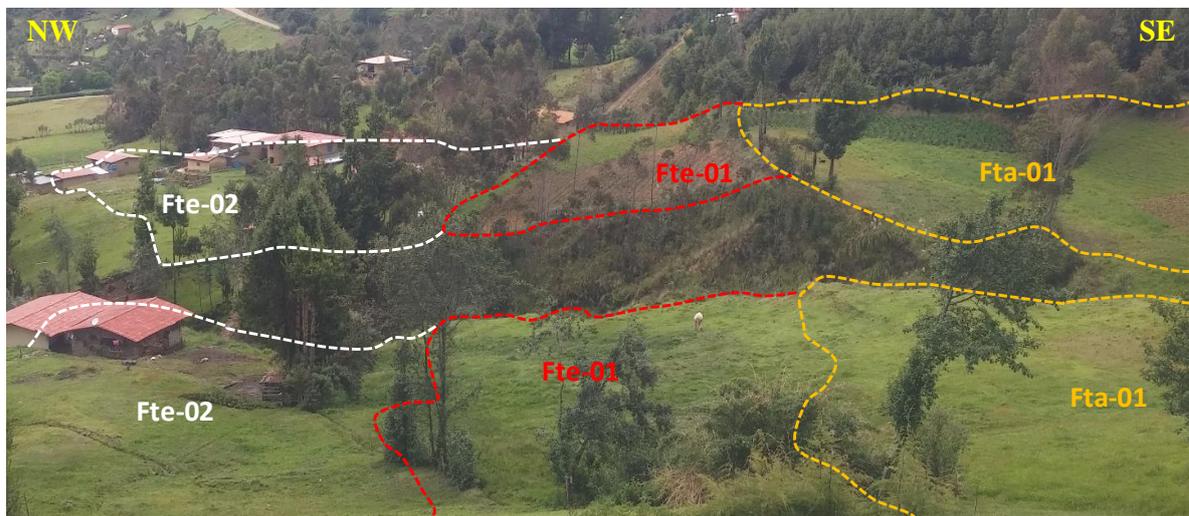


Figura 56: Podemos evidenciar 3 niveles de terrazas; Fta-01, es aprovechado para cultivos por tener gran contenido de materia orgánica; Fte-01, es aprovechado para el sembrío de cultivos y pastos; Fte-02, es aprovechado para construcción de viviendas, siendo esta de mayor extensión.

3.5.1.3.2. Marmitas o Pilancones

Se encuentra en el río Porcón, en el caserío Hierba Buena; caracterizada por oquedades redondeadas en el lecho rocoso del cauce del río Porcón. Están causadas por las turbulencias en el interior de una depresión previa, en la que el agua cargada de fragmentos de roca produce mediante abrasión la perforación del macizo rocoso.

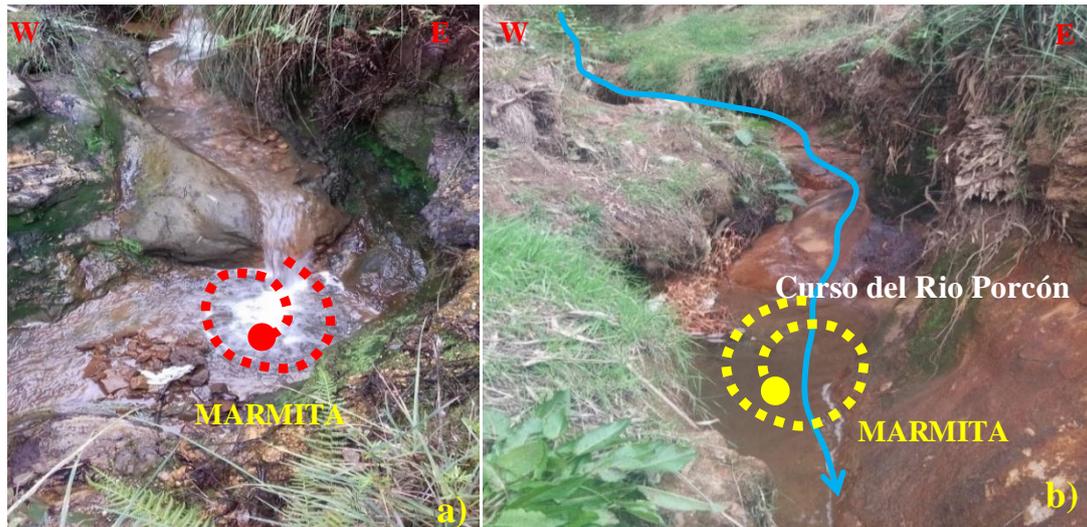


Figura 57: Marmitas en el cauce del río Porcón, En (a) presenta un diámetro de la marmita de 70cm de diámetro aproximadamente; (b) Marmita presenta un diámetro de 60cm.



Figura 58: Marmita con restos de cantos de diámetro hasta de 120cm; esta labrada parte de ella en roca y en su mayoría esta en sedimento consolidado con un diámetro mayor a 1m., ubicado en el río Porcón.

3.5.1.3.3. Llanura de Inundación

Son superficies adyacentes al curso fluvial del río Porcón, de forma plano-cóncava que se inunda estacionalmente como consecuencia del aumento en el nivel del drenaje en la temporada de lluvias, bien sea por desborde directo del río o por un aumento en el nivel freático. Estos terrenos no pasan de los 5° de pendiente; concierne a su litología están formadas por sedimentos de diferentes granulometrías (arcillas, arenas y gravas).



Figura 59: Llanura de inundación por acreción lateral, producido por la deriva lateral de la pared por donde transcurre el río; ubicado en el caserío de Quishuar Pata, en el entorno del río Porcón, en el margen izquierdo aguas abajo, el cual discurre de NW a SE.



Figura 60: Llanura de inundación por acreción vertical, producido por la sedimentación vertical por deposición de partículas por donde transcurre el río; ubicado en el caserío de Quishuar Pata, en el entorno del río Porcón, en el margen izquierdo aguas abajo, el cual discurre de NW a SE; estos espacios son aprovechados por los pobladores para la agricultura y ganadería.

3.5.1.3.4. Caídas de Agua

Corresponden a un proceso netamente de socavación, llamado también salto de agua; no sobrepasando los 5m. de altura, caracterizados por el cambio de pendiente bruscamente en rocas o en materiales de mayor consistencia, generalmente se aprecia en época de lluvia.



Figura 61: Salto de agua en el caserío Hierba Buena, ubicado en el río Porcón, la figura (a) tiene una altura de salto de agua (Fsa 1) de aproximadamente de 2.20m. y la figura (b) tiene una de salto de agua (Fsa 4) de aproximadamente de 1.80m.



Figura 62: Se evidencia saltos de agua: La figura (a) (Fsa 2) tiene una altura aproximado de 5.00m y la figura (b) (Fsa 3) tiene una altura aproximada de 1.80m; los dos saltos de agua se ubican en el río Porcón, en el caserío de Hierba Buena.

3.5.1.3.5. Cauces

Corresponde a los cursos de los ríos tanto actuales como antiguos, con formas que van desde trazos rectos a curvilíneos y desde muy anchos hasta pequeños afluentes que atraviesan las llanuras de inundación.



Figura 63: Cauce del río Porcón Permanente, tiene una dirección de NW –SE. En (b) Se aprecia la presencia de un canal de irrigación que ha sido construido por los pobladores, desviando las aguas del río, lo ubicamos en el caserío de Cochapampa, al sur de la zona de investigación.

3.5.1.3.6. Lagunas

Estas depresiones de terreno, que contienen aguas estancadas; se encuentran ubicadas en la parte baja del Caserío de Chilinquey y en la parte alta del caserío de Minas Punta.



Figura 64: Laguna Permanente, con presencia de cantos rodados de aproximadamente de 10 - 80cm. de diámetro; es caracterizado por tener la presencia de agua en toda época del año. Ubicado al Sureste del Centro Poblado de Porcón Alto, en el caserío de Chilinquey.



Figura 65: Lagunas Temporales, en (a) con presencia de cantos rodados, ubicado en el caserío de Chilenquey al Sureste del Centro Poblado de Porcón Alto, en el caserío de Chilenquey; en (b) se aprecia la vegetación (especie de totora), ubicado el el caserío de Minas Punta al Noreste del Centro Poblado de Porcón Alto, en el caserío de Minas Punta.

3.5.1.3.7. Planicie de inundación.

Son superficies horizontales, lo ubicamos al norte de la zona de estudio; producido básicamente cuando no se tiene bien definido un sistema de drenaje; que en condiciones secas, la capacidad de infiltración suele ser mínima, ya que la respuesta a las precipitaciones es rápida y que también se los puede conocer como inundaciones súbitas.

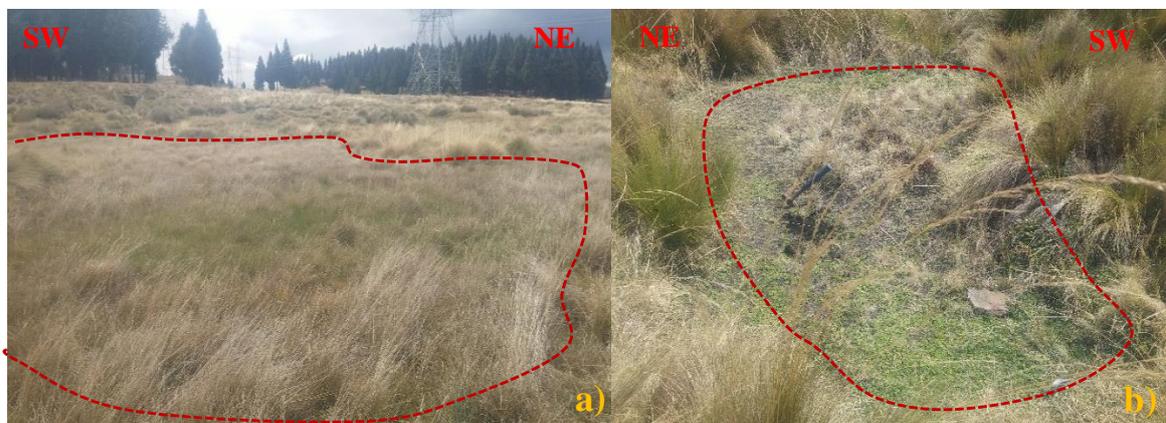


Figura 66: Planicie de inundación (a) ubicado en el caserío de Granja Porcón, con una extensión aproximado de 300m². En (b) son pequeñas áreas que se encuentran inmersos en la llanura de inundación como áreas concentricas de la planicie de inundación.

