

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERIA, GEOLÓGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRAFICA
UNIDAD DE POSTGRADO

Geomorfología del Origen del Río Amazonas

TESIS Para optar el Grado de: MAGISTER EN GEOGRAFÍA MENCIÓN EN ORDENAMIENTO Y
GESTIÓN AMBIENTAL

AUTOR

David Mansueto Durand Castro

LIMA – PERÚ 2004

*A la memoria de mi padre
Mansueto Durand López,
a mi querida madre
Betzyda Castro Broncano
y a mi amada esposa
Hilda Betty Ordóñez de Durand*

AGRADECIMIENTOS

Mi gratitud al Geógrafo Dr. Bojumi Jansky profesor de la Universidad de Carolina, República Checa, y colega de la laguna "Bohemia", por su admirable tesón y disciplina científica puesta a prueba en duras jornadas de trabajo y por motivar el presente trabajo.

Al Geógrafo Dr. Carlos Peñaherrera del Águila, por propiciar y coordinar al equipo de la parte peruana a la Expedición Jatun Mayo 2000 y ser un pionero en los planteamientos fundamentales sobre la materia del presente trabajo.

Al Rectorado de la UNNMSM por su oportuno apoyo que hizo posible mi participación en la Expedición Jatun Mayo 2000 .

A los compañeros de la Expedición Jatun Mayo 2000 Delegación Peruana: Ing. Geólogo Segundo Núñez Juárez del INGEMMET, Ing. Hidrólogo Héctor Vera Arévalo del SENAMHI, Oscar Paucar Laja y Aldo Fernández Gonzáles del IGN, Jorge Arenas Moscol del SAN e Ing Geólogo Aníbal Lazo de la UNSAA. Delegación Checa de la Universidad de Carolina Praga: Ludek Sefrna pedólogo, Julius Cesak Hidrólogo, Vladimir Uybiral Maestro Geógrafo, Kastner Jeri Climatólogo y Zerynne Engel estudiante de Geografía.

Al Asesor Ing. Magíster Teófilo Allende por revisar y hacer valiosas sugerencias que han mejorado el trabajo.

A los Miembros del Jurado por revisar y hacer importantes observaciones y correcciones que han perfeccionado la calidad del presente trabajo.

A los colegas, que han contribuido con sus valiosas sugerencias y críticas.

Al Personal Administrativo de la Unidad de Post-Grado por su permanente colaboración

Y finalmente, mi querida familia por su invalorable y trascendente apoyo.

ÍNDICE

RESUMEN.	6
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	7
1.2. ANTECEDENTES:	8
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	16
2.0. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	17
3. 0. MARCO TEORICO DE LA INVESTIGACION:	18
3.1. CONCEPTOS GENERALES Y ENFOQUE TECNICO	
3.2. HIPÓTESIS	21
3.3. VARIABLES E INDICADORES	22
4.0. METODOLOGÍA:	23
5.0 LOCALIZACIÓN, EXTENSIÓN Y ACCESIBILIDAD DEL AREA DE ESTUDIO:	25
5.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA:	
5.2. EXTENSIÓN	
5.3. ACCESIBILIDAD	26
6.0. DIAGNOSTICO AMBIENTAL DEL AREA DE ESTUDIO:	28
6. 1. ROL DEL CLIMA	31
6.2. ASPECTO LITOLÓGICO ESTRUCTURAL	41
7. 0. - GEOMORFOLOGIA DE LAS CUENCAS HIDROGRAFICAS QUE DAN ORIGEN AL RIO AMAZONAS:	45
7.1.- CUENCA HIDROGRÁFICA GARHUASANTA	45
7.1.1. - LAS FORMAS DEL RELIEVE	47
A.- El circo glaciar activo Mismi	50
B.- La Artesa glaciar Garhuasanta	55
C.- El Fondo de valle Garhuasanta	57
7.1.2. -LOS PROCESOS MORFOGENETICOS Y MORFODINAMICOS EN LA CUENCA DEL RIO GARHUASANTA	61
7.1.2. 1. - <u>Los procesos y formas de relieve heredados</u>	
A.- El relieve postorogénico	61
B.- Las glaciaciones.	64

7.1.2. 2. - <u>Los procesos morfogenéticos y morfodinámicos actuales</u>	67
A.- Los procesos glaciares y periglaciares	67
B.- Los procesos generados por el escurrimiento hídrico superficial y acciones torrenciales.-	74
C.- Las acciones fluviales.	77
D.- Las acciones biológicas.	78
E.- Las acciones eólicas.	81
 7. 2. - CUENCA DE LA QUEBRADA APACHETA	83
7. 2. 1. - LAS FORMAS DEL RELIEVE DE LA QUEBRADA APACHETA. 86	
A.- El circo glaciar activo Apacheta y el circo glaciar Calomorco	87
B.- La Artesa glaciar Apacheta	89
C.- El Fondo de valle Apacheta	90
 7.2. 2.- LOS PROCESOS MORFOGENETICOS Y MORFODINAMICOS EN LA CUENCA DE LA QUEBRADA APACHETA	96
7. 2.2.1. - <u>Los procesos y formas de relieve heredados</u>	96
A.- El relieve postorogénico	96
B.- Las glaciaciones	97
7. 2.2.2. - <u>Los procesos morfogenéticos y morfodinámicos actuales</u>	99
A.- Los procesos glaciares y periglaciares	100
B.- Los procesos generados por el escurrimiento hídrico superficial y acciones torrenciales.-	105
C.- Las acciones biológicas.	107
D.- Las acciones antrópicas	110
 7. 3. - CUENCA DE LA QUEBRADA SILLANQUE	111
7. 3. 1. - LAS FORMAS DEL RELIEVE DE LA QUEBRADA SILLANQUE 113	
A.- El circo glaciar activo Sillanque	114
B.- El Fondo de valle Sillanque	118
 7. 3. 2. - LOS PROCESOS MORFOGENETICOS Y MORFODINAMICOS EN LA CUENCA DE LA QUEBRADA SILLANQUE	119
7. 3.2.1. - <u>Los procesos y formas de relieve heredados</u>	119
A.- El relieve postorogénico	119
B.- Las glaciaciones	120
7. 3.2.2. - <u>Los procesos morfogenéticos y morfodinámicos actuales</u>	122
A.- Los procesos glaciares y periglaciares	123
B.- Los procesos por escurrimiento hídrico superficial	127
C.- Las acciones biológicas.	129
D.- Los procesos eólicos.	131

7. 4. - CUENCA DEL RIO CCACCANSA	131
7. 4.1. - LAS FORMAS DEL RELIEVE DE CUENCA DEL RIO CCACCANSA.	134
A.- El circo glaciar activo Ccaccansa	135
B.- La artesa glaciar Ccaccansa	136
C.- El Fondo de valle glaciar Ccaccansa	138
 7. 4.2. - LOS PROCESOS MORFOGENETICOS Y MORFODINAMICOS EN LA CUENCA DEL RIO CCACCANSA	 141
7. 4. 2.1. - <u>Los procesos y formas de relieve heredados</u>	141
A.- El relieve postorogénico	141
B.- Las glaciaciones	142
7. 4. 2.2. - <u>Los procesos morfo genéticos y morfodinámicos actuales</u>	143
A.- Los procesos glaciares y periglaciares	143
B.- Los procesos generados por el escurrimiento hídrico superficial y acciones torrenciales.-	147
C.- Las acciones biológicas.	151
 8.0.- SÍNTESIS	153
9.0. - CONCLUSIONES	156
10.0.- RECOMENDACIONES	159
GLOSARIO	161
BIBLIOGRAFIA.	190
 INDICE DE ANEXOS:	 192
CUADROS	
GRÁFICOS	
FOTOS	
MAPAS	

RESUMEN

El presente trabajo titulado **GEOMORFOLOGÍA DEL ORIGEN DEL RIO AMAZONAS**, aborda el no hasta hace mucho discutido tema del origen de río Amazonas, analizando para ello las formas del relieve y los procesos morfodinámicos más saltantes, de esta parte de la cordillera del Chila, a la cual se ha llegado finalmente después de numerosos acercamientos efectuadas por expediciones anteriores. La zona estudiada abarca un área aproximada de 55km² de extensión, comprendiendo un conjunto de cuatro cuencas: Garhuasanta, Sillanque, Apacheta y Ccaccansa, las mismas que constituyen el sector del extremo inicial de esta gigantesca red hidrográfica del río Amazonas. Estas cuencas se hallan en la cordillera del Chila conocido también como cordillera Choquecorao, en la provincia de Caylloma, departamento de Arequipa.

Las cuencas referidas son estudiadas en forma cualitativa y en algunos de los valores cuantitativos más relevantes para el objetivo de definir la principalía de las nacientes del río Amazonas y por tanto, de su eje fluvial. Las formas y los procesos geomorfológicos son integrados cartográficamente con el objeto de dar una visión de conjunto, mientras que, a nivel de texto explicativo ha sido posible incidir en las diferenciaciones específicas y peculiaridades de cada cuenca.

Los criterios cuantitativos más relevantes para definir el objetivo de la principalía del río Amazonas, son: 1.- El tamaño del área de la cuenca, 2.- La altitud del nacimiento del curso de agua, 3.- La cima culminante de su cuenca de alimentación, 4.- El régimen hidrológico, 5.- La longitud del curso, 6.-El caudal del río y 7.- el Orden de drenaje. Estos criterios definen con objetividad la principalía del río Amazonas, desde su origen en la laguna "Bohemia" alojada en



Geomorfología del origen del río Amazonas. Durand Castro, David
Mansueto.

Derechos reservados conforme a Ley

el circo glaciar Mismi y alimentada por el glaciar del mismo nombre, en la cabecera del valle glaciar Garhuasanta.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La presente investigación responde a las siguientes interrogantes:

¿Es o no relevante tomar en cuenta el estudio de las formas y procesos morfogenéticos, morfodinámicos y paleogeográficos que se observan en el área de estudio, en tanto elementos o condicionantes que permitan la determinación del eje fluvial principal del río Amazonas desde sus nacientes?

¿Cuáles son las formas y procesos morfogenéticos, morfodinámicos y paleogeográficos dominantes y/o saltantes observados en el área de estudio que contribuyen a la determinación de la principalía del eje fluvial del río Amazonas?

¿Cuáles son los criterios y valores cuantitativos y cualitativos más relevantes y cuáles los aportes que puede proporcionar la geomorfología glacial y periglacial que permitan establecer de modo objetivo la principalía del eje fluvial y por tanto, la fuente de origen del río Amazonas?

1.2. - ANTECEDENTES:

No obstante al gran número de expediciones para determinar el origen del río Amazonas, no es una exageración decir que recién en nuestros días se está poniendo punto final al polémico tema geográfico: Fijar de modo indiscutible el punto de nacimiento del río Amazonas. El problema geográfico de la determinación de las nacientes del río Amazonas, ha estado por resolver durante

mucho tiempo, pese a que su gran red hidrográfica escurre por la cuenca más grande del mundo y al mismo tiempo ser el río de mayor caudal del planeta, paradójicamente sin embargo, sus nacientes han sido objeto de discrepancias de distinto orden.

La determinación de las nacientes del río Amazonas permite en lo fundamental el establecimiento del eje fluvial principal del río Amazonas permitiendo la determinación precisa de su longitud total, así como la de sus características más importantes, ello sin lugar a dudas, tiene una gran importancia científica, así como también, un potencial aplicativo enorme, debido a la trascendencia y rol que desempeña en la dinámica del medio natural y en la vida humana emplazada en la cuenca de mayor extensión del planeta.

Debido a esta falta de precisión del origen del río Amazonas, se han dado soluciones de compromiso sobre el tema del eje fluvial Apurímac- Ucayali- Amazonas, que como sabemos, ha sido en general, con honrosas excepciones, objeto de un incorrecto tratamiento geográfico en casi toda la bibliografía, casi todos los textos publicados sobre la materia, libros de geografía e enciclopedias en el ámbito nacional y mundial, incluyendo por supuesto, los textos básicos peruanos de enseñanza secundaria. Por lo tanto, tienen que ser necesariamente revisados a raíz de los nuevos aportes sobre la materia.