3.5.1.4.Unidades por Procesos Volcánico.

Definido para las geoformas generadas, tanto por la intrusión como por la extrusión de materiales fundidos procedentes del interior de la tierra.

3.5.1.4.1. Disyunción Columnar

Un rasgo característico fisiográfico del proceso volcánico, es la presencia de una estructura típica de rocas volcánicas, que se produce por tensión durante el enfriamiento de la lava.

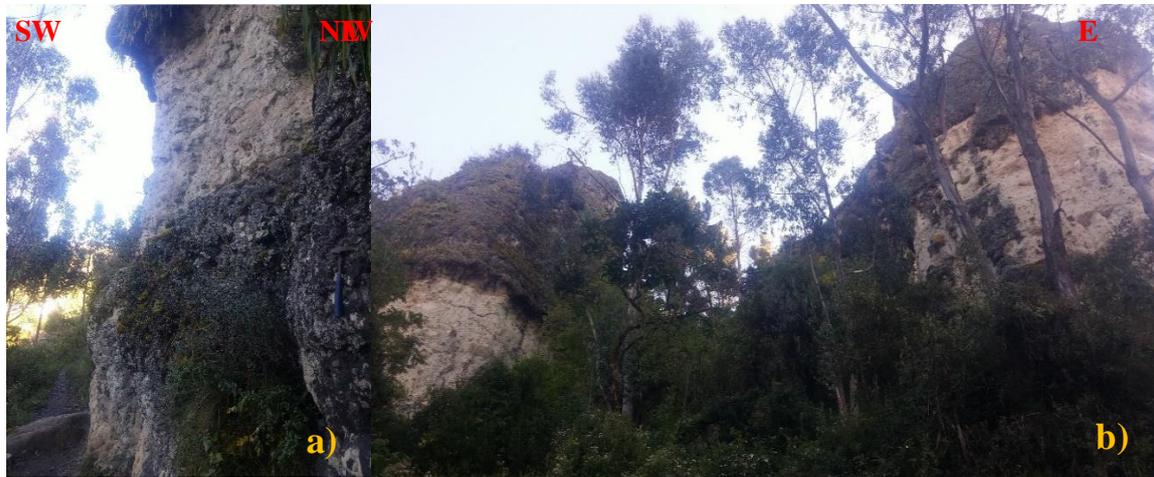


Figura 67: Disyunción columnar con textura vesicular, los mismos que sirven de centro turístico, ubicado en el caserío de Quishuar Pata.

A lo largo del escarpe estructural, se evidencia la presencia de depósito de bloques de Litoclastos con fragmentos de aproximadamente de 10 - 20cm. de diámetro, los cuales están soportados por una matriz consistente; originando bloques rectangulares muy fracturados.

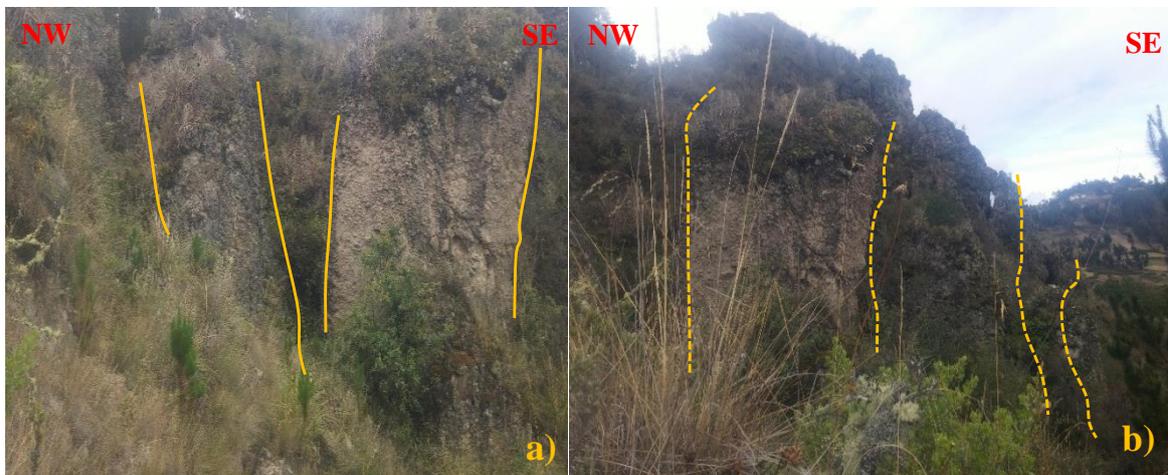


Figura 68: En (a) se evidencia la presencia de bloques litoclastos, a manera de columnas; En (b) se evidencia la presencia de bloques altamente fracturado.

3.5.1.4.2. Cono de Ceniza Volcánica

Es una estructura de acumulación de restos de la explosión de un volcán, lo encontramos una muestra de ello en la parte alta del caserío Los Lirios; característico por las partículas que presenta menores a un milímetro, con presencia de vidrio volcánico.



Figura 69: Se evidencia, que la geofoma a sido, fuertemente erosionada por agentes externos.

3.5.1.4.3. Bloques por Descompresión

Una característica de las unidades de proceso volcánico, es la presencia de bloques diaclasados, que presentan una estructura concéntrica; formada por envolturas de material residual y en su interior la roca puede permanecer totalmente fresca. Las dimensiones de los diámetros de los bloques pueden llegar a más de 3m.; conocido también como meteorización cataclástica, que producto de la erosión del agua, estas van erosionándose en capas.



Figura 70: En (a) ubicada en el caserío Hierba Buena, con un bloque de diámetro aproximado de 3m.; (b) ubicada en el caserío Los Lirios, bloque con disyunción esferoidal de diámetro aproximado 80cm.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para hacer el análisis de los resultados, se utilizó el software ArcGis 10.3 en el cual se determinó los aspectos relacionados a la geomorfología los cuales son el análisis morfológico (morfométrico), análisis morfo cronológico y el análisis morfo genético.

4.1.1. Morfometría.

4.1.1.1. Pendiente de la superficie

El análisis de las pendientes de las unidades geomorfológicas del caserío de Hierba Buena y el entorno se realizó mediante el software ArcGis 10.3, para ello se procesó la imagen Aster y con la herramienta SLOPE se obtuvieron las pendientes; posteriormente se reclasificó (herramienta Reclassify 3D) en siete rangos; definiéndose estas inclinaciones, y como resultado el plano de pendientes (plano 04), estos resultados cuantitativos se les asignó la descripción de Carbajal, que se muestra en la tabla 06.

Tabla 18 : Inclinacion de las superficie de las Unidades Geomorfológicas y su descripcion.

Inclinación (Grados)	Descripción	Características del material y comportamiento	Área Has.
<5°	Plana a suavemente inclinada	Muy blanda y muy baja	260.58
6° - 10°	Inclinada	Blanda y baja	167.10
11° - 15°	Muy inclinada	Moderadamente blanda y moderada susceptibilidad	200.40
16° - 20°	Abrupta	Moderadamente resistente y moderada susceptibilidad	99.91
21° - 30°	Muy abrupta	Resistente y alta	67.77
31° - 45°	Escarpada	Muy resistente y alta	49.66
>45°	Muy escarpada	Extremadamente resistente	14.61

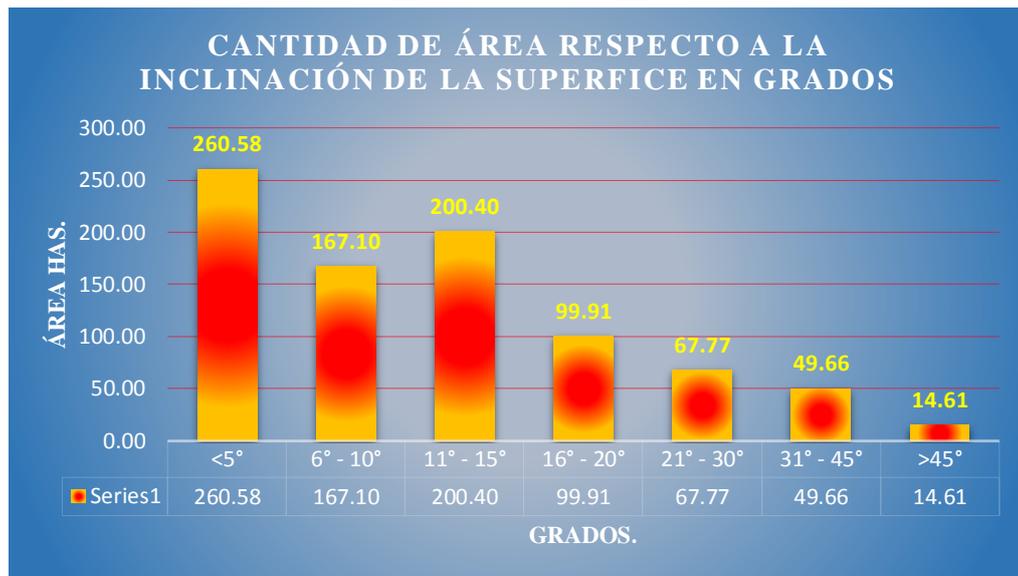


Figura 71: Se determina, que la mayor cantidad de terreno que se ocupa es de 385.45 Has. El mismo que varía entre los grados de 5°-15°. Por otro lado el menor área que ocupa es de 9.98 Has., que varía entre los grados de 16° a mayores que 45°.

4.1.1.2. Forma de la superficie

Para el análisis de las formas de las unidades geomorfológicas, se realizó con la ayuda del Software AutoCAD 2018, mediante cortes morfométricos; definido mediante el trazo de los contornos de las geofomas con segmentos continuos.

En el presente corte morfométrico A-Á, se procederá a analizar los siguientes aspectos:

- ✓ **Variación de la inclinación:** En el corte morfométrico se presenta:
 - 08 variaciones de la inclinación opuestas (**O**), indicando los puntos más altos y bajos de las geoformas; de las cuales 05 son opuestos negativos (**O-**), indicando que la erosión ha sido en menor proporción y 3 son opuestos positivos (**O+**), indicando que la acción de la erosión ha sido en mayor proporción.
 - 06 variaciones de la inclinación Directa (**D**), indica que se tiene un cambio positivo en ambos extremos.
 - 05 variaciones de la inclinación Directa Descendente (**DD**), indica el cambio en el sentido de la inclinación negativamente cuesta arriba, respecto al segmento adyacente anterior.
 - 06 variaciones de la inclinación Directa Ascendente (**DA**), indica el cambio en el sentido de la inclinación positivamente cuesta arriba, respecto al segmento adyacente anterior.
 - 03 variaciones de la inclinación Inversa Ascendente (**IA**), indica el cambio en el sentido de la inclinación positivamente cuesta abajo, respecto al segmento adyacente anterior.

- ✓ **Segmentos (tipo):** Se evidencia 29 segmentos, comprendidas entre dos cambios o rupturas; de los cuales:
 - 10 son segmentos Rectilíneos (**R**), indicando que a lo largo de la inclinación de la pendiente no ha sufrido cambios considerables producto de la erosión.
 - 03 son segmentos Horizontales (**H**), indicando que parte de la geoforma ha sufrido una erosión homogénea.
 - 04 Cóncavos (**CV**) presentes en aquellas porciones de terreno inclinado de pendiente progresivamente creciente en altura.
 - 11 Convexos (**CX**) presentes en aquellas porciones de terreno que tienen una pendiente progresivamente descendente con la altura.

- ✓ **Variación de la pendiente:** Se ha marcado de coloración ámbar:
 - 13 Continua o nula, porque se mantiene constante el valor que presenta la pendiente a lo largo del segmento.
 - 15 Progresivas, porque a lo largo de un segmento o entre dos segmentos no se pueden establecer puntos de inflexión.
 - 13 Cambios, porque el punto de inflexión entre dos segmentos es suave.

- 15 Rupturas, porque si existe un punto de inflexión neto.

- ✓ **Cambio de sentido:** Se tiene 03 cambios en la inclinación [C+], los mismos que están relacionados directamente con los 3 segmentos horizontales, en donde la erosión ha sido homogéneo.

- ✓ **Puntos neutros:** Presenta 08 puntos neutros de los cuales:
 - 06 puntos neutros como Cima (NC), indicando que son los puntos más altos de las geoformas a lo largo del corte morfométrico; debido a que la acción del losa agentes externos ha sido en menor proporción que en los puntos neutros como Sima.
 - 02 puntos neutros como Sima (NS), indicando que son los puntos mas bajos de las geoformas a lo largo del corte morfométrico; debido a que la acción de los agentes externos ha sido en mayor proporción que en los puntos neutros como Cima.

- ✓ **Tipología del segmento:** Se tiene lo siguiente:
 - Tránsito (T), 26 segmentos en los que no se produce cambio en el sentido de la inclinación, indicando que la acción de la erosión ha sido heterogéneo a lo largo de los segmentos que contornea a las geoformas.
 - Fondo (F), 03 segmentos en los que el cambio en el sentido de inclinación está caracterizado por rupturas de signo positivo en ambos extremos del segmento, indicando que la erosión ha sido homogéneo a lo largo del segmento horizontal.

4.1.1.2.2. Corte Morfométrico B – B´

Corte Morfométrico ubicado al NW del Centro Poblado Porcón Alto, el mismo que intersecta a tres caseríos de Hierba Buena, Porcón Alto y el Caserío Minas Punta; cabe indicar que gran parte del corte Morfométrico se lo ubica en el caserío de Minas Punta. A continuación se describirá la forma de la superficie de las diferentes geoformas obtenidas mediante segmentos continuos.

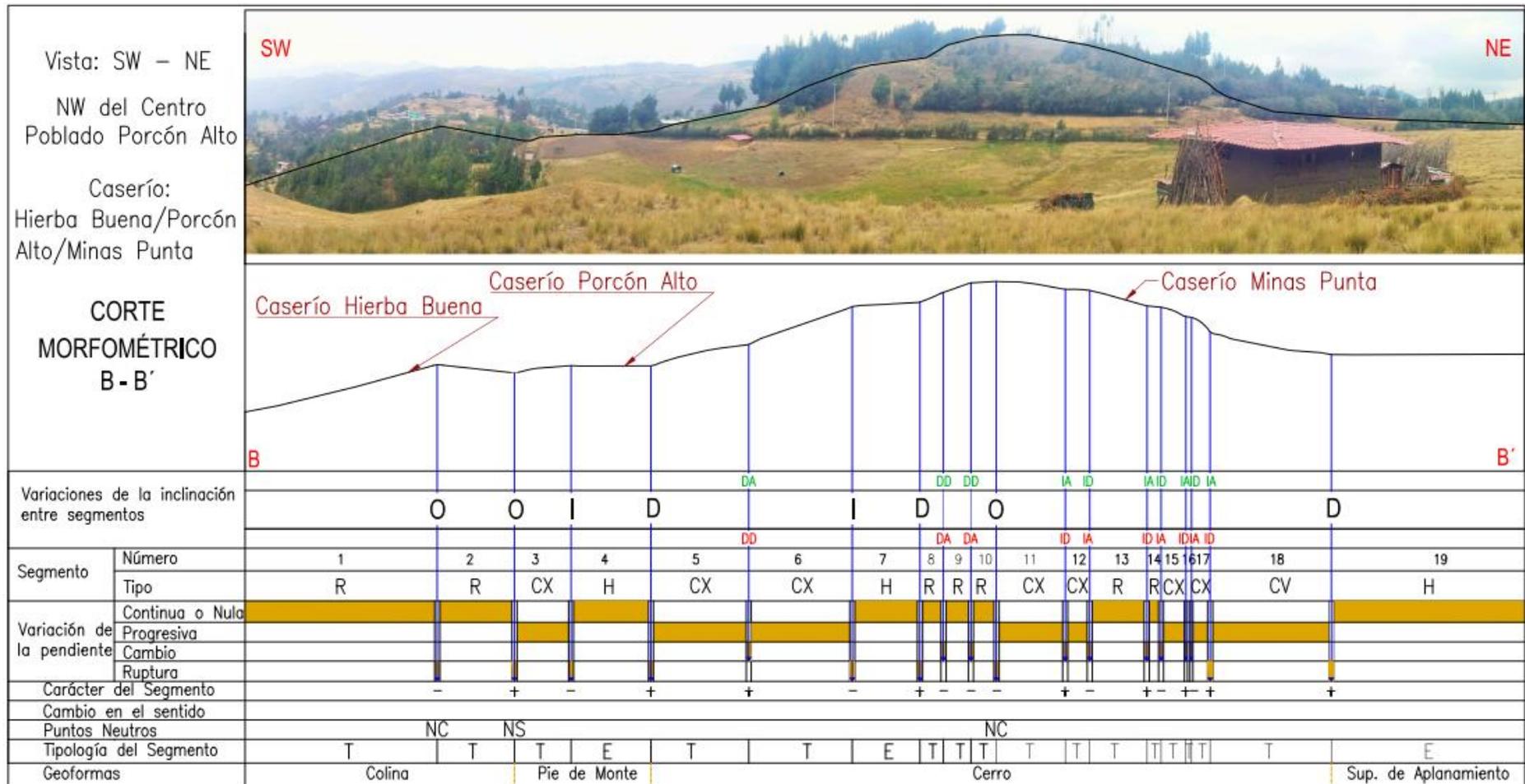


Figura 73: Corte Morfométrico B – B´.

En el presente corte morfométrico B-B', se procederá a analizar los siguientes aspectos:

- ✓ **Variación de la inclinación:** En el corte morfométrico se presenta:
 - 03 variaciones de la inclinación opuestas (**O**), indicando los puntos más altos y bajos de las geoformas; de las cuales 02 son opuestos negativos (**O-**), indicando que la erosión ha sido en menor proporción y 1 son opuestos positivos (**O+**), indicando que la acción de la erosión ha sido en mayor proporción.
 - 03 variaciones de la inclinación Directa (**D**), indica que se tiene una porción de la geoforma horizontal que luego cambia a una inclinación positivamente
 - 02 variaciones de la inclinación Indirecta (**I**), indica que se tiene una porción de la geoforma inclinada que luego cambia a una inclinación negativamente para dar lugar a una porción de la geoforma horizontal.
 - 02 variaciones de la inclinación Directa Descendente (**DD**), indica el cambio en el sentido de la inclinación negativamente cuesta arriba, respecto al segmento adyacente anterior.
 - 01 variaciones de la inclinación Directa Ascendente (**DA**), indica el cambio en el sentido de la inclinación positivamente cuesta arriba, respecto al segmento adyacente anterior.
 - 04 variaciones de la inclinación Inversa Ascendente (**IA**), indica el cambio en el sentido de la inclinación positivamente cuesta abajo, respecto al segmento adyacente anterior.
 - 02 variaciones de la inclinación Inversa Descendente (**ID**), indica el cambio en el sentido de la inclinación negativamente cuesta abajo, respecto al segmento adyacente anterior.
- ✓ **Segmentos (tipo):** Se evidencia 19 segmentos, comprendidas entre dos cambios o rupturas; de los cuales:
 - 07 son segmentos Rectilíneos (**R**), indicando que a lo largo de la inclinación de la pendiente no ha sufrido cambios considerables producto de la erosión.
 - 03 son segmentos Horizontales (**H**), indicando que parte de la geoforma ha sufrido una erosión homogénea.
 - 01 Cóncavos (**CV**) presentes en aquellas porciones de terreno inclinado de pendiente progresivamente creciente en altura.
 - 08 Convexos (**CX**) presentes en aquellas porciones de terreno que tienen una pendiente progresivamente descendente con la altura.
- ✓ **Variación de la pendiente:** Se ha marcado de coloración ámbar:

- 10 Continua o nula, porque se mantiene constante el valor que presenta la pendiente a lo largo del segmento.
 - 09 Progresivas, porque a lo largo de un segmento o entre dos segmentos no se pueden establecer puntos de inflexión.
 - 09 Cambios, porque el punto de inflexión entre dos segmentos es suave.
 - 19 Rupturas, porque si existe un punto de inflexión neto.
- ✓ **Puntos neutros:** Presenta 08 puntos neutros de los cuales:
- 02 puntos neutros como Cima (**NC**), indicando que son los puntos más altos de las geoformas a lo largo del corte morfométrico; debido a que la acción de los agentes externos ha sido en menor proporción que en los puntos neutros como Sima.
 - 01 puntos neutros como Sima (**NS**), indicando que son los puntos más bajos de las geoformas a lo largo del corte morfométrico; debido a que la acción de los agentes externos ha sido en mayor proporción que en los puntos neutros como Cima.
- ✓ **Tipología del segmento:** Se tiene lo siguiente:
- Tránsito (**T**), 16 segmentos en los que no se produce cambio en el sentido de la inclinación, indicando que la acción de la erosión ha sido heterogéneo a lo largo de los segmentos que contornea a las geoformas.
 - Fondo (**E**), 03 segmentos en los que el cambio en el sentido de inclinación está caracterizado por el cambio de la inclinación en ambos extremos, para obtener un segmento central horizontal.