Como muestras de lo antes expresado, tenemos por ejemplo, en el Diccionario Enciclopédico Santillana¹ publicado por El Comercio en el año 2000 en el tomo 16 pagina 141, el cuadro que considera los ríos más importantes

¹ Diccionario Enciclopédico Santillana Ed. El Comercio S.A. Lima 2000

del mundo ordenados de mayor a menor por su longitud, se consigna al río Amazonas con 6276 km después del río Nilo-Kagera con 6671 km, mientras que en la pagina. 102 del Tomo I del mismo Diccionario se consigna como 7000 km. En el Gran Atlas del Mundo The Times² se consigna en la página 71 al río Amazonas con una longitud de 6,500 Km y al Nilo con 6695 en la pagina 242. En el texto de Geografía para Educación Secundaria de Augusto Benavides, se indica:

“ Los ríos amazónicos son los más largos del Perú. El río Ucayali, por ejemplo, tiene 1771 km desde Atalaya hasta Nauta, pero 2 706 km desde su origen remoto que está en la Cordillera de Chila, esto es, incluyendo la longitud de la quebrada Apacheta y los ríos Monigote, Apurímac, Ene, Tambo y Ucayali”³

Además, agrega cuando habla de los tres principales ríos de la Región hidrográfica del Amazonas, en la página 123 de la citada obra:

“El río Amazonas se forma por la confluencia de los ríos Marañón y Ucayali, a poca distancia de la localidad de Nauta. Teniendo en cuenta la mayor longitud de su afluente más importante (más largo y caudaloso), la naciente del río Amazonas, se encuentra en la cordillera de Chila, al pie del nevado Quehuisha... Este origen remoto está situado en el norte de la provincia de Cailloma (Arequipa), donde nace con el nombre de Quebrada Apacheta”.

Ni lo uno ni lo otro, mezcla indiscriminada de topónimos con verdades a medias que no generan sino confusión, la cual debe dar paso a la claridad y precisión en el planteamiento a cerca del tema, sobre la base de datos precisos y concretos, además luego, es imperioso, revisar y corregir tanto conocimientos

² Gran Atlas del mundo The times Ed. El Comercio S.A. Lima 1996

³ Geografía, Texto del 2do Grado de Educación Secundaria, Benavides Estrada, A 1998.

como conceptos sobre la materia, más aún considerando el papel que desempeñan como formadores de la realidad geográfica de nuestro territorio.

Por otro lado, es fundamental insistir en la gran importancia que tiene la determinación del origen del eje fluvial principal Apurímac-Ucayali-Amazonas, en sus nacientes más remotas incluyendo su seguimiento hasta su desembocadura en el océano Atlántico, por su trascendencia en tanto conocimiento geográfico y aplicativo, tiene para el país y en especial para la región.

Equivocadamente, el criterio generalizado que la fuerza de la costumbre ha impuesto inclusive en los distintos niveles de enseñanza en el país es que, el río Amazonas nace de la confluencia del río Marañón y Ucayali, sin tener en cuenta que en el Perú y en otras partes del mundo, es muy frecuente que un mismo río adopte a lo largo de su recorrido sucesivamente varios nombres, según el lugar o el pueblo por el que atraviesa, un ejemplo de ello es el presente caso, por lo que bien vale describir el Esquema hidrográfico del eje fluvial del río Amazonas que aparece en el Grafico N° 1 .

Pero antes, es necesario hacer notar un problema hidrográfico adicional que plantea en el sector alto poco después de sus nacientes el eje hidrográfico Apurímac-Ucayali-Amazonas, se trata de un sector del curso del río Challamayo, en el que la longitud de su recorrido natural ha sido alterado por la acción humana, mediante un canal artificial se extrae parte de sus aguas que permite alimentar a la laguna Parihuana de la cual, parte un canal subterráneo de 2.7 Km. para alimentar a la laguna Huarhuarco, la misma que da lugar al río del mismo nombre que vierte sus aguas por la derecha en el río Santiago el mismo

que, al confluir con las aguas del río Hornillos en el paraje Angostura, dan lugar a la formación del río Apurímac, ello significa un alargamiento del curso fluvial del río Challamayo en 9.1 Km. (según dato de B. Jansky). Por otro lado, el río Challamayo siguiendo su curso natural al recibir las aguas del río Antacollo por su margen izquierda, adopta el nombre de Hornillos, el mismo que al confluir con las aguas del río Santiago en el paraje Angostura, dan lugar a la formación del río Apurímac.

No hay discusión que el río Apurímac se forma de la confluencia del río Santiago con el río Hornillos en el paraje Angostura a 14.5 Km al este de Caylloma y prosigue hacia el norte para recibir por la izquierda las aguas del río Mantaro, punto a partir del cual, recibe el nombre de río Ene en el límite norte del departamento de Ayacucho. El río Ene siguiendo su curso al norte atraviesa el departamento de Junín hasta recibir por la izquierda las aguas del río Perené, punto a partir del cual, adopta el nombre de río Tambo, hasta los límites del departamento de Ucayali, donde recibe por la margen derecha al río Urubamba en el pueblo de Atalaya para adoptar el nombre de río Ucayali hasta su confluencia con el río Marañón en las cercanías del pueblo de Nauta a partir del cual, toma el nombre de río Amazonas hasta su desembocadura en el océano Atlántico, luego de atravesar territorio brasileño. Véase Gráfico N° 1. Esquema hidrográfico del eje fluvial del río Amazonas.

Desde que Francisco de Orellana saliendo del Cusco pasando por Huánuco, Piura, Quito y bajando por el Napo el 12 de febrero de 1542 descubriera el curso bajo del río Amazonas⁴, los antecedentes de expediciones

⁴ Boletín de la Soc. Geográfica de Lima Tomo LIX 1942

con el objeto de esclarecer los orígenes del río Amazonas, como ya se dijo han sido numerosos, entre ellos los más trascendentales pueden verse en el siguiente Cuadro N° 1:

CUADRO N° 1.

Distintos planteamientos sobre el origen del río Amazonas:

Autor	Año	Origen
S.J. Santos García	1935	Laguna Vilafro
Michel Perrin	1955	Cerro Huagra
Gerardo Dianderas	1953	Cerro Huagra-Río monigote
Helen a Frank Schreider	1968	Laguna Vilafro
Nicolas Asheshov	1969	Nevado Minaspata
Carlos Peñaherrera del Aguila	1969	Nevado Mismi-Valle Garhuasanta
Loren Mc Intyre	1971	Nevado Choquecorao
Walter Bonatti	1978	Río Huarajo
Jean Michel Cousteau	1982	Nevado Choquecorao
Jacek palkiewiez	1997	Nevado Quehuisha-Valle Apacheta
Bohumir Jansky	1995	Laguna Bohemia- Río Carhuasanta
Bohumir Jansky Jatun Mayo 2000	2000	Río Garhuasanta-Apacheta-Quehuisha-Ccaccansa

Fuente: Exposición Huellas Checas por el Amazonas 2003 Simek.V. UNMSM-Biblioteca Central.

Al jesuita checo Samuel Fritz le corresponde el honor de ser el primero en conocer todo el curso alto del Marañón desde la laguna Lauricocha hasta su desembocadura, en el año 1707 publicó un mapa en el que localiza los orígenes del río Amazonas en la laguna de origen glacial llamada Lauricocha, emplazada en los Andes Centrales peruanos. La laguna Lauricocha como origen del río Amazonas⁵, comenzó a ser cuestionada sólo en 1953, casi 250 años después, a

⁵ Medición de Jansky, B , Comunicación personal

partir de la confección de las cartas Nacionales a Escala 1: 100,000 por el entonces Instituto Geográfico Militar, hoy Intituto Geográfico Nacional (IGN) .

En ese año el explorador Francés Michel Perín, confirmó la hipótesis de Gerardo Dianderas Director de la EAP. de Geografía y jefe del IGN quien, afirmaba que el tramo más largo del río Ucayali venía a ser el río Apurímac, que nace en la cumbre de Huagra en la cordillera del Chila, al Noroeste de Cailloma en el departamento de Arequipa.

Luego en 1969 el geógrafo Carlos Peñaherrera del Aguila en su libro Geografía General del Perú Síntesis/Tomo I/ Aspectos físicos, que en su página 170 dice:

“Río Ucayali- (Ucayali-Apurímac).- Revelado por Juan Salinas el 29 de septiembre de 1557, el río Ucayali llamado San Miguel por su descubridor español, tiene una longitud aproximada de 3,000 Km, y un ancho de 400 a 2,000 m. Es el más importante de los formadores del río Amazonas y tiene su origen en las nacientes más remotas del río Apurímac, que están ubicados al norte del Pueblo de Chivay, capital de la provincia de Caylloma, departamento de Arequipa, en la cordillera de los Andes peruanos, sector conocido con el nombre de Cordillera de Chila, en el nevado de Mismi, a 5,597msnm. y a 15° 30' 49" de LS. Y 79°40'36" de LW (Coordenadas establecidas en forma gentil por el Tnte. Coronel Manuel Llanos, del Departamento de Cálculo del IGM. (Hoy IGN). Nace en pequeñas lagunas glaciares del sector norte del nevado Mismi, con el nombre de quebrada Carhuasarta. Toma una dirección Sur-Norte...”

“Según el Coronel Gerardo Dianderas, las nacientes del Apurímac estarían en la misma Cordillera de Chila, al NW, del pueblo de Cailloma, departamento de Arequipa, en el cerro de Huagra, a 5239msnm. a 15°07'54" LS y 71°51'20" LW, con el nombre de río Huaraco” y luego prosigue:

“Personalmente, considero que las nacientes del Apurímac están el nevado Mismi, que posee mayores y más permanentes recursos hídricos. Además, se localiza a mayor altura y distancia de su confluencia con el Marañón”⁶

⁶ Geografía General del Perú Síntesis/ Tomo I/ Aspectos físicos, Peñaherrera del Aguila 1969

Estas apreciaciones tienen importancia dado a que fueron efectuadas hace algo más de 30 años limitados por una cartografía incipiente de la época en la cual aún no existían los levantamientos fotogramétricos y sin haber ido al campo. En 1996, la expedición bajo la dirección del polaco Jacek Palkiewicz, dos rusos S. Ushrunsev glaciólogo y R. Chayrutdinova geógrafa de la Academia Rusa de Ciencias, cuatro peruanos, Z. Novoa, de la Pontificia Universidad Católica del Perú, los especialistas en hidrografía G. Faura y R. Rojas y el alpinista J. Velasco establecieron el río Apacheta como nuevo sector fuente del río Apurímac.

El geógrafo Dr. Bohumir Jansky de la Universidad de Carolina, Praga República Checa, dirigió una expedición en 1996 con el objeto de definir el origen del río más importante y caudaloso del planeta, en esa oportunidad midió la longitud del río Garhuasanta, posteriormente en Julio del año 2000 dirigió una segunda expedición denominada “EXPEDICIÓN HATUN MAYU 2000 AL ORIGEN DEL RIO AMAZONAS”, en esta oportunidad, se constituye una comisión interdisciplinaria binacional peruano-checa, dirigida por el geógrafo Dr. Bohumir Jansky, gracias a la coordinación del geógrafo Dr. Carlos Peñaherrera, quien desde el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC), convocó a especialistas de instituciones nacionales tales como el Instituto Geográfico Nacional (IGN), el Servicio Aerofotográfico Nacional (SAN), el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), el Instituto Geológico Minero Metalúrgico (INGEMET), Ministerio de Relaciones Exteriores, y de Universidad Nacional Mayor de San Marcos cuya representación me cupo de manera honrosa. El trabajo de campo se realizó durante la primera quincena de Julio del 2000, al cabo del cual dio entre sus

conclusiones al río Garhuasanta como el origen del río Amazonas, según el cual la longitud

total del río Amazonas es de 6, 872 kilómetros⁷ que lo califica sin discusión como el más largo del mundo, en comparación de los 6.700 Km que tiene el río Nilo, considerado hasta entonces como el más largo.

1.3.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El estudio, La Geomorfología del origen del río Amazonas, trata de sus nacientes en la cabecera de cuenca que abarca una extensión de 55Km². El tema ha atraído la atención de científicos del mundo, desde luego, cada uno con resultados distintos han enfatizado su especial interés por el tema de la determinación de su cabecera, entendida como las fuentes de agua que originan su nacimiento, tarea que sin duda, por diversas causas, no ha sido fácil. La justificación de investigaciones como la presente, se basa en la importancia mundial que por varias razones, tiene el río Amazonas, entre la que podemos citar algunas que consideramos como principales:

A.- Por la magnitud del área de su cuenca (7 000 000 Km² aproximadamente) siendo la de mayor extensión del mundo. Por sus funciones vitales, como por ejemplo, su papel de regulador de las acciones físicas y químicas de la atmósfera terrestre, se constituye en factor fundamental para la

⁷ Medición de Jansky, B, Comunicación personal

conservación del equilibrio ambiental del planeta, por lo que es calificado con razón como pulmón de la tierra;

B.- La cuenca del río Amazonas, por sus excepcionales características geográficas particulares, sumados a los mencionados anteriormente, comprende importantes e indispensables extensiones de reservas de la Biosfera;

C.- Tiene una enorme importancia geoeconómica para el mundo y en especial para el continente sudamericano, como medio de intercomunicación y de transporte gracias a su extensa red y a su gigantesco caudal puede interconectar ambos océanos por la parte central del continente sudamericano, mediante un transporte multiforma;

D.- Ofrece potencialidades y limitaciones en la explotación de sus ingentes variadas riquezas naturales, generalmente dentro de un sistema en delicado equilibrio natural además, de la belleza y originalidad de los paisajes etc. a lo largo de todo su trayecto.