4.1.1.2.3. Corte Morfométrico C – C´

Corte Morfométrico ubicado al Este del Centro Poblado Porcón Alto, el mismo que intersecta en la partes más baja al caserío de Chilimpampa Baja, en la parte más alta al Caserío de Cochapampa y el Caserío Chilenquey; cabe indicar que el escarpe estructural está delimitando a los tres caseríos antes mencionada. A continuación se describirá la forma de la superficie de las diferentes geoformas obtenidas mediante segmentos continuos.

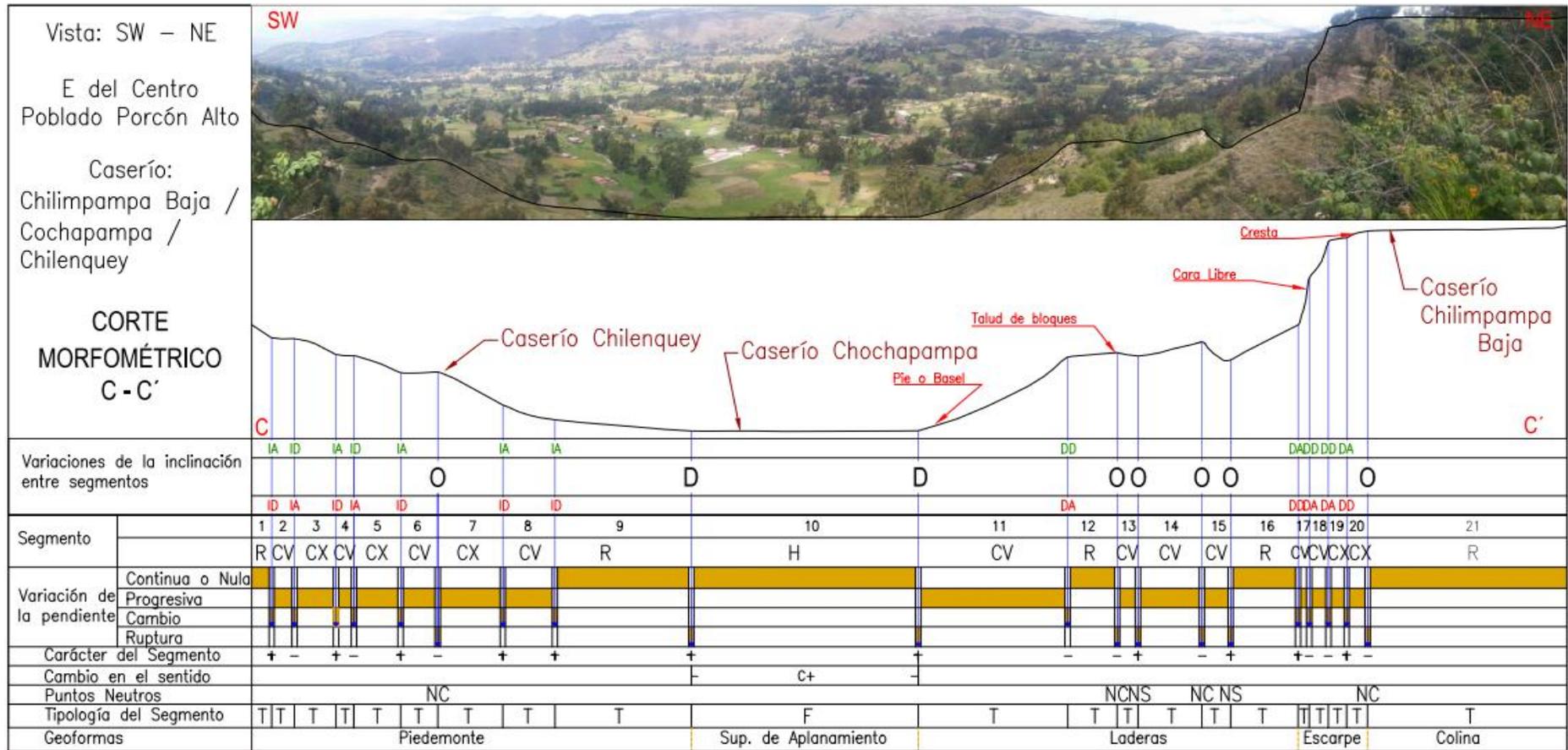


Figura 74: Corte Morfométrico C – C´.

En el presente corte morfométrico C-C', se procederá a analizar los siguientes aspectos:

- ✓ **Variación de la inclinación:** En el corte morfométrico se presenta:
 - 06 variaciones de la inclinación opuestas (**O**), indicando los puntos más altos y bajos de las geoformas; de las cuales 04 son opuestos negativos (**O-**), indicando que la erosión ha sido en menor proporción y 02 son opuestos positivos (**O+**), indicando que la acción de la erosión ha sido en mayor proporción.
 - 02 variaciones de la inclinación Directa (**D**), indica que se tiene un cambio positivo en ambos extremos.
 - 03 variaciones de la inclinación Directa Descendente (**DD**), indica el cambio en el sentido de la inclinación negativamente cuesta arriba, respecto al segmento adyacente anterior.
 - 02 variaciones de la inclinación Directa Ascendente (**DA**), indica el cambio en el sentido de la inclinación positivamente cuesta arriba, respecto al segmento adyacente anterior.
 - 05 variaciones de la inclinación Inversa Ascendente (**IA**), indica el cambio en el sentido de la inclinación positivamente cuesta abajo, respecto al segmento adyacente anterior.
 - 02 variaciones de la inclinación Inversa Ascendente (**ID**), indica el cambio en el sentido de la inclinación negativamente cuesta abajo, respecto al segmento adyacente anterior.

- ✓ **Segmentos (tipo):** Se evidencia 21 segmentos, comprendidas entre dos cambios o rupturas; de los cuales:
 - 05 son segmentos Rectilíneos (**R**), indicando que a lo largo de la inclinación de la pendiente no ha sufrido cambios considerables producto de la erosión.
 - 01 son segmentos Horizontales (**H**), indicando que parte de la geoforma es una superficie de aplanamiento.
 - 10 Cóncavos (**CV**) presentes en aquellas porciones de terreno inclinado de pendiente progresivamente creciente en altura.
 - 05 Convexos (**CX**) presentes en aquellas porciones de terreno que tienen una pendiente progresivamente descendente con la altura.

- ✓ **Variación de la pendiente:** Se ha marcado de coloración ámbar:
 - 06 Continua o nula, porque se mantiene constante el valor que presenta la pendiente a lo largo del segmento.

- 15 Progresivas, porque a lo largo de un segmento o entre dos segmentos no se pueden establecer puntos de inflexión.
 - 12 Cambios, porque el punto de inflexión entre dos segmentos es suave.
 - 08 Rupturas, porque si existe un punto de inflexión neto.
- ✓ **Cambio de sentido:** Se tiene 01 cambios en la inclinación [C+], los mismos que están relacionado directamente a 1 segmentos horizontal, el mismo que representa una parte una parte de la geoforma de superficie de aplanamiento.
- ✓ **Puntos neutros:** Presenta 08 puntos neutros de los cuales:
- 04 puntos neutros como Cima (NC), indicando que son los puntos más altos de las geoformas a lo largo del corte morfométrico; debido a que la acción de los agentes externos ha sido en menor proporción que en los puntos neutros como Sima.
 - 02 puntos neutros como Sima (NS), indicando que son los puntos más bajos de las geoformas a lo largo del corte morfométrico; debido a que la acción de los agentes externos ha sido en mayor proporción que en los puntos neutros como Cima.
- ✓ **Tipología del segmento:** Se tiene lo siguiente:
- Tránsito (T), 20 segmentos en los que no se produce cambio en el sentido de la inclinación, indicando que la acción de la erosión ha sido heterogéneo a lo largo de los segmentos que contornea a las geoformas.
 - Fondo (F), 01 segmentos en los que el cambio en el sentido de inclinación está caracterizado por rupturas de signo positivo en ambos extremos del segmento, indicando que la erosión ha sido homogéneo a lo largo del segmento horizontal.

4.1.1.2.4. Corte Morfométrico D – D´

Corte Morfométrico ubicado al NE del Centro Poblado Porcón Alto, el mismo que intersecta los caseríos de Hierba Buena y Quishuar Pata; ambos caseríos están separados por el río Porcón, cabe indicar que gran parte del corte Morfométrico se lo ubica en el caserío de Hierba Buena. A continuación se describirá la forma de la superficie de las diferentes geoformas obtenidas mediante segmentos continuos.

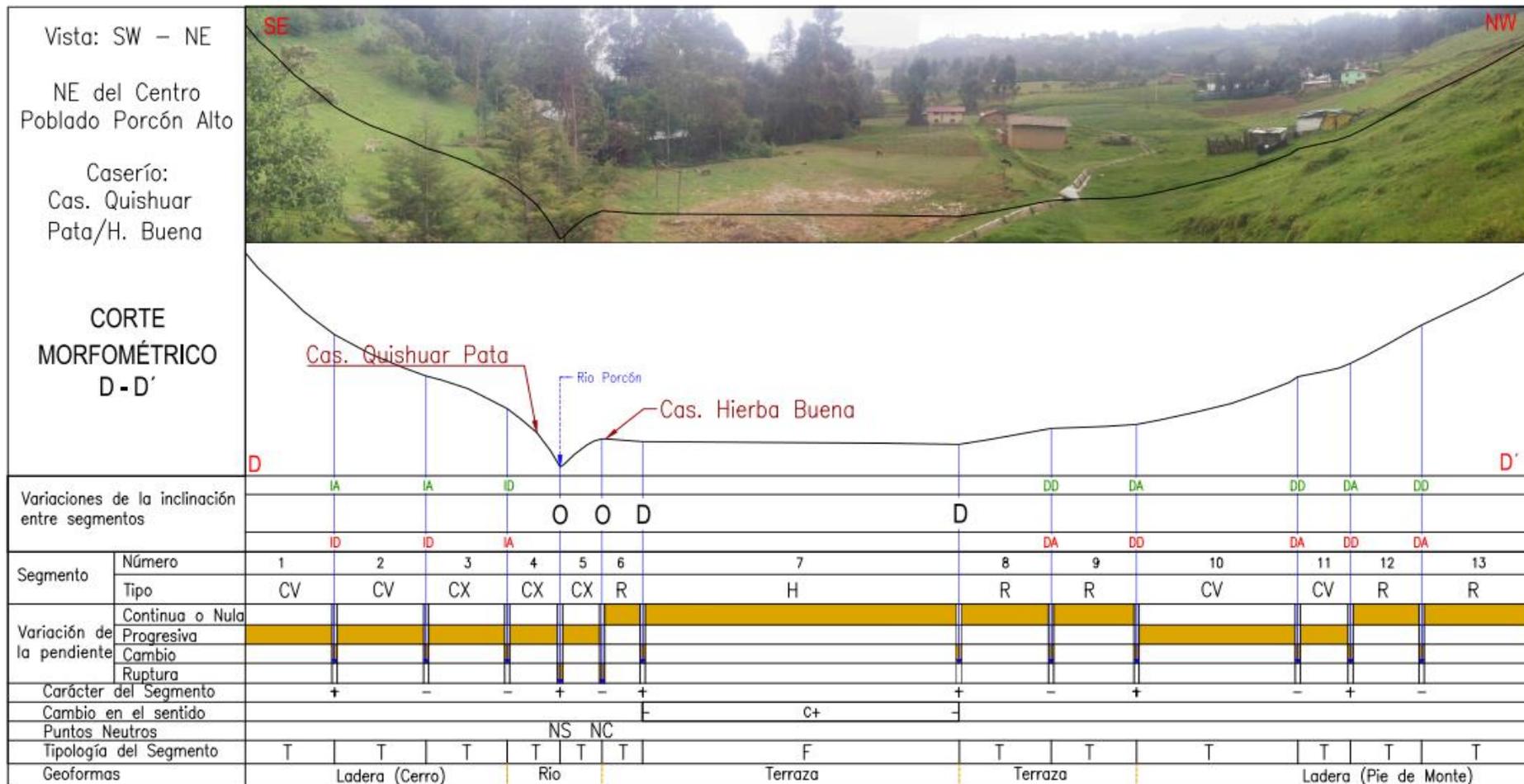


Figura 75: Corte Morfométrico D – D´.

En el presente corte morfométrico D-D', se procederá a analizar los siguientes aspectos:

- ✓ **Variación de la inclinación:** En el corte morfométrico se presenta:
 - 02 variaciones de la inclinación opuestas (**O**), indicando los puntos más altos y bajos de las geoformas; de las cuales 01 son opuestos negativos (**O-**), indicando que la erosión ha sido en menor proporción y 01 son opuestos positivos (**O+**), indicando que la acción de la erosión ha sido en mayor proporción, originando el cauce del río Porcón.
 - 02 variaciones de la inclinación Directa (**D**), indica que se tiene un cambio positivo en ambos extremos, originando un segmento horizontal que forma la terraza aluvial.
 - 03 variaciones de la inclinación Directa Descendente (**DD**), indica el cambio en el sentido de la inclinación negativamente cuesta arriba, respecto al segmento adyacente anterior, que forma parte de la geoforma piedemonte.
 - 02 variaciones de la inclinación Directa Ascendente (**DA**), indica el cambio en el sentido de la inclinación positivamente cuesta arriba, respecto al segmento adyacente anterior, que forma parte de la geoforma piedemonte al igual que los segmentos de (DD).
 - 02 variaciones de la inclinación Inversa Ascendente (**IA**), indica el cambio en el sentido de la inclinación positivamente cuesta abajo, respecto al segmento adyacente anterior, que forma parte del cerro Chochorco.
 - 01 variaciones de la inclinación Inversa Ascendente (**ID**), indica el cambio en el sentido de la inclinación negativamente cuesta abajo, respecto al segmento adyacente anterior, que forma parte del cerro Chochorco al igual que los segmentos de (IA).
- ✓ **Segmentos (tipo):** Se evidencia 13 segmentos, comprendidas entre dos cambios o rupturas; de los cuales:
 - 05 son segmentos Rectilíneos (**R**), indicando que a lo largo de la inclinación de la pendiente no ha sufrido cambios considerables producto de la erosión.
 - 01 son segmentos Horizontales (**H**), formando parte de la geoforma de una terraza aluvial.
 - 04 Cóncavos (**CV**) presentes en aquellas porciones de terreno inclinado de pendiente progresivamente creciente en altura.
 - 03 Convexos (**CX**) presentes en aquellas porciones de terreno que tienen una pendiente progresivamente descendente con la altura.
- ✓ **Variación de la pendiente:** Se ha marcado de coloración ámbar:

- 06 Continua o nula, porque se mantiene constante el valor que presenta la pendiente a lo largo del segmento.
 - 07 Progresivas, porque a lo largo de un segmento o entre dos segmentos no se pueden establecer puntos de inflexión.
 - 10 Cambios, porque el punto de inflexión entre dos segmentos es suave.
 - 02 Rupturas, porque si existe un punto de inflexión neto.
- ✓ **Cambio de sentido:** Se tiene 01 cambios en la inclinación [C+], los mismos que están relacionado directamente a 1 segmentos horizontal, el mismo que representa una parte una parte de la geoforma de la terraza aluvial.
- ✓ **Puntos neutros:** Presenta 08 puntos neutros de los cuales:
- 01 puntos neutros como Cima (NC), indicando que son los puntos más altos de las geoformas a lo largo del corte morfométrico; debido a que la acción del los agentes externos ha sido en menor proporción que en los puntos neutros como Sima.
 - 01 puntos neutros como Sima (NS), indicando que son los puntos mas bajos de las geoformas a lo largo del corte morfométrico; debido a que la acción de los agentes externos ha sido en mayor proporción que en los puntos neutros como Cima, originando el cauce del rio Porcón.
- ✓ **Tipología del segmento:** Se tiene lo siguiente:
- Tránsito (T), 12 segmentos en los que no se produce cambio en el sentido de la inclinación, a lo largo de la geoforma del cerro Chochorco, Piedemonte y el rio Porcón.
 - Fondo (F), 01 segmentos en los que el cambio en el sentido de inclinación está caracterizado por rupturas de signo positivo en ambos extremos del segmento, dando origen a la geoforma de terraza aluvial

4.1.1.2.5. Corte Morfométrico E – E´

Corte Morfométrico ubicado al NE del Centro Poblado Porcón Alto, el mismo que intersecta en las partes más altas de los caseríos de Hierba Buena y Quishuar Pata. A continuación se describirá la forma de la superficie de las diferentes geformas obtenidas mediante segmentos continuos.

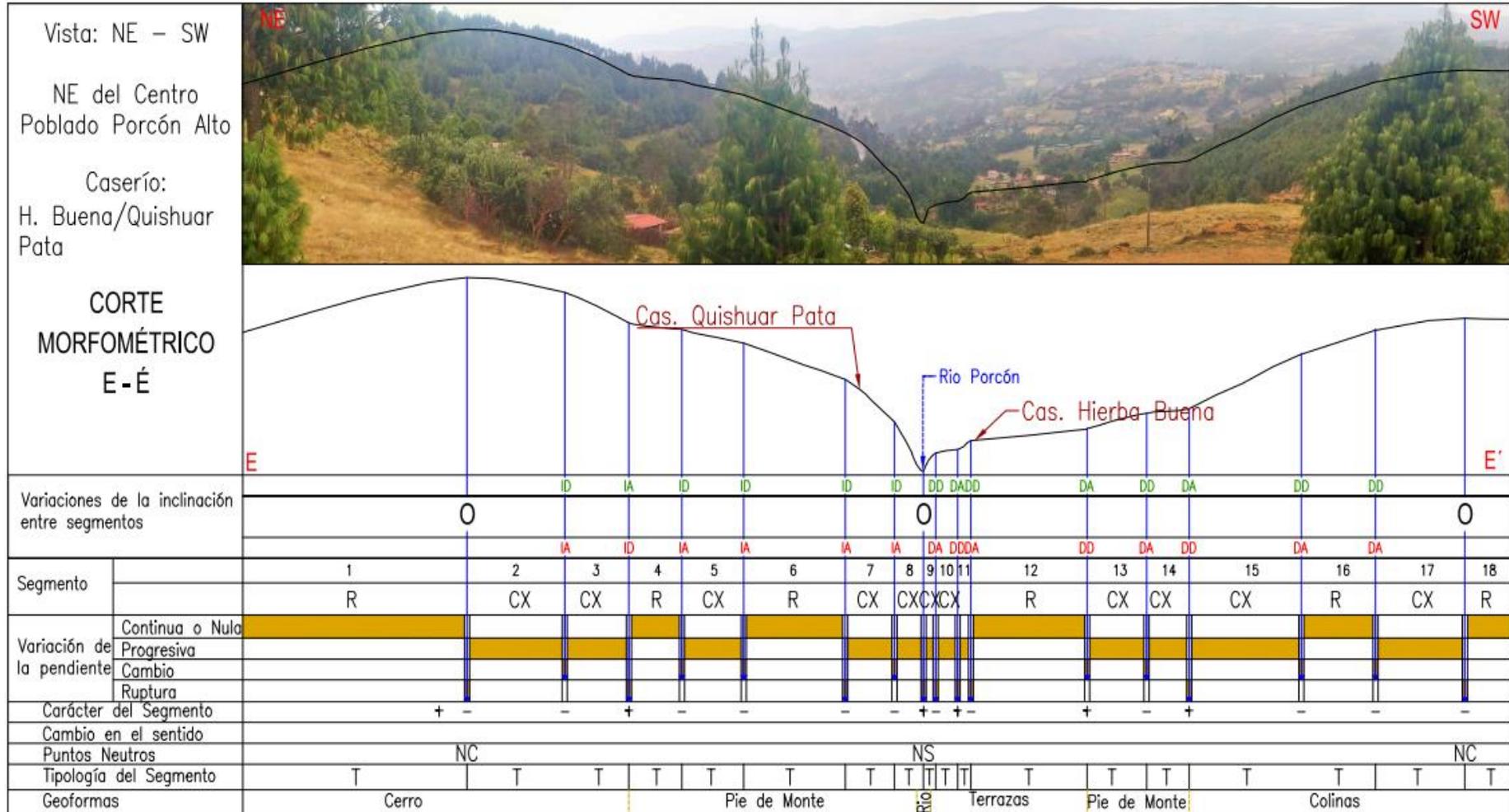


Figura 76: Corte Morfométrico E – E´.