2.0. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

A.- Investigar los procesos y fenómenos tanto naturales como antrópicos más relevantes, así como las leyes o mecanismos que rigen el funcionamiento de los procesos morfogenéticos, morfodinámicos y paleogeográficos en las áreas glaciares y periglaciales de las cuencas que dan origen al río Amazonas.

B.- Proporcionar elementos que permitan esclarecer los conocimientos y conceptos geográficos de fondo y de forma sobre el eje fluvial del sistema hidrográfico del Amazonas, así como de su longitud total, a fin de que sean revisados y corregidos en la actual bibliografía geográfica.

C.- Contribuir con el estudio geomorfológico a la demostración y establecimiento de la principalía de la red de drenaje que da origen al río Amazonas y específicamente de la geomorfología de medios glaciales y periglaciales.

3.0. MARCO TEORICO DE LA INVESTIGACION

3.1.- CONCEPTOS GENERALES Y ENFOQUE TECNICO

El presente trabajo aborda el estudio geomorfológico de las cuatro cuencas hidrográficas constituyentes del sistema de cuencas de las nacientes del río Amazonas. Se trata de estudiar las formas de relieve y los procesos morfogenéticos y morfodinámicos más relevantes que afectan al área de estudio, además analiza criterios que contribuyen y ayudan a determinar la principalía de la red hidrográfica del eje fluvial Apurímac-Ucayali-Amazonas, que ciertamente constituye un mismo eje fluvial que corresponde al río Amazonas, incluyendo el curso y recorrido desde sus más extremas y lejanas nacientes, tarea en la cual, las formas de relieve, los procesos morfodinámicos, con sus correspondientes redes hidrográficas y al mismo tiempo sus respectivas características y particularidades. En resumen, a partir del estudio geomorfológico de las cuencas a estudiar y dado que uno de los objetivos es determinar la principalía del eje fluvial del río Amazonas, se trabajará teniendo en cuenta siete criterios fundamentales, que son los siguientes:

- 1.- El tamaño del área de la cuenca,
- 2.- La altitud del nacimiento del curso de agua,
- 3.- La cima culminante de su cuenca de alimentación,
- 4.- El régimen hidrológico,
- 5.- La longitud del curso,
- 6.- El caudal del río,
- 7.- El Orden de drenaje, entre los principales.

Todos estos criterios, en el presente trabajo son considerados desde el punto de vista cuantitativo con igual ponderación, no obstante, el orden correlativo de la numeración ha sido hecho por criterios cualitativos, así la cuenca hidrográfica, que tiene el número uno está muy ligada a los procesos morfogenéticos, paleogeográficos y morfodinámicos evolucionan en un espacio cuya unidad es precisamente la cuenca hidrográfica, y además su importancia se refleja en los demás criterios, como la altitud del nacimiento del curso de agua, la cima culminante de su cuenca de alimentación, etc. que ocupan el segundo y tercer lugar respectivamente. Estos criterios son sin embargo tomados en cuenta, con una valoración cuantitativa igual, lo que permitirá determinar objetivamente la principalía del eje fluvial del río Amazonas.

Por morfogénesis se entiende, el estudio del origen de las formas del relieve, ello implica el análisis de agentes y factores que han contribuido a la construcción y modelado de las formas del relieve presentes en el área de estudio, teniendo en cuenta las diferenciaciones existentes entre las cuencas hidrográficas, diferenciados en el espacio y en el tiempo por una evolución individual. En este sentido, se toman en cuenta los conocimientos paleogeográficos que explican las condiciones en las cuales se desarrollaron determinadas formas y procesos del relieve, ello es importante porque los agentes tales como: hielo, agua, viento, radiación, el hombre, etc. y factores tales como: clima, estructura y litología superficial, formas del relieve y pendientes, cobertura vegetal, etc. alguno o algunos de los cuales tomaron parte determinante en el modelado del relieve en el pasado y que hoy no actúan o lo hacen en grado menos relevante, dándose también igualmente, agentes y factores que no actuando en el pasado si vienen actuando en el presente.

Cuando hablamos de morfodinámica, hacemos énfasis en las modificaciones positivas o negativas que sufre una forma de relieve bajo la acción directa de una combinación de agentes y factores y determinadas condiciones generadas por los mismos.

Por otro lado, en las últimas décadas, el conocimiento de esta área se ha reducido a algunos ejemplos aislados y de escasos estudios de carácter científico desarrollados por geógrafos y geólogos principalmente extranjeros, motivado de una parte, a las limitadas exigencias de nuestro desarrollo y por otro, a las muy difíciles condiciones de accesibilidad a las zonas glaciales y periglaciales de nuestra área de estudio, determinando que el interés por su visita, se produzca en la medida de un interés muy especial.

Este es pues, el marco natural que constituye el soporte físico, el sostén de los procesos tanto naturales como antrópicos, sobre los cuales, se desarrollan actividades de explotación de los recursos naturales, pastoreo extensivo, transporte en acémila, sobre todo un gran potencial en actividades ligadas al turismo y recreación entre las principales actividades que tienen que ser evaluadas con el objeto de establecer las dimensiones y la intensidad del impacto ambiental sobre el medio físico natural, circunscritos a espacios establecidos, ello evidentemente exige estudios y controles específicos incluyendo levantamientos cartográficos específicos correspondientes y a escalas adecuadas.

Es preciso entonces el establecimiento e identificación de los problemas así como su jerarquización adecuada, en función a los cuales, deberán establecerse medidas de políticas, estrategias, planes de uso y manejo sostenible

de los recursos naturales, de los recursos y atractivos turísticos naturales y culturales, mejorar su rentabilidad y fundamentalmente garantizando su sostenibilidad.

3.2. HIPOTESIS

“La Geomorfología es la disciplina que establece la principalía del eje fluvial del río Amazonas desde su origen en las cuencas más remotas que le dan nacimiento, así como también los mecanismos físico-naturales fundamentales que rigen su dinámica y evolución”.

3.3. VARIABLES E INDICADORES

En la geomorfología glacial y periglacial entran en juego numerosos variables independientes, dependientes e interdependientes; con frecuencia formando complejas interrelaciones, en muchos procesos morfogenéticos y morfodinámicos, tomamos por ejemplo: la ablación que es en su sentido estricto, la disminución del volumen glaciar por sublimación, evaporación y fusión. La ablación depende entonces de variables tanto independientes como dependientes, así el calor expresado mediante la temperatura, depende al mismo tiempo de la intensidad de la radiación solar, de la cantidad de horas de iluminación, del ángulo de incidencia de la iluminación, del ángulo de inclinación de la superficie expuesta, de la estación, de la intensidad y dirección frecuente de los vientos, etc.; La ablación, por otro lado, depende también de las precipitaciones, nubosidad, humedad del aire, pendiente, exposición, características físicas de los vientos, etc. y si tomamos la humedad del aire por



ejemplo, que no es más que la medida de la cantidad de agua en vapor que contiene la atmósfera y que determina una tensión de vaporización correspondiente, depende de la temperatura del aire, de la presión atmosférica, de la intensidad y dirección predominante de los vientos, de sus características térmicas y de humedad, los factores topográficos, etc.

4.0. METODOLOGÍA

El tratamiento de materias como la presente, exige un planteamiento de la metodología, considerando la complejidad de variables independientes, dependientes e interdependientes, que deben tener como punto de partida la observación directa de los procesos y fenómenos en el terreno de estudio y a partir de allí, efectuar la descripción y explicación correspondiente. No obstante, por haber guiado el desarrollo del presente trabajo, es de suma importancia considerar las siguientes pautas metodológicas siguientes:

- 4.1. Revisión bibliográfica.
- 4.2. Recopilación e interpretación de imágenes y fotografías aéreas.
- 4.3. Elaboración de la cartografía geomorfológica preliminar
- 4.4. Trabajo de Campo:
 - 4.4.1. Comprobación de la cartografía preliminar
 - 4.4.2. Ejecución de mediciones y muestreos.
 - 4.4.3. Toma de fotografías y encuestas.
 - 4.4.4. Elaboración del mapa geomorfológico definitivo
- 4.5. Procesamiento de la información válida recogida durante las dos fases anteriores.
- 4.6. Elaboración y redacción del texto final.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
UNIDAD DE POST GRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA
MINERA METALURGICA Y GEOGRAFICA

MAPA N° 1: UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

[Ver formato impreso](#)

- La línea roja indica la delimitación del área de estudio que comprende las 4 cuencas que dan origen al río Amazonas: Garhuasanta, Sillanque, Apachenta y Ccaccansa

[Ver formato impreso](#)

5.0. UBICACIÓN GEOGRÁFICA, EXTENSIÓN Y ACCESIBILIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO

5.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA :

Este sector geográfico está ubicado a unos 30 Km, al Sur del centro poblado de Caylloma (Capital de la provincia de Caylloma hasta 1932) a 4,319 msnm. y a 20 Km, al noroeste de la ciudad de Chivay emplazada a 3633m. de altitud y siendo la actual capital de la provincia de Caylloma, departamento de Arequipa. Ver Mapa N° 1 . Se encuentra entre las coordenadas geográficas siguientes:

Latitud: 15° 28' 00'' S y 15° 31' 20'' S

Longitud: 71° 40' 30'' W y 71° 47' 30'' W

5.2.- EXTENSIÓN

El presente trabajo abarca una área aproximada de 55 km² de extensión, comprendiendo las siguientes cuencas hidrográficas con sus correspondientes áreas: Cuenca del río Garhuasanta 17.2 km² (31.3%), cuenca de la quebrada Apacheta 14.7 km² (26.7%), cuenca de quebrada Sillanque 13.1 km² (23.8) y la cuenca del río Ccaccansa 9. 3 km² (16.9%); a lo que hay que agregar dos pequeñas intercuenas, una, entre la cuenca Garhuasanta y Sillanque con 0.5 km² y la otra, entre las cuencas Sillanque y Apacheta con 0.2 km², que hacen una área de 0.7 km², sumadas ambas intercuenas representan un 1.3% misma

que completa la extensión total que abarca el presente estudio. Como se puede ver en el Cuadro N° 2 siguiente:

Cuadro N° 2: Áreas de las cuencas hidrográficas que dan origen al Río Amazonas

CUENCA HIDROGRAFICA	EXTENSION km²	Porcentaje(%)
Río Garhuasanta	17.2	31.3
Quebrada Apacheta	14.7	26.7
Quebrada Sillanque	13.1	23.8
Río Ccaccansa	9.3	16.9
Intercuencas	0.7	1.3
TOTAL	55	100

Fuente: El autor

5.3. ACCESIBILIDAD

Si consideramos la ciudad de Arequipa como el punto de partida, el acceso a la zona de estudio obliga hacer una primera escala en la ciudad de Chivay (3633 m. de altitud) recorriendo la carretera de 174 km. pavimentada en ciertos sectores y que al mismo tiempo permite un proceso aconsejable de aclimatación. De Chivay, ciudad de buena actividad turística, se toma la carretera de 74 Km, para llegar al centro poblado de Cailloma (4,319 msnm), que puede ser tomado como un segundo punto de adaptación a los efectos de la altura; del pueblo de Cailloma, por trocha carrozable 35 Km. en donde se halla la punta de carretera en las alturas del cerro Chauña en la margen derecha del río Lloqueta, de este punto se prosigue por un camino de herradura hasta una distancia aproximada de 5 km. de distancia, sector en el cual el río Garhuasanta confluye con las aguas del Ccaccansa-Apacheta, para adoptar el nombre de río

Lloqueta, desde este sector en el se puede instalar un campamento base, pueden hacerse caminatas de un día por cada una de las cuencas.

Otro medio de acceso, es la ruta que sale de Madrigal o Lari a 30 Km al oeste de la ciudad de Chivay (3633 msnm), hacia aguas abajo del río Colca; de Madrigal(3,262 msnm) o Lari (3330 msnm) ubicados en la margen derecha del río Colca, debe tomarse el camino de herradura que asciende por la vertiente sur sumamente empinada del nevado Quehuisha, atravesando el abra denominado Apacheta (5100 msnm), accediendo de esta forma a las partes más altas del área de la cuenca de la quebrada Apacheta. Esta vía permite un acceso más directo, es transitado diariamente por arrieros en llamas transportando carga a Cailloma o viceversa, pero que por otro lado, exige un alto grado de entrenamiento, de aclimatación y adaptación previa a la altura, además de una logística apropiada muy distinta.