En el presente corte morfométrico D-D', se procederá a analizar los siguientes aspectos:

- ✓ **Variación de la inclinación:** En el corte morfométrico se presenta:
 - 02 variaciones de la inclinación opuestas (**O**), indicando los puntos más altos y bajos de las geoformas; de las cuales 02 son opuestas negativas (**O-**), indicando que la erosión ha sido en menor proporción (un O- representa la parte más alta del cerro Chochorco y un O- representa la parte más alta de la loma) y 01 son opuestas positivas (**O+**), indicando que la acción de la erosión ha sido en mayor proporción, originando el cauce del río Porcón.
 - 05 variaciones de la inclinación Directa Descendente (**DD**), indica el cambio en el sentido de la inclinación negativamente cuesta arriba, respecto al segmento adyacente anterior, que forma parte de la geoforma piedemonte y loma.
 - 02 variaciones de la inclinación Directa Ascendente (**DA**), indica el cambio en el sentido de la inclinación positivamente cuesta arriba, respecto al segmento adyacente anterior, que forma parte de la geoforma piedemonte y loma al igual que los segmentos de (DD).
 - 01 variaciones de la inclinación Inversa Ascendente (**IA**), indica el cambio en el sentido de la inclinación positivamente cuesta abajo, respecto al segmento adyacente anterior, que forma parte del cerro Chochorco.
 - 05 variaciones de la inclinación Inversa Ascendente (**ID**), indica el cambio en el sentido de la inclinación negativamente cuesta abajo, respecto al segmento adyacente anterior, que forma parte del cerro Chochorco al igual que los segmentos de (IA).

- ✓ **Segmentos (tipo):** Se evidencia 18 segmentos, comprendidas entre dos cambios o rupturas; de los cuales:
 - 06 son segmentos Rectilíneos (**R**), indicando que a lo largo de la inclinación de la pendiente no ha sufrido cambios considerables producto de la erosión.
 - 01 Cóncavos (**CV**) presentes en aquellas porciones de terreno inclinado de pendiente progresivamente creciente en altura.
 - 12 Convexos (**CX**) presentes en aquellas porciones de terreno que tienen una pendiente progresivamente descendente con la altura.

- ✓ **Variación de la pendiente:** Se ha marcado de coloración ámbar:
 - 06 Continua o nula, porque se mantiene constante el valor que presenta la pendiente a lo largo del segmento.

- 12 Progresivas, porque a lo largo de un segmento o entre dos segmentos no se pueden establecer puntos de inflexión.
 - 08 Cambios, porque el punto de inflexión entre dos segmentos es suave.
 - 09 Rupturas, porque si existe un punto de inflexión neto.
- ✓ **Cambio de sentido:** No se presenta ningún cambio.
- ✓ **Puntos neutros:** Presenta 08 puntos neutros de los cuales:
- 02 puntos neutros como Cima (**NC**), indicando que son los puntos más altos de las geoformas a lo largo del corte morfométrico; debido a que la acción de los agentes externos ha sido en menor proporción que en los puntos neutros como Sima, originando los puntos más altos de las geoformas del cerro Chochorco y la loma.
 - 01 puntos neutros como Sima (**NS**), indicando que son los puntos mas bajos de las geoformas a lo largo del corte morfométrico; debido a que la acción de los agentes externos ha sido en mayor proporción que en los puntos neutros como Cima, originando el cauce del rio Porcón.
- ✓ **Tipología del segmento:** Se tiene lo siguiente:
- Tránsito (**T**), 18 segmentos en los que no se produce cambio en el sentido de la inclinación, a lo largo de la geoforma del cerro Chochorco, Piedemonte, el rio Porcón y la loma.

4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las unidades geomorfológicas presentes en Caserío de Hierba Buena y su entorno, han sufrido modificaciones debido a los procesos endógenos, el cual configura actualmente el ambiente de las unidades morfoestructural y Volcánicos; otro proceso muy importante son los factores exógenos, que dan una configuración actualmente a los ambientes denudacional y fluvial.

A continuación se muestra los 4 ambientes, los cuales se clasifica de acuerdo al área que ocupa:

- ✓ Primer lugar en ocupar mayor cantidad de área: Ambiente Denudativo, Tiene 42 Geoformas y ocupa un área de 510.60 Has. Esto es debido a que en gran parte del área de investigación han actuado y continúan los procesos de erosión.
- ✓ Segundo lugar: Ambiente Estructural, Tiene 4 Geoformas y ocupa un área de 256.11 Has. Esto es debido a que existe 3 grandes muy importantes que son los cerros y las pendientes.
- ✓ Tercer lugar: Ambiente Fluvial, Tiene 21 Geoformas y ocupa un área de 27.56 Has. Debido a que en el área de investigación nace el río Porcón y es intersectado por el río Quilish.
- ✓ Cuarto lugar en ocupar menor cantidad de área: Ambiente Volcánico, Tiene 4 Geoformas y ocupa un área de 2.08 Has. Debido a que son estructuras que aún permanecen en la actualidad.

Tabla 19: Tipo de Ambiente, Cantidad de Geoformas y Cantidad de área que ocupan.

Ambiente	Cantidad de Geoformas	Área Has.
Fluvial	21	27.56
Estructural	4	256.11
Volcánico	4	2.08
Denudativo	42	510.60

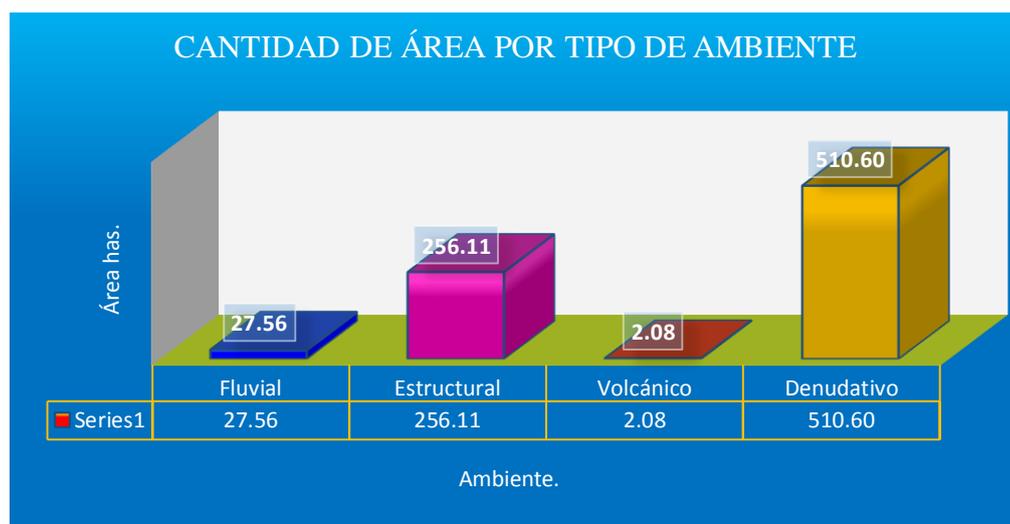


Figura 77: Se determina mediante barras el tipo de ambiente respecto a la cantidad de área que ocupa; en donde la mayor cantidad de terreno que se ocupa es el ambiente Denudativo con 510.60 Has. y el menor área que ocupa es el ambiente volcánico, con 2.08 Has.

A continuación se muestran la cantidad de geoformas que ocupan los cuatro tipos de ambientes:

Tabla 20: Número de Geoformas por el tipo de geoformas, códigos y el área que ocupan en el Ambiente Denudacional.

Ambiente	Cod.	Geoforma	Cantidad de Geoformas	Área que Ocupa Has.
Denudacional	Dcol	Colina	7	129.30
	Dcr	Caida de Rocas	1	0.44
	Ddma	Deslizamiento Menor Activo	1	0.71
	Ddmi	Deslizamiento Mayor Inactivo	3	0.99
	DI	Lomas	10	69.02
	Dma	Deslizamiento Mayor Activo	2	7.11
	Dmi	Deslizamiento Mayor Inactivo	4	4.24
	Dp	Piedemonte	3	45.45
	Dr	Deslizamiento de Rocas	1	0.45
	Dsa	Superficie de Aplanamiento	8	251.77
	Dsf	Soliflucción	2	1.11

De la tabla 20, se deduce que la geoforma que más área ocupa es de Superficie de Aplanamiento, que gran parte lo encontramos en el Caserío de Cochapampa, ubicado al SE del Centro Poblado de Porcón Alto; seguido de las colinas y la geoforma que menos área ocupa es Caída de roca y en general los deslizamientos, ambos ubicados en el caserío de Hierba Buena.