6. 0. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

Las características que configuran las formas de relieve y los procesos geomorfológicos más importantes del área de estudio emplazado en la cara norte de la cordillera de Chila, están determinadas tanto, por acciones combinadas de procesos tectónicos y volcánicos como, por condiciones paleogeográficas y paleoclimáticas variadas que le ha tocado experimentar en particular a esta zona y, conjuntamente con todo el sector sur del territorio peruano. Tales acciones, siguiendo el orden expuesto, constituyen por ejemplo, el tectonismo que explica el origen de las posiciones elevadas del territorio montañoso, cuya expresión de máxima energía alcanza en los finales del Plioceno; el tectonismo va acompañado de intensa actividad volcánica, cuyos materiales depositados han dejado evidentes huellas en el área que abarca el presente trabajo, materiales que posteriormente han sido modelados, por el importante rol morfológico de los cambios climáticos, una de cuyas manifestaciones la constituyen las glaciaciones pleistocénicas y que, evidentemente, hoy ya no actúan en la magnitud con la que actuaron en aquella época; así como también, por los posteriores procesos morfogenéticos y morfodinámicos, que inclusive son representados en la actualidad y que retocan de manera nada despreciable materiales y formas preexistentes, para dar lugar a nuevas formas de relieve, tal y como las observamos actualmente.

Se trata de un conjunto de cuencas hidrográficas que, por tener un origen tectónico volcánico común y un similar cuadro climático, posee características geomorfológicas generales semejantes, sin embargo, debido a que la naturaleza esta lejos de ser homogénea, cada una de las cuencas hidrográficas estudiadas, posee características geomorfológicas específicas, las mismas que se encargan

de imprimirle una diferenciación espacial expresada en los rasgos geomorfológicos de unas respecto de las otras, proporcionándoles peculiaridades que además las identifican, confiriéndoles en consecuencia, no sólo una morfología particular en cuanto a formas de relieve y procesos morfodinámicos, sino también acciones de factores y agentes con dinámica diferente que, por lo demás caracteriza a cada cuenca. Hay que agregar también, de la elaboración distinta de los procesos hidrológicos, edáficos, biológicos y antrópicos.

La explicación de las formas del relieve y los procesos de modelado presentes en el área de estudio, resultan a menudo más complejas que sencillas, debido a las complejas interrelaciones de variables, de agentes y de factores. Las variables o magnitudes físicas del aire, tales como la temperatura, las precipitaciones, radiación solar, la dirección y velocidad de los vientos, humedad del aire, la presión atmosférica, la densidad del aire, etc., cuyo funcionamiento interrelacionado como ya se indicó, resultan a menudo más complejas que sencillas, debido a los diferenciados grados de participación de las variables, tanto en sentido espacial como temporal, a lo que hay que agregar que desafortunadamente faltan mediciones sistemáticas con períodos lo suficientemente largas, principalmente debido a la falta de observatorios para tal fin, por lo tanto, nuestro énfasis será necesariamente cualitativo.

Los agentes de erosión más relevantes y por lo tanto principales modeladores del relieve que actúan en las cuencas de cuyo estudio nos ocupamos, tales como por ejemplo, el agua, el hielo, el viento, etc. con magnitudes e intensidades diferentes en función de las variables y los factores locales o características específicas de la cuenca.

Los factores tales como: el clima, la irregularidad topográfica, la exposición a los rayos solares o a los vientos sean estos, cálidos o fríos, húmedos o secos, la forma y el tamaño de la cuenca, las características de la litología superficial, los controles estructurales, la cobertura vegetal, las acciones antrópicas, etc. La distribución de estos factores y sus interrelaciones complejas, determinan en el área de estudio, las condiciones sobre las cuales actúan los agentes de erosión que a su vez, ponen en marcha ciertos tipos de procesos geomorfológicos con los resultados correspondientes en el modelado del relieve.

La eficacia del papel de estos procesos geomorfológicos puede ser calificada, según sea el caso, por su intensidad: de severa, moderada o leve, por el ámbito espacial en el que actúa como: generalizada o localizada, por la frecuencia de su ocurrencia como: esporádica o estacional y por su génesis como natural o antrópica; determinando de esta manera importantes diferenciaciones espaciales, y con ello, no sólo la creación de condiciones particulares en cada cuenca, sino también, una dinámica que introduce modificaciones en el relieve que aparecen imperceptibles a la observación humana, en otros casos, esta dinámica no constituye sino parte del permanente equilibrio dinámico en el conjunto de formas de relieve, emplazados tanto en los fondos de valle como en las vertientes.

Por todo lo expresado, se considera indispensable hacer, en primer lugar, un enfoque integral, en donde, se haga las necesarias y más relevantes generalizaciones que nos permitan tener una concepción global del área de estudio, y al mismo tiempo ello posibilite, hacer un enfoque mas detallado en función de las características específicas de las cuencas que constituyen el

ámbito de estudio y que se considera como integrantes del sistema de cuencas que dan origen al río Amazonas objeto de la presente investigación.

Congruentes con lo antedicho, se aborda en primer término, el tratamiento de dos factores que considerados como principales, de un lado, el clima y de otro el litológico-estructural vulcanismo, factores que sin duda nos facilitarán una presentación y una visión de conjunto.

6. 1. ROL DEL CLIMA

El área de estudio tiene un clima Frío de montaña tropical, el mismo que puede ser dividido en dos tipos climáticos, un clima Muy frío de montaña tropical (EF)⁸ y un clima Frío de montaña tropical (ET)⁹., o sea clima de hielo y de tundra respectivamente, la terminología climática con modificaciones que se ajustan a los climas de altura tropical, ha sido tomada de la clasificación climática de Vladimir Köppen, de la Universidad de Graz Austria, en 1918, posteriormente el sistema fue perfeccionado en 1953 por sus seguidores y hoy en día es el sistema de clasificación climática más utilizado con propósitos geográficos.

El clima Muy frío de montaña tropical (EF), caracterizado por presentar temperaturas negativas durante todos los días y meses del año, estas temperaturas negativas se presentan desde las primeras horas de la tarde y se acentúa por irradiación conforme avanzan las horas de la noche hasta las 6 o 7

⁸ Geografía Física, Strahler, A Ed Omega Barcelona 2000

⁹ Geografía Física, Strahler, A Ed Omega Barcelona 2000

de la mañana en la que llegan los primeros rayos solares que suministran las calorías que comienzan a levantar las temperaturas que alcanzan a ser ligeramente positivas disminuidas muy rápidamente por un elevado albedo de las superficies glaciares y una muy baja capacidad de la atmósfera para retener calor debido a sus características físicas tales como, elevada sequedad y baja densidad del aire traducido en humedad relativa muy baja y enrarecimiento del aire respectivamente, bajas presiones etc.; esta alternancia térmica notable que ocurre diariamente determina un balance calórico negativo, que resulta siendo mucho más severo que el que se observa en las condiciones reinantes en el piso inferior y explica las razones del porqué normalmente este sector este permanentemente cubierto de hielo; abarcando desde las cimas más elevadas hasta límite nival, que es el límite inferior controlado por la temperatura de los 0°C hasta donde llegan los hielos permanentes, el cual se encuentra entre los 5200 y 5300 msnm.

El clima frío de montaña tropical (ET), caracterizado por presentar un invierno más frío y seco de toda la zona de estudio, mientras que la época más cálida pero al mismo tiempo más lluviosa se presenta durante el verano. No obstante, que la fluctuación térmica estacional constituye una característica climática importante de este sector del área de estudio, sin embargo, son mucho más importantes en esta zona los contrastes diarios, en los que las temperaturas nocturnas se hallan por debajo de -10°C con temperaturas negativas mínimas extremas que alcanzan valores mínimos externos inferiores a -20°C¹⁰ observándose estos valores generalmente alrededor de la 7 de la mañana, y que alternan con temperaturas diurnas positivas que comienzan a elevarse a partir de

la hora antes indicada y que bordean los 7°C, siendo las máximas temperaturas registradas para el período 14.1°C, observándose las máximas temperaturas generalmente durante las dos primeras horas de la tarde.

CUADRO N° 3 :

OBSERVACIONES DE TEMPERATURA Y DE VELOCIDAD DE VIENTOS.

Lugar: Confluencia de los ríos Lloqueta y Garhuasanta

Altitud: 4800msnm

Fecha: Julio 2000

Día	T°C Min.	T°CMax.	V. del viento m/s
6	-13.6	7.1	8
7	-12.2	7.1	7
8	-12.3	8.4	12
9	-11.5	14.1	16
10	-17.8	7	12
11	-19.9	6.8	4
12	-13.6	9.5	5
13	-11.6		

Datos tomados por Kastner J.

El clima Frío de montaña tropical, abarca desde el límite nival hacia posiciones inferiores incluyendo todo el resto del área de estudio, el mismo que se halla alrededor de los 4,700 msnm..

Este tipo climático tiene como características más saltantes y representativos a los contrastes térmicos diarios en los que, normalmente desde abril hasta noviembre las temperaturas son negativas durante todos los días del año, registrándose no obstante centrado en el invierno las temperaturas mínimas extremas más bajas; mientras que en los meses restantes del año (la estación estival para el HS), el régimen térmico y el de las amplitudes térmicas, aún siguiendo el mismo patrón diario que se observa en invierno, se atenúan en forma notable, debido fundamentalmente a un mayor suministro de calor por radiación solar que recibe la región en el verano, así como también, debido a las condiciones frecuentes del cielo totalmente cubierto de nubes debido a un nivel de inversión local que gobierna la circulación secundaria y en especial sobre todo en el verano al sistema global de circulación de masas de aire.

Las temperaturas negativas mínimas extremas registradas durante el invierno austral en la zona central de la altiplanicie andina del sur peruano, alcanzan valores alrededor de -20°C . Estas temperaturas negativas extremas de la época invernal se producen debido a la influencia del Frente Polar y a la conjunción de varios factores integrantes del sistema atmosférico global, entre los que podemos mencionar: déficit calórico solar propia de la estación, la migración de la zona de convergencia intertropical (ZCIT) hacia el norte del ecuador geográfico, a una mayor presencia de la zona de altas del anticiclón del Pacífico sur subtropical (ZAPSST), permitiendo con ello al mismo tiempo, un mayor avance hacia el norte del Frente polar y por otro lado hay que considerar fundamentalmente, al enfriamiento superficial que experimenta el relieve (incluidos vegetación, suelo, material detrítico superficial suelto o consolidado y rocas) por irradiación favorecido al mismo tiempo, sobre todo en la época

invernal, por el aire frío y el bajo contenido de humedad del aire, que dan al cielo un espectacular color azul sin o muy escasa nubosidad.

En las mañanas, a partir de las 07 horas, con la llegada de los primeros rayos solares que inciden en las superficies heladas enfriadas como se explicó antes debido a la intensa irradiación, se inicia de manera muy lenta y gradual el suministro de calor dando como consecuencia que igualmente en forma lenta y gradual las temperaturas diurnas pasen a ser positivas y se hallen bordeando la media térmica de los 10°C; en las vertientes en las que la radiación solar incide directamente, las temperaturas registradas son más altas, contrastando con las zonas en sombra a la misma altitud, las cuales permanecen sin aporte de calor determinando que el proceso de irradiación continúe, prosiguiendo también por tanto el enfriamiento. Debemos tener presente que en general, la atmósfera en las cercanías del terreno es incapaz de absorber y retener calor procedente de la radiación solar que cruza la atmósfera y menos de la que es irradiada por la superficie del terreno, por ello, la temperatura a estas altitudes desciende muy rápidamente, a partir de momento en la que la incidencia de radiación solar cesa, siendo el proceso subsiguiente de enfriamiento muy rápido favorecido como ya se mencionó tanto por el aire seco y limpio como por la baja densidad del aire y consecuentemente la baja presión atmosférica del área, concordante al mismo tiempo, con el descenso de la temperatura al incrementarse la altitud.

Excepcionalmente, las características climáticas del invierno del año 2000, y 2002 parecen corresponder a una anomalía térmica negativa, ya que según nuestras encuestas climáticas a falta de datos meteorológicos sistemáticos, en estos años el invierno ha sido mucho más crudo que en años pasados recientes.

Otra característica atmosférica importante digna de mención es, la notable disminución de los componentes denominados elementos variables que contiene la atmósfera del área de estudio, en orden de importancia: vapor de agua, CO₂, impurezas, etc. La atmósfera transparente permite un sol brillante y además de una perfecta visibilidad a lo lejos, ello debido principalmente a la elevada altitud de esta parte del territorio, la radiación al recorrer menos atmósfera sufre menos interferencias, y en consecuencia menor absorción, y la absorción como consecuencia de la radiación incidente depende de las superficies expuestas del relieve, en las más expuestas la radiación solar llega directa e intensamente, durante varias horas de la mañana durante las cuales el terreno iluminado se calienta más y más rápidamente, sin embargo, en cuanto cesa la radiación se inicia un proceso de enfriamiento más rápido aún, las temperaturas medias diurnas alcanzan apenas alrededor de los 10° C, y los valores negativos extremos nocturnos se alcanzan muy rápidamente debido a la irradiación terrestre y al pobre papel que desempeñan los componentes denominados elementos variables de la atmósfera antes señalados en su función de retener y almacenar calor procedente de la irradiación terrestre, permitiendo así su fuga hacia el espacio exterior.

A todo lo anterior, hay que agregar, los sistemas de circulación secundaria, que en la alta montaña es una componente también de gran importancia, la gran movilidad del aire, es una característica notable casi a toda hora, pues las masas de aire se desplazan constantemente, tanto en el día como en la noche, se observa sin embargo, que la máxima actividad del aire coincide en las horas de los picos de la presión atmosférica. Generalmente, en horas de la mañana hasta el medio día, se generan los llamados *Vientos de valle*, debido a que el gradiente de presión se dirige hacia la montaña; a partir de las primeras

horas de la tarde y en la madrugada en la que se produce las oscilaciones máximas de la presión, el gradiente bórico se invierte y se dirige hacia valle abajo, en ese momento las masas de aire enfriadas y secas y por tanto más pesadas por la gravedad, comienzan a descender desde las partes altas de la montaña originando vientos fríos y secos, debido a estas características físicas de mayor densidad y peso respecto a la atmósfera de las partes bajas, descienden como por un canal valle abajo, a estos vientos son conocidos como *Vientos de montaña*, a los cuales se les llama también corrientemente también como heladas.

Uno de los efectos importantes de las heladas además de contribuir al congelamiento del suelo, es que al desecar el aire en las porciones adyacentes al suelo, favorecen los procesos de evaporación, incrementando las condiciones negativas en el desarrollo vegetal ya que al suministrar bajas temperaturas inhibe los procesos biológicos y de otro lado, al favorecer la evapotranspiración aumenta el déficit de agua en el suelo disminuyendo la disponibilidad de agua para las plantas; en estas condiciones el desarrollo vegetativo de las plantas es muy lento o nulo, disminuyendo de manera importante su papel protector frente a los procesos erosivos, estos casos se observan sobre todo, en los sectores emplazados en las vertientes ubicadas a barlovento a este tipo de heladas en invierno se les conoce también como heladas negras. Hay que dejar establecido también que las heladas se producen durante todo el año, no obstante son más frecuentes y crudas e intensas en invierno, hecho que contribuye aún más al enfriamiento del terreno en esta época del año, en verano, si bien la dinámica ventosa mantiene el mismo patrón sin embargo, su intensidad y frecuencia se atenúa considerablemente.

El hecho por el cual, los vientos de montaña, más conocidas como heladas, tienen mayor incidencia e impacto a barlovento, es decir, en los relieves que miran hacia la montaña y que se hallan expuestos a su acción directa, y como consecuencia de estas rigurosas condiciones negativas son, por lo general, muy difíciles para la colonización vegetal, razón por la cual, la sequedad y las bajas temperatura del suelo tiende a acentuarse, esto explica que en estos sectores se observen los más abundantes claros de vegetación protectora, lo que conlleva al mismo tiempo un mayor grado de susceptibilidad frente a los agentes erosivos y en consecuencia una degradación más intensa, no ocurre lo mismo en la vertiente opuesta ubicada a sotavento en las cuales, las heladas compuestas por masas de aire comportándose como fluidos pasan por encima de estos sectores debido a la inercia que traen sin impactar directamente y en consecuencia las condiciones de vida son bastante menos rigurosas, favoreciendo de esta forma en mayor medida una colonización vegetal y un pastoreo más sostenible.

Por otra parte, en la época estival, es frecuente el cielo con una abundante nubosidad la cual, por un lado, determinan la presencia de la estación lluviosa y por otro, retiene y almacena el calor solar irradiado desde la superficie del terreno, evitando así su fuga rápida a la atmósfera exterior. La nubosidad casi permanente de la época es alimentada por los vientos alisios del Norte que en esta época alcanzan su auge máximo tanto en su forma dinámica como orográfica, ello explica en parte las temperaturas negativas nocturnas más moderadas. No obstante, aún en la estación de invierno se producen en esta zona, como consecuencia de las bajas temperaturas reinantes, abundantes precipitaciones sólidas en forma de granizadas y nevadas, cubriendo gran parte del territorio de manto de nieve; mientras que en el verano, las precipitaciones

suelen ser sólidas (granizo o neviza), líquidas (gotas de agua de diversos diámetros) o combinadas, siendo además en esta época, mucho más intensas y abundantes, a menudo se desencadenan violentos aguaceros y ventiscas con una frecuencia prácticamente diaria.

En suma, un mayor acercamiento al conocimiento del régimen térmico estacional tiene una gran importancia e implica de un lado, un mayor conocimiento del balance de energía y de otro, los procesos sobre los cuales tiene una acción directa. Para el balance de energía hay que tener en cuenta factores astronómicos tales como: la latitud del área, la declinación solar, el ángulo horario y factores locales entre los cuales citamos el emplazamiento del volumen montañoso de la cordillera del Chila, la pendiente y orientación del relieve local, el albedo, etc.

Cabe anotar también, que el régimen térmico estacional se modifica notablemente con la influencia del Frente Polar a veces anormalmente enérgico en la estación invernal, como la anomalía registrada durante los recientes años 2000 y 2002, afectando toda la parte central alto andina peruana, en donde su acción se traduce en la presencia de masas de aire frío por tanto seco y estable, restringiendo así las posibilidades de precipitaciones durante el invierno; no obstante, eventualmente, aún en esta época, cuando las masas de aire tropical se reactivan principalmente por mecanismos orográficos se forman enormes cumulusnimbos empujados por el viento desde el Noreste y Norte hasta las montañas del Chila y dadas las bajas temperaturas negativas extremas allí existentes dan como consecuencia granizadas y nevadas que para la mañana han transformado el paisaje a blanco, en verano son mucho más frecuentes las lluvias dado que en esta época, se observa una mayor incidencia de las causas

dinámicas activadas por la influencia de la zona de convergencia intertropical (ZCIT) cuya presencia se evidencia con la intensificación en la producción de lluvias diarias de verano además de la ampliación del área de influencia, mientras que el Frente polar en el verano del HS tiende a retraer notablemente su dinamismo favoreciendo al mismo tiempo condiciones más lluviosas .

Las precipitaciones se hacen presentes con un carácter frecuente y con una intensidad torrencial prácticamente diaria en el verano. El régimen marcadamente estacional de las precipitaciones tiene un importante papel morfológico, ya que los primeros aguaceros (lluvias muy violentas y copiosas) ocurren después de un largo período seco (abril o mayo hasta noviembre o diciembre) impactando sobre vertientes que cuentan con una escasa a nula cobertura vegetal protectora debido a las condiciones climáticas adversas para la vegetación y la vida en general, a lo que hay que agregar las características deleznable de las tobas, que proporcionan un cuadro de alta susceptibilidad a los procesos de escurrimiento hídrico superficiales en sus distintas modalidades, determinando procesos morfodinámicos que aunque no son generalizados ni frecuentes por estacionales, resultan eficaces modeladores, dejando sus huellas como veremos en numerosos sectores del área del estudio.

Las precipitaciones, con las características indicadas además, contribuyen en gran medida conjuntamente con las aguas de fusión glaciaria, a la configuración de las características del régimen hidrológico tanto diario como estacional, al constituirse en las únicas fuentes de alimentación de los ríos y quebradas de las cuencas en estudio, responsables de que el caudal de los cursos experimenten no sólo drásticas fluctuaciones, sino también, se constituye en un importante medio de transporte de sedimentos en carga que proveen las

vertientes a partir de los materiales deleznableos compuestos principalmente por cenizas volcánicas, abundantes en la zona, acumulándolas en las partes de menor pendiente y en especial en las partes planas de los fondos de valle.

Tanto el clima muy frío o de hielo como el clima frío o periglacial, someten a las superficies expuestas de todo el área de estudio a las acciones del proceso alternativo diario hielo-deshielo, actuando directamente sobre el relieve suficientemente humedecido y sin cobertura vegetal, desempeñando al mismo tiempo, un papel principal en la configuración de las formas de relieve del área mediante la generación de procesos morfodinámicos como: Gelifracción, solifluxión, exudación y reptación entre los más importantes generados en última instancia por contrastes térmicos diarios que actúan, durante todo el año siendo responsables de los procesos periglaciares generalizados y frecuentes porque afectan a todo el área y durante todos los días del año.

6. 2. ASPECTO LITOLÓGICO ESTRUCTURAL

La geomorfología del área de estudio está particularmente condicionada por el aspecto estructural de la litología como por la litología superficial de la región. Las rocas expuestas en el área de estudio son de origen tanto sedimentarias como volcánicas, de edades que van desde el Terciario superior (Mioceno) hasta la actualidad. Los materiales más antiguos presentes en el área de estudio corresponden al grupo Tacaza, en el cual, se han diferenciado la formación Orcopampa e Ichocollo, siendo esta última, la que se observa en la

zona de estudio. La formación Ichocollo según Dávila D¹¹ afloran en el cerro Chocoyota, así como en el sector inferior y entre la confluencia de los ríos Garhuasanta y Sillanque y el cerro Mamacansa; y está constituida por lavas y domos dacíticos, en la base, así como por lavas andesíticas a andesíticas-basálticas, en la parte superior; las lavas son de gris a gris oscuras, afaníticas a porfiríticas, a través de toda la secuencia se observa niveles de areniscas y brechas andesíticas. Según el estudio antes referido, la determinación de la edad para lo cual se han efectuado mediciones radiométricas por K-Ar indican 17.2 m.a. lo que equivale al Mioceno. La formación Ichocollo subyace en discordancia angular a la formación Sencca.

En la zona de estudio, según el mismo autor, la formación Sencca, es observada como una secuencia en la que su parte inferior presenta tobas riolíticas a dacíticas cremas a rosadas y en su parte superior, areniscas tobáceas y cenizas estratificadas blanquecino amarillentos poco coherentes y deleznales, que subyacen en discordancia erosional a las lavas del grupo Barroso. Su espesor varía entre 30 a 200 m, mientras que su edad va desde 4 a 2 m.a.

El grupo Barroso aparece en la zona en estrato- volcán constituido de coladas de lavas andesíticas, grises muy coherentes, uno de cuyos principales centros de emisión fue el volcán Mismi. Estas coladas andesíticas cubren en discordancia a la formación Ichocollo y/o Sencca, en amplios sectores del área de estudio siguiendo la pendiente general actual. La edad determinada por métodos radiométricos más próxima ha sido obtenida en una muestra tomada a 9

¹¹Dávila M. David Geología del Cuadrángulo de Caylloma Bol N° 40 INGEMMET Lima 1988

km. al sur de las minas de Cailloma dio 1.02 ± 0.03 m.a. en consecuencia se le considera como representativo del Pleistoceno

De esta manera, las formas del relieve del área de estudio están influenciadas por el “volcanismo post-orogénico que se desarrolló principalmente a lo largo de la cordillera Occidental y sus productos sepultaron profundamente la superficie “puna” ..2:50¹², se trata de lavas andesíticas de la formación Barroso, las mismas que ocupan posiciones culminantes de la plataforma andina, sobreyacen sobre la formación Sencca constituidos por tobas blanquecino amarillentos poco coherentes y deleznales. Esta disposición estructural de estos materiales litológicos, tiene una gran importancia en la estructuración de los rasgos primarios del relieve, de manera tal, que resulta siendo responsable de la creación original de las formas de relieve resultantes directamente de las acciones volcánicas construidas en la parte más meridional de la gran caldera de Cailloma.

Los movimientos tectónicos ocurridos durante el Plioceno tardío y Pleistoceno han configurado los rasgos primarios del relieve, caracterizados por colapsos de porciones hacia el interior de la caldera, facilitados por la poca coherencia de las tobas y por la subsidencia de la depresión de “Cailloma” producida como resultado de efusiones de abundantes material piroclástico explosivo, caracterizándose un relieve donde se puede observar vertientes presentando eventualmente rellanos cortos, seguidos de rupturas de pendiente o escarpes asociadas a las lavas andesíticas dadas a su gran coherencia y resistencia, y en donde los sectores suavizados y de menor pendiente se asocian

¹²Bellido, E. Sinopsis de la Geología del Perú Bol N° 22 Servicio de Geología y Minería Lima 1969.



a tobas de color blanquecino amarillento cuando frescas, en razón de su escasa coherencia, presentan una alta susceptibilidad a los agentes erosivos.

7.0. GEOMORFOLOGÍA DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS QUE DAN ORIGEN AL RÍO AMAZONAS

Las cuencas hidrográficas que dan origen al río Amazonas se hallan en el sector más meridional de la caldera de Caylloma, y son las siguientes: Cuenca hidrográfica Garhuasanta, Sillanque, Apacheta y Ccaccansa. Este estudio geomorfológico de las cuencas en referencia se basa en una cartografía en la que aparece el conjunto de las cuencas con el objeto de lograr una mejor comprensión espacial de las mismas (Ver Mapa Geomorfológico), basados en este mapa y en observaciones de campo, pasamos a continuación a desarrollar el texto explicativo de cada una de las cuencas mencionadas:

7. 1. CUENCA HIDROGRÁFICA GARHUASANTA

Esta cuenca hidrográfica ocupa un área de 17.2 km² de extensión y que constituye el 31.3 % del área total de estudio, siendo casi la tercera parte (Véase Cuadro N° 2), en consecuencia, no solamente es la de mayor extensión de entre las cuencas hidrográficas estudiadas que conforman el sistema hidrográfico de las nacientes del río Amazonas, sino también, está coronada por crestas más elevadas, el principal pico el nevado Mismi alcanza 5628 msnm, cuyo alineamiento constituye la línea divisoria continental de aguas y que al mismo tiempo alberga una masa de hielo permanente más importante del área.