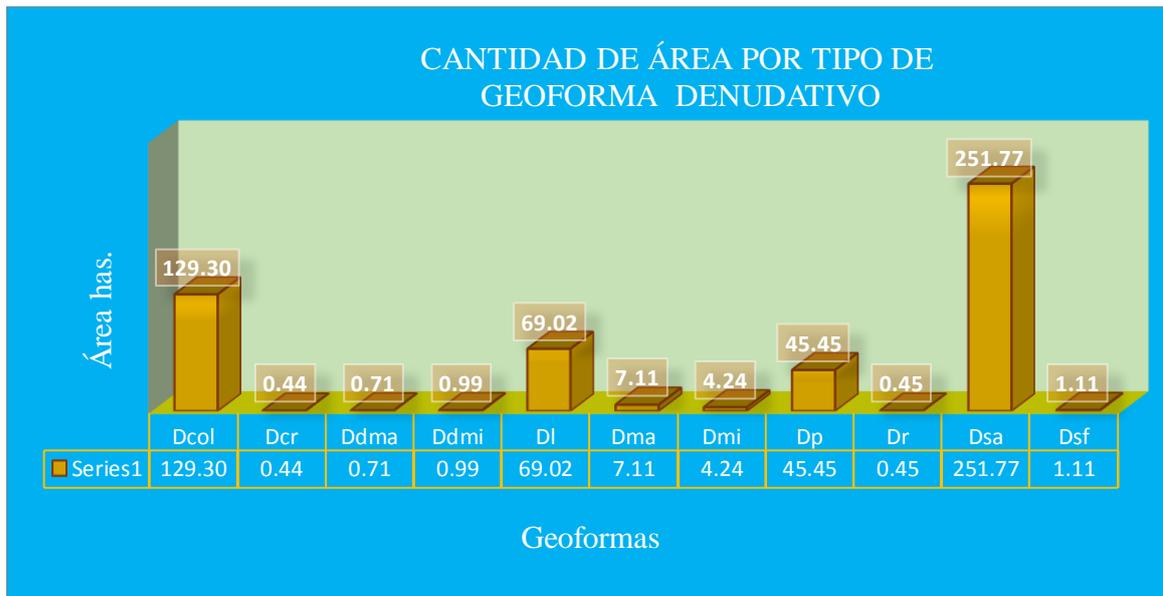


Figura 78: Distribución de las geoformas de origen denudacional (Barras de color marrón), en donde la geoforma de superficie de aplanamiento ocupa mayor extensión de área de 251.77has. y la geoforma que ocupa menor cantidad de área es Caída de rocas, con 0.44has.

Tabla 21: Número de Geoformas por el tipo de geoformas, códigos y el área que ocupan en el Ambiente Fluvial.

Ambiente	Cod.	Geoforma	Cantidad de Geoformas	Área que Ocupa Has.
Fluvial	Fc	Cauce de Río	7	21.38
	Fl	Laguna Permanente	1	0.18
	Fli	Llanuras de Inundación	2	1.96
	Flt	Laguna Temporal	4	1.19
	Fpi	Planicie de Inundación	1	0.42
	Fta	Terraza de Acumulación	3	0.99
	Fte	Terraza de Erosión	3	1.43

De la tabla 21, se deduce que la geoforma que más área ocupa es el cauce de río, principalmente del río Porcón, que en la zona de estudio tiene una dirección de NW-SE; seguido por las llanuras de inundación y la geoforma que menos área ocupa laguna permanente, ya que solo hay una laguna permanente, ubicado en el caserío de Chilinguey.



Figura 79: Distribución de las geoformas de origen Fluvial, en donde el que sobresale es la geoforma de río (Fc), ocupando un área de 21.38 has.; la geoforma laguna permanente (Fl) ocupa un área menor que todas las geoformas de este tipo de ambiente fluvial de 0.18 has.

Tabla 22: Número de Geoformas por el tipo de geoformas, códigos y el área que ocupan en el Ambiente Estructural.

Ambiente	Cod.	Geoforma	Cantidad de Geoformas	Área que Ocupa Has.
Estructural	Spdt	Pendientes	1	145.18
	Sc	Cerros	3	110.93

De la tabla 22, Se deduce que la geoforma que más área ocupa son los pendientes, que son laderas de pendiente abrupta a muy abrupta, que corre a lo largo de los caseríos de San Pedro, Porcón Alto, Hierba Buena y Chilimpampa; seguido por la geoforma de los cerros.

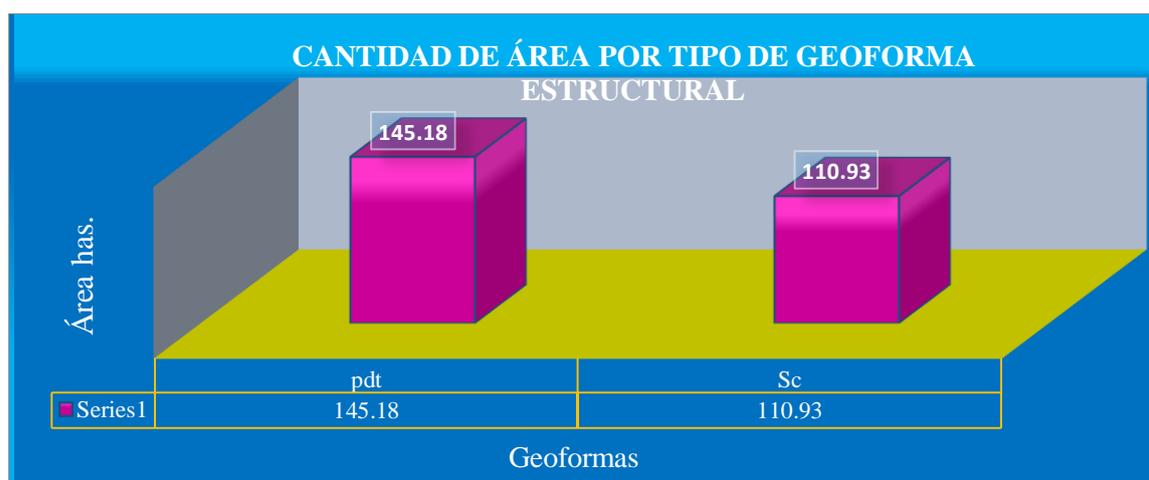


Figura 80: Distribución de las geoformas de origen Estructural, la geoforma que mas área ocupa son pendientes (laderas) y la geoforma que menos área ocupa son los cerros (Sc)

Tabla 23: Número de Geoformas por el tipo de geoformas, códigos y el área que ocupan en el Ambiente Volcánicos.

Ambiente	Cod.	Geoforma	Cantidad de Geoformas	Área que Ocupa Has.
Volcánico	Vbd	Bloques por Descompresión	1	0.29
	Vcc	Conos de Ceniza	1	0.16
	Vdc	Disyunción Columnar	2	1.64

De la tabla 23, Se deduce que la geoforma que más área ocupa es del tipo Disyunción Columnar, que ocupa un área de 1.64has. que están alineados a lo largo del escarpe estructural que tiene una dirección de NW-SE, del cerro Chochorco al Caserío de Chilimpampa Baja; seguido por Bloques por descompresión o meteorización cataclástica, que ocupa un área de 0.29has. ubicados en el caserío de Hierba Buena y Los Lirios.

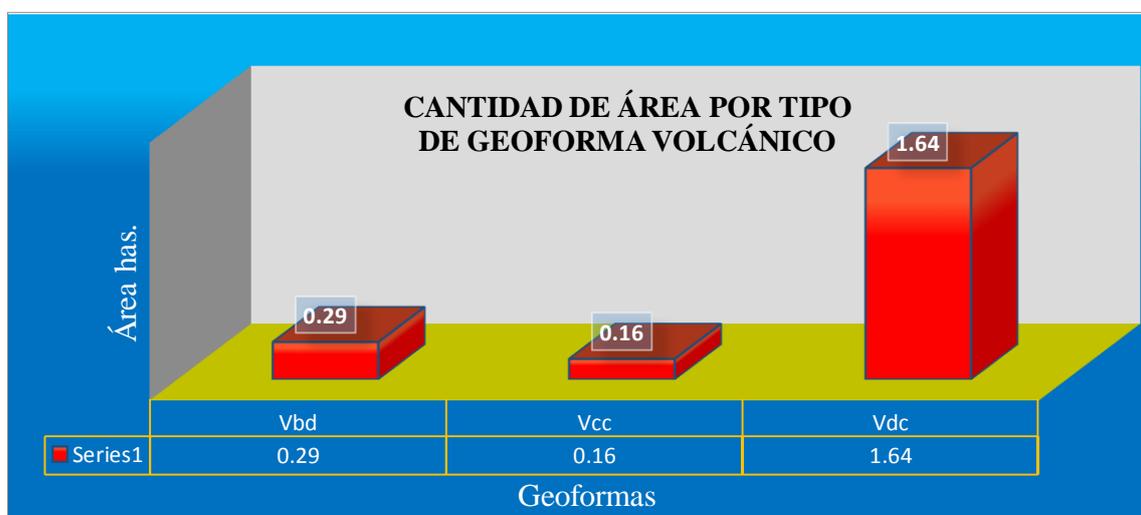


Figura 81: Distribución de las geoformas de origen Volcánico; Disyunción Columnar (Vdc) ocupa la mayor cantidad de área, Bloques por descompresión (Vbd) y Cono de Ceniza Volcanica (Vcc) ocupa la menor cantidad de área.

Tabla 24: Unidades Geomorfológicas del caserío Hierba Buena y entorno, con sus códigos, áreas y el tipo de proceso.