La cuenca del río Garhuasanta, está constituido en su cabecera por un gran circo glaciar coronado por el nevado Mismi mismos que dan nacimiento al río del mismo nombre, a continuación hacia la parte inferior se prolonga el valle

glaciar imponente por su magnitud y su belleza natural, cuyas paredes transicionan gradualmente hacia un fondo de valle plano y amplio, el mismo que, debido a la provisión constante de agua se halla ocupado casi en su totalidad por humedales: pantanos, turberas, bofedales y oconales, estos últimos se encuentran también en algunos sectores de las vertientes, en general, se constituyen en verdaderos almacenadores de agua, permitiendo con frecuencia abundantes afloramientos de “ojos de agua” en las vertientes y especialmente en las cercanías del fondo de valle; abundantes acumulaciones orgánicas recubren sectores del fondo de valle y algunos otros dispersos de las vertientes es, al mismo tiempo, colonizada por una densa vegetación principalmente gramínea, las cuales contribuyen en la regularidad de los aportes de agua, dado a su papel retentivo del líquido se traduce en un suministro permanente de agua, cumpliendo así, un papel muy importante como reguladores del régimen de escurrimiento hídrico y además, restringiendo de modo nada despreciable la evaporación elevada debido tanto a la intensa radiación solar de las mañanas como a la baja humedad relativa del aire.

El flujo hídrico del río Garhuasanta tiene un caudal de 168.6 l/s.¹³ a 4,799 msnm., registrando un régimen hidrológico regular durante el año, producto de varios factores: Al mayor tamaño de la cuenca, a una mayor área de la cuenca de recolección y/o alimentación incluyendo los extensos oconales que con las turberas son verdaderas esponjas de agua, por las mayores elevaciones de las cimas que coronan su cuenca, por la mayor masa glaciar que se acumula en sus cimas, etc. que permite a esta cuenca, una mayor acumulación de reservas de

¹³ Medición hecha por B. Jansky 2000

agua, tanto en estado sólido como líquido y por lo tanto una mayor y regular evacuación.

El eje de drenaje de la cuenca hidrográfica Garhuasanta se caracteriza por presentar en general muy bajas pendientes sólo interrumpidas por dos rupturas de pendiente, una situada aguas debajo de la laguna Bohemia y otra a la salida de la artesa (Véase Perfil longitudinal del río Garhuasanta en el Gráfico N° 2), por otro lado, al río Garhuasanta según el análisis de jerarquización de la red hidrográfica le corresponde en su desembocadura, la categoría de curso fluvial de segundo orden, ya que recibe tanto la margen derecha como por la izquierda, solamente tributarios de primer orden, y se halla representado con el color amarillo en el Mapa N°2 Orden del sistema fluvial que origina el río Amazonas.

7. 1. 1. LAS FORMAS DEL RELIEVE DE LA CUENCA GARHUASANTA

Los glaciares constituyen el fenómeno geográfico y geomorfológico más importante de los Andes altos tropicales¹⁴ durante el Pleistoceno y Holoceno, han sido los glaciares de esta parte de la cordillera Occidental del sur peruano y en particular los del área de estudio tanto en los tiempos actuales como lo fueron en el pasado reciente, uno de los agentes de erosión más eficaces, que han construido formas directamente observables de las que las mas importantes son:

¹⁴ Kinzl, Hans La glaciación actual y pleistocénica en los Andes centrales, SGL TLXXXIX N°89 Agosto 1969

[Ver formato impreso](#)

1. Vista panorámica del valle glaciar Garhuasanta y del Nevado Mismi y el circo glaciar

Gráfico N° 2:

PERFIL TRANSVERSAL DEL RÍO GARHUASANTA

**PERFILES LONGITUDINAL Y
TRANSVERSAL DEL RÍO GARHUASANTA**

EH: 1: 30 000

EV: 1: 10 000

[Ver formato impreso pág.49](#)

A.- El circo glaciar activo Mismi.-

El circo glaciar activo Mismi es un gran anfiteatro glaciar activo, que alberga en su lecho el importante glaciar del mismo nombre . Se trata del circo y glaciar más importante del área de estudio, tanto por su mayor altitud (5628 msnm) como por su mayor tamaño en comparación con los circos del área de estudio. Presenta una forma cuadrangular cuyo eje longitudinal mide 2,2 km, su distancia basal perpendicular al eje longitudinal tiene 3,0 km, mientras que la distancia en el mismo sentido tomado en las cimas divisorias de aguas alcanza 2,0 km.

El circo glaciar activo Mismi además de alcanzar la cima más elevada, constituye al mismo tiempo, la divisoria continental de aguas, separando las aguas que van a dar al Océano Pacífico y al Océano Atlántico. En la vertiente del Pacífico, por el lado sur, cuya red representado por el río Picomayo tributa aguas por la izquierda al río Colca, el cual vierte sus aguas en el Océano Pacífico, y por la vertiente del Atlántico, hacia el lado norte el río Garhuasanta, integrante de la red hidrográfica inicial y una de las más importantes de las que dan origen al eje fluvial Apurímac-Ucayali-Amazonas, debido a la mayor extensión de su cuenca, poseer la cima más elevada y cubierta de glaciares más importantes cuyas aguas de fusión le garantizan un caudal permanente a lo largo del año.

En su porción culminante, el circo glaciar activo Mismi, está constituido por un basamento litológico de coladas andesíticas cuya fuerte inclinación se

orientada al sur formando una afilada cresta muy cohesionada, de tres o cuatro decenas de metros más abajo se hallan las tobas recubiertas en parte por hielo y nieve, haciendo equilibrio inestable debido a la muy elevada pendiente que mira al norte. Por otra parte, el anfiteatro en el que se aloja el glaciar ha sufrido en los últimos 50 años una ablación importante, que ha dado lugar a una notable disminución del volumen glaciar, especialmente de sus porciones terminales traducidos en un notable retroceso glaciar; algo más de una cuarta parte del área cubierta de hielo permanente presente en el circo glaciar activo Mismi hace medio siglo, a la fecha se ha fundido, a consecuencia de lo cual, el límite glaciar ha retrocedido hasta ubicarse aproximadamente en los 5300 msnm en promedio, dejando al descubierto morrenas constituidas de materiales deleznales como tobas, alternando con bloque andesíticos dispersos de distintos tamaños y dispuestos en la vertiente sin ningún orden. La magnitud del retroceso se ha podido establecer a partir del examen de las fotografías aéreas pancromáticas 15468 y 15469 tomadas por la Empresa HY el 17 de julio de 1955¹⁵, proporcionadas gentilmente por el Servicio Aerofotográfico Nacional (SAN) comparados con imágenes satelitales¹⁶ proporcionado con igual gentileza por el Instituto Geológico Minero Metalúrgico (INGEMMET), documentos tomados como documentos de trabajo, y complementados con comprobaciones de campo en el 2000.

En la base del circo glaciar activo sobre los 5200msnm se aprecia una superficie estructural cubierta de rellano o plano a ondulado y orientado en sentido perpendicular al eje del valle de aproximadamente 40 metros de potencia en promedio. La permanencia de este rellano o superficie estructural se explica

¹⁵ Cortesía del Servicio Aerofotográfico Nacional SAN

¹⁶ Cortesía del Instituto Geológico Minero Metalúrgico (INGEMMET)

en primer lugar a un colapso de paquete, y en segundo lugar debido a la gran resistencia que ofrece la andesita de la que está compuesta, reposando sobre tobas deleznales. (Véase Fotografía N° 3)

Aguas arriba de este rellano rocoso, se observa un talud de derrubios sobre materiales esencialmente morrénicos con una pendiente superior a 30° de inclinación, aunque en las posiciones terminales de descanso en el rellano las pendientes del talud se suavizan, en las partes superiores tienden a enderezarse. El material más abundante es el procedente de las tobas por lo tanto, su granulometría es predominantemente fina y poco cohesionada, mismo que se halla englobando material grueso y anguloso de granulometría variada procedentes de las coladas andesíticas gelifractadas, dispuestos sin orden en la vertiente, descendiendo eventualmente por gravedad ayudados de manera importante por los procesos periglaciares activos; de otro lado, debido a las características antes indicadas, no se aprecian las corrientes de agua superficiales, en este sector de la vertiente, sino indicios o huellas de escurrimiento hídrico tanto superficiales como subsuperficiales.

Un elemento saltante de esta forma de relieve, en particular, es la superficie estructural que es al mismo tiempo, base del circo glaciar Mismi, en cuyo sector extremo sur occidental se observa la presencia de una depresión producto de la sobre excavación glaciar de la lengua glaciar izquierda del nevado Mismi, depresión a 5,233 msnm. que permite la formación de la laguna de origen glaciar que no figura en la Carta Fotogramétrica al 1:100,000 del IGN; razón por la cual dicha laguna quedó bautizada por el Geog. Dr. B. Jansky jefe de la expedición, como laguna “Bohemia”, (Véase Fotografía N° 5) tiene una extensión de aproximadamente una hectárea de superficie y de unos 4m. de profundidad, de acuerdo a las mediciones batimétricas tomadas por B. Jansky y

su equipo, naturalmente luego de superar las dificultades que la naturaleza del lugar imponía, como por ejemplo: las bajas temperaturas habían congelado la capa superficial de la laguna la cual tuvo que ser roturada para permitir el paso de la balsa y efectuar las mediciones de batimetría.

La laguna “Bohemia” a 5,233 msnm. da origen al brazo izquierdo de río Garhuasanta, con un caudal de 9 l/s. que corre un corto trecho por un lecho rocoso del piso del rellano o superficie estructural, para luego de recorrer un tramo muy corto (15.5 metros) caer por el borde escarpado del rellano. El río Garhuasanta comprendido a partir este sector alimentador izquierdo suma 7,782.9 metros de longitud. (Datos de mediciones B. Jansky)

En el extremo sur oriental del rellano estructural antes descrito, en el borde superior del escarpe de andesitas aparecen abruptas las ramificaciones del brazo alimentador derecho del río Garhuasanta fluyendo con un caudal de 20 l/s., a 5,274msnm. desde una grieta a través de una red compleja que muy rápidamente se concentra por debajo del borde superior del escarpe de unos 40 metros y del talud de derrubios formado a sus pies, luego construyendo un abanico aluvial activo, por sobre el cual se da un drenaje trenzado, hasta su confluencia con el brazo izquierdo que nace en la laguna Bohemia, confluyen simétricamente a unos 800 m del frente del escarpe, en lo que ya viene a formar parte del sector alto o cabecera del fondo de valle de la artesa glaciar Garhuasanta. La longitud del río Garhuasanta comprendiendo de este sector alimentador derecho representa 7,799.3 metros.(dato de B. Jansky)

En el borde exterior del rellano estructural descrito, se observa el frente, un espectacular escarpe andesítico (Véase Fotografías N° 3 y 4) muy coherente

y por lo tanto de gran resistencia a los procesos erosivos, inclusive a los intensos procesos glaciares que actuaron en un pasado reciente cuyas formas heredadas observamos en el primer plano de la foto N° 4 , sobre los cuales, continúan actuando los procesos periglaciares actuales, se observa un reborde en ángulo recto y caída vertical interrumpiendo abruptamente en el fondo de valle por una suave pendiente longitudinal. Se trata de un escarpe rocoso perpendicular de unos 40m.de alto en promedio y 2km. de longitud aproximadamente, que constituye la base inferior el circo glaciar Mismi y marca al mismo tiempo, el inicio por la parte superior del fondo de valle del río Garhuasanta.

El escarpe descrito propicia al mismo tiempo, la formación de un talud de escombros rocosos al pie del escarpe, con una pendiente de 30° de inclinación en la línea de la pendiente longitudinal ubicado en la parte central que es al mismo tiempo el sector de mayor ancho; su granulometría predominante es de materiales gruesos, constituidos por bloques y clastos muy angulosos que se emplazan en el talud sin mostrar ningún orden; mientras sus porciones terminales, dan paso nítido mediante un cambio de pendiente a la cabecera del fondo de valle de la artesa glaciar del río Garhuasanta.

Finalmente hay que agregar, que el factor de exposición tiene en este sector un papel importante y consecuencias morfológicas e hídricas igualmente importantes debido a que durante las mañanas de los días de la mayor parte del año, la radiación solar ilumina directamente y de manera más sostenida la cara norte del nevado Mismi, ello acentúa los procesos de ablación, los cuales resultan siendo mucho más intensos si los comparamos con los que se dan en el flanco que mira al sur, generando una notable disimetría en el límite inferior de hielo permanente. El hecho que el límite nival se halle elevado en los sectores

que miran al norte con respecto de las vertientes que miran en la dirección opuesta, nos indica sencillamente la existencia de una mayor reserva de agua para la alimentación de los ríos sobre las vertientes sur, generando de esta manera en este sector de la puna un factor de reservas hídricas menores por tanto desfavorables ya que ello trae como consecuencia una acentuación de condiciones esteparias .

B.- La artesa glacial del Garhuasanta.-

La artesa glacial del Garhuasanta es una depresión de moderada profundidad y alargada con una longitud aproximada de 5 km, flanqueados por paredes escarpadas en algunos tramos debido a la presencia de mantos andesíticos y suavizados en algunos otros debido al material compuesto de tobas (Ver fotos 1 y 2), razón por la cual las alturas relativas con respecto al fondo de valle no sobrepasan los 500 metros; en sus vertientes se observan bloques desordenados de andesitas de diversos tamaños, y un fondo ensanchado y plano en varios sectores. Se trata de un valle glaciar modelado por una lengua o corriente glaciar de valle emitida el circo glaciar Mismi que actuó en un tiempo cuenca de acumulación y alimentación glaciar, por cuya razón, el perfil transversal que muestra el valle glaciar o artesa Garhuasanta tiene una tendencia a la forma de “U” mucho más nítido en los sectores en los cuales la coherencia del material andesítico así lo permite. (Véase Fotografías N° 2 y 4) .

Las cimas laterales de la artesa guardan cierto paralelismo y simetría en cuanto a las formas y alturas de sus cimas, las crestas más elevadas y cubiertas

de glaciares se hallan en el sector superior del valle, mientras que las cimas de menores altitudes se encuentran en el sector medio del valle,

3. Vista frontal de la superficie estructural andesítica de la formación Barroso. Obsérvese el amplio talud de derrubios al pie borde escarpado, siendo los materiales gruesos andesíticos y los finos tobas, mismos se hallan reposando en la parte superior del fondo de valle Garhuasanta..

4. Margen izquierda de la artesa glacial Garhuasanta. En primer plano nótese las estrías producto de la intensa gelibación cerca de borde escarpado, que además constituye el límite inferior del circo glaciar Mismi. Al fondo el cerro Chocoyota

culminando la artesa por la parte inferior en el cerro Chocoyota (Véase parte superior derecha y al fondo en la Fotografía N° 4) a una altitud de 5,200 msnm, el cual, por estar coronado de un manto andesítico genera un importante talud de derrubios angulosos en la entrada izquierda de la artesa, el talud tiene una pendiente de 31 a 32° en su parte media, disminuyendo notablemente las pendientes en las porciones terminales de los pies de vertientes hacia el fondo de valle, los materiales presentan una granulometría gruesa compuesta principalmente por bloques y guijarros angulosos de andesitas, los mismos que son recubiertos completamente la morrena lateral derecha en este sector.

Una formación de transición entre la artesa glaciar y el fondo de valle constituyen las morrenas laterales, las cuales, al emplazarse junto a las paredes de la artesa glaciar, se encuentran en su mayor parte cubiertas, tanto por taludes como por conos de derrubios heterogéneos aportados principalmente por procesos periglaciares, gravitacionales, por la arroyada, especialmente en la parte media y baja donde en algunos casos llega a cubrir la vertiente y obliterar de manera notable el fondo de valle.

C.- Fondo de Valle del río Garhuasanta.-

El fondo de valle del río Garhuasanta (Véase Fotografía N° 2) ocupa posiciones más bajas del valle, esta compuesto por superficies cuyas pendientes van de plana a ondulada, abarcando una extensión 4.5 km^2 aproximadamente, se caracteriza por estar permanentemente humedecida, ya que se halla regada durante todo el año por el río del mismo nombre lo que favorece a la presencia permanente de una densa cobertura vegetal herbácea principalmente gramíneas. En el fondo de valle del río Garhuasanta se distingue tres sectores claramente identificables: un sector superior, un sector medio y otro sector inferior.

El sector superior con una extensión de 1.6 km^2 , se caracteriza por presentar combinaciones de superficies planas y onduladas con pendientes generalizadas que van de 2° a 4° de inclinación respectivamente, esta topografía se explica principalmente porque en este sector confluyen numerosos abanicos aluviales activos desde ambos flancos de la artesa glaciar, con abundante aporte de materiales principalmente finos, englobando materiales de granulometría más gruesas; la pendiente longitudinal generalizada es de 3 a 4° .

El sector medio, es el sector más representativo del fondo de valle plano, genéticamente corresponde a una superficie de colmatación lacustre, con una extensión de 2.6 km^2 , se extiende a lo largo de aproximadamente 2 Km de longitud con un ancho de 400 metros en la parte superior interrumpido por cubiertas de abanicos aluviales activos, provenientes de ambas vertientes de la artesa glaciar y 200 metros en la parte inferior en cuyo sector se halla igualmente interrumpido por abanicos aluviales a manera de cerrojo que cierra el fondo de valle con materiales provenientes exclusivamente de la margen izquierda, en estos abanicos se asienta el anexo abandonado y en estado ruinoso denominado Garhuasanta.

El sector inferior, la de menor área, tiene una extensión de 0.3 km^2 aproximadamente, ocupa la posición más baja del fondo de valle, este sector inferior muestra pendientes mayores por la disección que ha sufrido; se inicia aguas abajo del anexo denominado Garhuasanta, zona en la que presenta su máximo de extensión horizontal alcanzando los dos centenares de metros, para hacia aguas abajo irse angostando hasta desaparecer en su porción inferior más baja hallándose además cerrado por la morrena lateral y frontal Garhuasanta. Finalmente, este río luego de disectar la morrena frontal que cierra el fondo de valle glacial se abre paso para dar origen aguas abajo al río Lloqueta luego de recibir las aguas del río Sillanque que resulta siendo el único que alcanza el cuarto orden, por tanto el de mayor orden jerárquico. (Véase Mapa de Orden del sistema fluvial de las cuencas que origina el río Amazonas) .

El fondo de valle del río Garhuasanta abarca una extensión considerablemente mayor en comparación a la de los otros valles estudiados, además difieren también en cuanto a las características de su configuración morfológica, así como a la ocurrencia de algunos procesos morfodinámicos particulares.

El fondo de valle, es resultado de la acumulación de materiales vía diversos procesos fluvio-glaciares, periglaciares, aluviales, torrenciales, eólicos, etc. que actuaron en un pasado reciente y que continúan haciéndolo hoy sólo que con distinta intensidad y frecuencia. En general, se observan materiales fluvio-glaciares, sobre los cuales, se han acumulado materiales finos, compuestos por cenizas por encima de las cuales se hallan concentraciones de materia orgánica ricos en humus favorecidas por las condiciones climáticas frías, a lo que hay que agregar las consecuencias de procesos de colmatación en

condiciones anaeróbicas. Se observan también algunas inversiones edáficas como consecuencia de acumulaciones de cenizas volcánicas.

Estos fondos de valle, albergan una de las expresiones más representativas del trabajo periglaciario, de un lado, las modalidades de erosión que se dan a lo largo de los cursos de agua de la compleja red de drenaje y de otro, el trabajo del proceso alternativo de congelamiento y deshielo frecuente que se desarrolla en estos mismos cursos de agua, lo cual implica un resultado combinado lento pero constante y efectivo, cuyas evidencias son observables directamente a través de las isletas que se forman en todo el área como se aprecia en el primer plano de la fotografía N° 1.

En estas formas de relieve de isletas, como ya se dijo, topográficamente planas o con muy bajas pendientes, se hallan fuertemente disectados por una intrincada red de drenaje, que a menudo incluye al propio río Garhuasanta, este complicado patrón de drenaje propio de las zonas planas y materiales finos, en algunos sectores meándricos y en otros trenzados, pese a las bajas pendientes, es responsable de la disección de las turbas ricas en materia orgánica, disección favorecida por el material fino, a ello hay que agregar el importante papel del hielo-deshielo, que especialmente en las tardes y noches congela inclusive profundamente el agua que fluye por los lechos más profundos que anchos, contribuyendo de manera importante a que con el aumento de volumen al ocurrir el congelamiento, el ensanchamiento de estos causes propicien interfluvios en isletas de formas redondeadas o acorazonadas, que vistas a través de un corte transversal, presenten combaduras hacia el cielo y cuyos bordes en las orillas se encorvan hacia el agua, originando un conjunto interfluvios de formas convexas hacia el cielo, las cuales se caracterizan además, por hallarse densamente

cubiertas de una vegetación herbácea compuesta principalmente de gramíneas, cuya abundancia aún en la época seca se explica por la presencia permanente de agua, consecuencia del régimen hídrico regular del río Garhuasanta. El tapiz de gramíneas es responsable de la coloración amarillenta del paisaje de todo el fondo de valle, originado principalmente por el tono dorado de sus espigas principalmente, a lo cual consideramos que se debe el nombre de Garhuasanta (garhua = amarillo).

7. 1. 2. LOS PROCESOS MORFOGENÉTICOS Y MORFODINÁMICOS EN LA CUENCA DEL RÍO GARHUASANTA

En la cuenca del río Garhuasanta coexisten de un lado, formas de relieve heredadas, es decir, aquellas formas de relieve originadas por procesos que actuaron en el pasado y que hoy ya no actúan y de otro lado, formas de relieve modelados o remodelados por aquellos procesos que podemos visualizar directamente hoy día. Estas diferenciaciones de los procesos pueden ser establecidas tanto por el ámbito de sus acciones, por sus frecuencias así como sus grados de intensidades, evidentemente reflejadas en las formas de relieve resultante que podemos observar actualmente; por lo tanto, los procesos morfogénéticos y morfodinámicos en la cuenca del río Garhuasanta los enfocaremos, tanto a través de las formas de relieve heredadas como de aquellos procesos que vienen ejerciendo acción de modelado actualmente.

7. 1. 2. 1. **Los procesos y formas de relieve heredados:**

A.- El relieve postorogénico:

El relieve montañoso volcánico, obedece a la actividad postorogénica, a principios del Pleistoceno el área experimenta movimientos tectónicos acompañados de erupciones volcánicas explosivas y luego derrames de lavas que se observan en el sector culminante del circo glaciar activo, en la montaña del nevado Mismi a 5628msnm, cubiertas en gran parte por nieves permanentes y en general del sector Sur de la gran caldera de Cailloma, al que los movimientos tectónicos han puesto a alturas superiores inclusive a las que posee actualmente, y los períodos glaciales y colapsos (entendidos estos últimos como deslizamientos en paquetes) los han ubicado en su posición actual. Hay que anotar también que además constituye el punto culminante de mayor altitud de todo esta área que comprende el sistema de cuencas hidrográficas con su respectiva red fluvial que van a ser fuente inicial y origen al río Amazonas, y que constituyen al mismo tiempo, las aristas que determinan la línea divisoria continental de aguas, en el sector cordillerano de los Andes conocido como la cordillera de Chila.

Este relieve montañoso volcánico, constituye parte más meridional de la gran caldera de Cailloma, en la que se puede apreciar, de un lado, la red hidrográfica que describe un patrón centrípeto como ocurre frecuentemente en el interior de una caldera, las formas de relieve se inscriben también sobre este patrón, en donde el modelado inicial sin duda le ha correspondido a los procesos glaciares del Pleistoceno y por otro, formas del relieve como vertientes, terraplenes o superficies estructurales, se encuentran fuertemente influenciados por las coladas andesíticas dada su gran coherencia persisten en su

emplazamiento sobre deposiciones volcánicas deleznales de tobas, en la cuenca del río Garhuasanta se observa tres de estos colapsos correlacionables probablemente con glaciaciones y procesos erosivos posteriores.

Ejemplos de estas formas heredadas se observan en la superficie estructural coherente de rocas andesíticas, en la base del circo glaciar

5. Laguna “Bohemia” bautizada así por el Geog. B. Jansky Jefe de la Expedición Binacional Peruano Checa Jatun Mayo 2000. En la vista el Dr. Jansky dirigiendo la batimetría, en la balsa Julius Cesak.. Nótese la superficie congelada de la laguna.

6. Se observa en primer plano el canal de evacuación torrencial, evidencia de las acciones de arroyada concentrada en el sector medio de la vertiente izquierda del valle glaciar Garhuasanta .

descrito en el párrafo anterior, en cuya masa estructural la lengua glaciar izquierda emitida por el circo glaciar Mismi ha construido por sobre- excavación una depresión en la que se encuentra alojada la laguna de origen glaciar “Bohemia” las evidencias de esta sobreexcavación las observamos en las estrías que aparecen en las andesitas debido a su gran coherencia en el borde externo de esta superficie estructural; a no más de 20m. aguas debajo de la laguna Bohemia, se precipita la abrupta ruptura de pendiente con un escarpe de aproximadamente unos 40 metros, de la cual es responsable la colada de andesitas debido a su gran coherencia. (Véase Fotografías N° 3 y 4).