Ambiente	Unidad Geomorfológica	ID	Abreviación	Código de Geoforma	Área	Procesos
Denudativo	Colinas	1	Dcol	Dcol6	17.13	Erosivo
		2		Dcol5	21.92	Erosivo
		3		Dcol3	37.77	Erosivo
		4		Dcol4	21.97	Erosivo
		5		Dcol7	10.99	Erosivo
		6		Dcol2	14.82	Erosivo
		7		Dcol1	4.69	Erosivo
	Caída de Rocas	8	Dcr	Dcr1	0.44	Gravitacional
	Deslizamiento menor Activo	9	Ddma	Ddma1	0.71	Gravitacional
	Deslizamiento Mayor Inactivo	10	Ddmi	Ddmi1	0.22	Gravitacional
		11		Ddmi2	0.49	Gravitacional
		12		Ddmi2	0.31	Gravitacional
		13		Ddmi3	0.28	Gravitacional
	Lomas	14	Dl	Dl1	10.01	Erosivo
		15		Dl2	9.24	Erosivo
		16		Dl3	7.04	Erosivo
		17		Dl4	5.88	Erosivo
		18		Dl5	2.65	Erosivo
		19		Dl6	4.11	Erosivo
		20		Dl7	4.78	Erosivo
		21		Dl8	4.99	Erosivo
		22		Dl9	4.30	Erosivo
		23		Dl10	2.21	Erosivo
	Deslizamiento Mayor Activo	24	Dma	Dma1	1.33	Gravitacional
		25		Dma2	5.78	Gravitacional
	Deslizamiento Mayor Inactivo	26	Dmi	Dmi1	1.18	Gravitacional
		27		Dmi2	1.86	Gravitacional
		28		Dmi3	0.89	Gravitacional
	Pie de Monte	29	Dp	Dp1	6.48	Erosivo
		30		Dp2	11.09	Erosivo
		31		Dp3	27.88	Erosivo
	Deslizamiento de Rocas Fracturadas	32	Dr	Dr1	0.45	Gravitacional
	Superficie de Aplanamiento	33	Dsa	Dsa1	60.27	Erosivo
		34		Dsa2	56.79	Erosivo
		35		Dsa6	2.04	Erosivo
		36		Dsa3	38.07	Erosivo
		37		Dsa7	22.65	Erosivo

Ambiente	Unidad Geomorfológica	ID	Abreviación	Código de Geoforma	Área	Procesos
Denudativo	Superficie de Aplanamiento	38	Dsa	Dsa8	39.14	Erosivo
		39		Dsa4	23.19	Erosivo
		40		Dsa5	9.63	Erosivo
	Soliflucción	41	Dsf	Dsf1	0.58	Acumulación
		42		Dsf2	0.53	Acumulación
Fluvial	Cause de Rio	43	Fc	Fc 1	3.48	Acumulación
		44		Fc 2	2.69	Acumulación
		45		Fc 3	3.62	Acumulación
		46		Fc 4	1.45	Acumulación
		47		Fc 5	0.69	Acumulación
		48		Fc 6	8.01	Acumulación
		49		Fc 7	1.45	Acumulación
	Cause de Rio Abandonado	50	Fca	Fca1	0.34	Acumulación
		51	Fca	Fca2	0.75	Acumulación
	Laguna Permanente	52	Fl	Fl1	0.18	Inundación
	Salto de Agua	53	Fsa	Fsa1	0.01	Erosivo
		54		Fsa2	0.01	Erosivo
		55		Fsa3	0.01	Erosivo
		56		Fsa4	0.01	Erosivo
	Llanura de Inundación	57	Fli	Fli1	0.50	Inundación
	Laguna Temporal	59	Flt	Flt1	0.18	Inundación
		60		Flt2	0.17	Inundación
		61		Flt3	0.21	Inundación
	Planicie de inundación	62	Fpi	Fpi1	0.42	Inundación
	Terraza de Acumulación	63	Fta	Fta2	0.34	Acumulación
		64		Fta1	0.65	Acumulación
		65		Fta3	0.84	Acumulación
	Terraza de Erosión	66	Fte	Fte2	0.38	Acumulación
67		Fte1		0.40	Acumulación	
68		Fte1		0.64	Acumulación	
Marmitas	69	Fma	Fma 1	0.01	Erosivo	
	70		Fma 2	0.01	Erosivo	
	71		Fma 3	0.01	Erosivo	
Estructural	Pendientes	72	Spdt	Spdt1	71.29	Erosivo
		73		Spdt2	48.15	Erosivo
		74		Spdt3	19.47	Erosivo
		75		Spdt4	6.32	Erosivo
	Cerros	76	Sc	Sc1	24.37	Erosivo
		77		Sc2	37.87	Erosivo
		78		Sc3	48.71	Erosivo

Ambiente	Unidad Geomorfológica	ID	Abreviación	Código de Geoforma	Área	Procesos
Volcánico	Bloques por descomprensión	79	Vbd	Vbd1	0.29	Erosivo
	Cono de ceniza	80	Vcc	Vcc1	0.16	Ers. Acumulación
	Disyunción Columnar	81	Vdc	Vdc1	0.36	Erosivo
		82		Vdc2	1.27	Erosivo

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Se realizó la caracterización de las unidades geomorfológicas presentes en el caserío Hierba Buena y entorno, del Centro Poblado Porcón Alto; se concluye en cuatro ambientes geomorfológicos: Estructural, Denudativo, Fluvial y Volcánico; predominando sobre la zona el ambiente denudativo, seguido del Ambiente Estructural, Fluvial y el ambiente Volcánico respectivamente.

Se identificaron 82 unidades geomorfológicas, agrupados en 26 grupos; en donde destacan en el ambiente Denudativo las geoformas de Superficie de Aplanamiento y Colinas; Seguido por el Ambiente Estructural las geoformas de Pendientes y Cerros; Ambiente Fluvial las geoformas Cause de río y Llanura de Inundación; por último, el Ambiente Volcánico con las geoformas Disyunción Columnar y Bloques por descompresión.

Se cartografió las geoformas, en concordancia a la propuesta de estandarización de Carbajal e Ingeominas; determinándose variaciones de pendientes, en un primer grupo que ocupa un área de mayor extensión que varía de 5°-15° y un segundo grupo que ocupa un área de menor extensión que varía de 16° - 87°; En forma del relieve desde plana suavemente inclinada a Muy escarpada.

Se elaboró el plano Geomorfológico utilizando los software: ArcGis 10.3, AutoCAD 2018, Sas Planet, utilizándose tramas y colores según las variaciones morfológicas: púrpura para ambiente morfoestructural, marrón para ambiente denudacional, Azul para ambiente fluvial y Rojo para ambiente volcánico.

Se ha realizado cinco secciones morfométricas, de los cuales dos de ellos presentan una tipología de terreno de fondo, determinándonos las geoformas de Superficies de

Aplanamiento; los otros tres cortes morfométricos presenta las diferentes variaciones de pendiente a lo largo de la geoforma.

Según las pendientes; menor a 5° tiene un área de exposición o afloramiento de 260.58 Has. Y el de menor exposición que a su vez tiene pendientes mayores a 45° ocupa un área de 14.61 Has. Corroborando con estos datos que en el área de estudio predominan mayormente la superficie de aplanamiento.

5.2. RECOMENDACIONES

Realizar una estandarización geomorfológica a nivel nacional; tomando esta iniciativa según las entidades competentes como Ingemmet; para establecer una clasificación de las unidades Geomorfológicas: En tramas, colores y litología.

Al gobierno regional y municipalidades en realizar estudios geomorfológicos a detalle, a fin de ser aplicados en el ordenamiento territorial para la prevención de riesgos de fenómenos naturales y antrópicos, de esta manera evitar pérdidas de vidas humanas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boñón, G. (2011). Geomorfología del departamento de Cajamarca. Cajamarca: Gobierno Regional de Cajamarca.
- Caruajulca, J. (2016). Geomorfología de la laguna San Nicolas y el entorno entre los distritos de Jesus y Namora, Cajamarca.
- Carvajal, H., Ricardo Cortez del Valle, F. R., & Calderon, Y. (2004). Propuesta Metodológica para el Desarrollo de la Cartografía Geomorfológica para la Zonificación Geomecánica (Vol. I). Bogotá, Bogotá: Ministerio de Energia y Minas. Recuperado el Viernes de Agosto de 2016
- Carvajal, J. (2011). Propuesta de Estandarización de la Cartografía Geomorfológica en Colombia. Bogota: INGEOMINAS. Recuperado el Miercoles de Agosto de 2016
- Castillo, B., Pérez, M., & Rebolledo, E. (2004). Unidades geomorfológico ambientales de las Tierras Bajas Mayas de Tabasco-Chiapas en el río Usumacinta. Boletín de la Sociedad Geologica Mexicana, 279-290.
- Centeno, J. (2008). Morfometria. Mexico: Mexico.
- Palacios D. (1996). La elaboración de la cartografía de riesgos geomorfológicos y su aplicación en área de alta montaña. Madrid.
- Estreman, D. (2000). Geomorfología. Madrid, España: Sintesis. Recuperado el Jueves de Agosto de 2016
- Gilsanz, J. (1969). Geomorfología: Principios, Metodos y Aplicaciones. Madrid, España: Rueda S. R. L. Recuperado el Miercoles de Octubre de 20016
- Gómez, D. (2003). Propuesta de normalización para la representación cartografica en internet, aplicación a los mapas geomorfológicos. Madrid.
- Ingeominas. (2001). Estándares Cartográficos y de manejo de información gráfica para mapas geologicos departamentales y planchas ESC. 1:100 000. Colombia.
- Jiménes, J. (1983). Geomorfología General (Vol. II). Madrid, España: Sintesis S. A. Recuperado el Viernes de Agosto de 2016

- Gómez J., Carvajal, H. y García, O. (2015). Propuesta de estandarización de los levantamientos Geomorfológicos en la Zona Costera del Caribe Colombiano. Colombia.
- Mercado, J. (2014). Estudio de las unidades Geomorfologicas del centro poblado Cumbemayo y alrededores, Cajamarca-Peru. Cajamarca.
- Pinto, L. (2004). Geomorfologia Tectonica. Madrid.
- Robertson, D. Jarmillo, O., & Casiblanco, M. (2013). Guía Metodológica para la Elaboración de Mapas Geomorfológicos a Escala 1: 10 000. Bogota.
- Sala, M. (1996). Geomorfologia Actual, guia conceptual y tematica. Mexico.
- Sanchez, E. (2015). Caracterización Geomorfologica de la zona Shaullo Grande, Llacanora - Cajamarca. Cajamarca.
- Santos, M. (2001). Desarrollo y validación de un procedimiento digital para los análisis morfográficos. Madrid.
- Tacilla, M. (2017). Caracterización de las Unidades Geoforfologicas, en el distrito de Jesus, Cajamarca. Cajamarca.
- Vásquez, G. (2010). Estudio de la Geomorfología de Cajamarca. Cajamarca.
- Zinck, J. (2012). Geopedologia: Elementos de la geomorfologia para estudios de suelos y riesgos naturales. ITC Special Lecture Notes Series.

ANEXOS

Planos y Láminas

- 01: Ubicación
- 02: Topográfico
- 03: Plano Geológico
- 04: Plano de pendientes
- 05: Plano Geomorfológico
- 06: Plano Subcueba Río Porcón
- 07: Plano Subcueba Río Crisnejas.
- 08: Corte Morfométrico AA'
- 09: Corte Morfométrico BB'
- 10: Corte Morfométrico CC'
- 11: Corte Morfométrico DD'
- 12: Corte Morfométrico EE'
- 13: Formatos para Toma de Datos.