Otros paquetes de andesitas sobreyaciendo a materiales volcánicos compuestos de tobas, flanquean la parte superior de las vertientes laterales de las paredes de la artesa Garhuasanta, recubiertas en algunos sectores hacia pendiente abajo por materiales de conos de deyección, de coluviales y de periglaciares, mientras en su parte superior se hallan cubiertos de abundantes materiales glaciarios que cubren la formación de tobas a menudo completamente.

B.- Las glaciaciones.-

Constituyen una de las manifestaciones más importantes, como resultado de los cambios climáticos que ha experimentado esta parte de los Andes tropicales. Estos cambios climáticos han afectado de manera muy importante al determinar la frecuencia, duración y la intensidad de las glaciaciones e interglaciaciones en los Andes tropicales peruanos y en particular el área del presente trabajo. El estudio de estas glaciaciones implica la determinación de las fases o estadios glaciales, de gran utilidad en el conocimiento geomorfológico y climático del medio, pero que evidentemente, escapa al objetivo del presente estudio, razón por la cual, haremos aquí, unas breves generalizaciones.

Las glaciaciones ocurridas en la zona sur de nuestros Andes altos durante el auge glacial pleistocénico, parecen haber transicionado de glaciares de meseta a glaciares de valle; dada la amplitud de la topografía altiplánica sobre la cual los glaciares han desarrollado lo esencial de su trabajo. Esta evolución se complementará luego con la presencia de formas de modelado glacial más recientes espacialmente mucho más reducidas comparadas con las superficies planas a onduladas de la superficie del altiplano, contruidos casi exclusivamente por glaciares de valle, tales como: el circo glacial activo, la artesa glacial, los cordones morrénicos que culminan por la parte inferior de la artesa glacial de Garhuasanta. La magnitud de la glaciación que abarcó la altiplanicie es más antigua, y cubrió de hielo toda la región por encima del límite nival probablemente ocurridos durante períodos de incidencia mucho más largos.

Las formas de relieve de modelado glaciar directamente reconocibles en la zona de estudio, han sido trabajadas sin duda por los glaciares de montaña, condiciones en las cuales el glaciar se comporta como un flujo glaciar por encontrarse alimentado por una considerable masa glaciar emplazado en el circo glaciar Mismi, que actúa como fuente de alimentación, en consecuencia ha construido como resultado de su accionar, un cordón morrénico bien estructurado, tal como la morrena frontal (Véase Fotografía N° 1) que aparece en la entrada del río Garhuasanta, cuyo límite inferior se halla alrededor de los 4,800 msnm; la morrena lateral coetánea sólo es observable por material en la parte superior de la artesa glaciar Garhuasanta, ya que en la parte media y baja han sido prácticamente recubiertas, tanto por acumulaciones de taludes de derrubios como por abanicos y conos deyectivos estos últimos sumamente eficaces aunque de carácter esporádico, procedentes de ambas vertientes.

La profundidad de la depresión que contiene a la laguna Bohemia nos da información sobre la magnitud del sobre excavado glaciar experimentada por esta explanada, a la que hay que agregar las estrías que se observan claramente en las andesitas coherentes del borde exterior de la explanada, las cuales constituyen evidencias de una intensa gelivación en el compacto dique rocoso andesítico, mientras que actualmente, la laguna bohemia muestra una colmatación acentuada, evidenciada por la acumulación de sedimentos en sus orillas, las mismas que, sufren acciones periglaciares intensas. El sustrato rocoso de las características indicadas, a no más de 20m. aguas debajo de la laguna Bohemia, se precipita una abrupta ruptura de pendiente con un escarpe de aproximadamente unos cuarenta metros, debido a la gran coherencia de las coladas de andesitas y a su característica disyunción columnar.

Es importante tener presente que sólo en los 50 últimos años, según cálculos basados en fotografías aéreas y comprobaciones de campo el límite inferior del glaciar del nevado Mismi ha retrocedido alrededor de 100m. como consecuencia de la ablación, entendida como la disminución de la masa glaciar y en consecuencia el retroceso de su borde terminal, dejando el substrato al descubierto y libre de hielo en una extensión que alcanza al 20 % de la superficie glaciar del circo glaciar del nevado Mismi, evidenciando un franco proceso de regresión glaciar, que va acompañado de una acentuada sequía que marca una característica particular de esta parte del sur del Perú..

7. 1. 2. 2. Los procesos morfogenéticos y morfodinámicos actuales en la cuenca del río Garhuasanta .-

Dentro de los procesos morfogenéticos y morfodinámicos actuales de la cuenca del río Garhuasanta podemos considerar en orden de importancia a los siguientes: los procesos glaciares y periglaciares, los generados por el escurrimiento hídrico superficial, las acciones biológicas y los procesos eólicos.

A.- Los procesos glaciares y periglaciares.-

Los procesos glaciares actuales son aquellos en los cuales actúa el glaciar como agente de modelado del relieve actual. El glaciar actúa excavando, trasladando y acumulando material detrítico, conocidos como morenas, que en el

presente caso son de fondo, laterales o frontales (Véase Foto N° 1) en la salida del valle glacial Garhuasanta.

Actualmente en el circo glaciar el glaciar de hoy ocupa aproximadamente el 30% del área del circo glaciar, pese a ello viene a ser el más importante de entre todos los glaciares que alojan los demás circos de las cuencas estudiadas. Como en todo glaciar un punto de equilibrio entre la alimentación y la fusión lo refleja el límite nival, en el presente caso, siendo la ablación intensa, se genera también un importante retroceso del límite nival debido a la fusión glaciar y la ausencia de alimentación por parte del circo glaciar; en consecuencia, de los bordes inferiores terminales, son los que muestran las evidencias del retroceso, al dejar al descubierto material detrítico trabajado por el glaciar al que se denomina morrena. Esta morrena se caracteriza por presentar una granulometría heterogénea, en donde predominan materiales finos procedente de las tobas, contrastando con material grueso compuesto de bloques angulosos dispersos proveniente de la colada andesítica emplazada en la cima que bordea al circo glaciar. El límite nival inferior que marca la dinámica de avance o retroceso glaciar se emplaza en forma nítida alrededor de los 5300m de altitud siendo además bastante uniforme caracterizado por la ausencia de emisión de lóbulo o lengua glaciar saltante.

Los procesos periglaciares son aquellos que como consecuencia del congelamiento y deshielo alternativos afectan al relieve, así el agente de este proceso viene a ser el hielo-deshielo, traduciéndose su accionar de manera visible en la construcción de formas de relieve características. Actúan tanto por mecanismos de gelifracción o criogénesis, solifluxión y movimientos en masa, exudación etc. Ocurren como consecuencia del clima frío de montaña tropical

que impera en esta área, lo cual los ubica como los procesos más generalizados y frecuentes del área, generalizados porque actúan en toda la extensión del terreno y frecuentes porque ocurren todos los días del año. La ocurrencia del proceso periglaciario se ve favorecida como consecuencia de superficies expuestas enfriadas por irradiación alcanzan temperaturas negativas, cuyas mínimas extremas se experimentan en las primeras horas en las mañanas, momento en el cual el terreno recibe los primeros rayos solares del día; luego, en la medida de la incidencia de la radiación solar las temperaturas pasan a ser positivas, alcanzando las máximas extremas en las primeras horas de la tarde; este ritmo que muestra la amplitud térmica diaria, ocurre durante todos los días del año, inclusive en el verano, época en la cual, esta amplitud térmica se modera considerablemente, por ello es que, en relación con los procesos morfogenéticos y morfodinámicos, los contrastes térmicos diarios son más relevantes que los contrastes estacionales, ya que los primeros, resultan ser más activos y eficaces. Los contrastes térmicos estacionales no son entonces, relevantes en las acciones que gobiernan en el modelado del relieve.

Sin embargo, los contrastes térmicos extremos no son suficientes para la eficacia de los procesos periglaciares, ya que será necesario que exista también paralelamente una suficiente alimentación de agua; en este sentido las partes bajas y los fondos de valle permanentemente humedecidos generan diferenciaciones espaciales, así como también las estaciones introducen condiciones de humedecimiento o desecamiento; y aquí aparece un aspecto hasta cierto punto antagónico, y es que aún cuando la magnitud de los contrastes térmicos en invierno es más grande debido a un mayor enfriamiento por irradiación durante las noches y madrugadas de invierno, lo que puede explicar un congelamiento más profundo, sin embargo, en el invierno las vertientes se

hallan más desecadas debido a las condiciones de sequía propias de la época y de la zona, afectando principalmente a las vertientes, zonas en las cuales, la intensidad y eficacia de los procesos de gelifracción intensa disminuyen notablemente.

Las temperaturas descienden también en el verano por debajo de 0°C, de hecho son mucho menos extremados que en el invierno, sin embargo, hay que precisar que, desde el punto de vista morfológico, los contrastes térmicos diarios en el verano son mucho más eficaces, debido al permanente suministro suficiente de agua embebiendo tanto los materiales detríticos superficiales, como los suelos y ocupando las fisuras del substrato rocoso expuestos o de profundidad suficiente como para que el proceso hielo-deshielo sea eficiente, mientras que, los contrastes térmicos estacionales de invierno pese a ser más acusados son menos eficientes desde el punto de vista morfológico, debido al gran déficit de agua en las vertientes reduciendo los procesos casi exclusivamente a los de termoclastía.

Los procesos periglaciares muestran un grado máximo de eficacia con la presencia de ciertos elementos y factores concurrentes como materiales coherentes y fisurados, tal como es el caso de las andesitas fisuradas que aparecen, por ejemplo, en la ruptura de pendiente de la base del circo glaciar Mismi, en las andesitas con fisuras que coronan el nevado Mismi, así mismo las coladas andesíticas que coronan el cerro Chocoyota o en algunos sectores de la vertiente de la artesa glaciar, en cada uno de ellos se puede apreciar diferenciaciones en cuanto a la intensidad y por lo tanto también en la eficacia de los resultados traducidos en las formas del relieve. A la presencia de materiales superficiales coherentes y abundantes fisuras, tenemos que agregar

presencia suficiente de agua, cuyo humedecimiento es fundamental para la eficacia de los procesos periglaciares y sin el cual los procesos periglaciares se reducen a modificaciones de volumen de los materiales superficiales por dilatación y contracción poco efectivos.

Dado que el área experimenta con frecuencia diaria temperaturas negativas, la presencia de aguas que embeban el terreno resulta indispensable para la ocurrencia del proceso periglaciario, en consecuencia es muy activo en las áreas humedecidas, ya sea por las propias aguas de fusión o las precipitaciones, a través de los cuerpos de agua inmóviles o corrientes, y de superficies saturadas, ello ocurre principalmente, por ejemplo en los alrededores de la laguna “Bohemia” misma que se encuentra en pleno proceso de colmatación, en el fondo de valle, en las depresiones de pequeña extensión de los cursos que descienden de las vertientes hasta el fondo de valle, en el propio canal fluvial a lo largo del fondo de valle, en oconales u ojos de agua de las vertientes de la artesa, los cuales son más abundantes en el sector superior y algo menor en el sector medio de la cuenca. El límite superior de las acciones de hielo deshielo está alrededor de los 5,300 msnm. mientras que el límite inferior queda bastante por debajo y fuera del área de estudio.

Los mecanismos de los procesos periglaciares antes indicados son generalizados y efectivos, como ocurre en las rocas andesíticas coherentes y fisuradas, principalmente las que coronan el nevado Mismi y el cerro Chocoyota, en la base del circo glaciar del nevado Mismi y en algunos sectores localizados de las paredes de la artesa Garhuasanta, las cuales se hallan permanentemente humedecidas como consecuencia de la fusión glaciar y de la nieve, el agua rellena las fisuras y al congelarse y aumentar de volumen actúan

como verdaderas cuñas, ejerciendo presión sobre las paredes internas de la fisura ocurriendo la fractura por el lado de la superficie libre de la roca con separación del fragmento anguloso de la roca madre. El proceso de gelifracción, también es favorecido por mecanismos de presión, debido al llamado efecto neumático, que se produce cuando un volumen dado de aire es atrapado por el agua que rellena una fisura, y como consecuencia del aumento de volumen del agua al congelarse, presiona sobre el volumen de aire que queda atrapada en una parte de la fisura, contribuyendo así al fracturamiento de las rocas andesíticas en clastos y guijarros angulosos, el resultado es la producción de abundantes gelifractos muy angulosos, que forman taludes y conos de derrubios en los pie de vertiente sobre todo en los bordes externos de las andesitas, como por ejemplo en andesitas de las cercanías de la laguna Bohemia o en las cimas del cerro Chocoyota. (Véase Fotos N° 3 y 4).

En estos últimos lugares, las andesitas forman cornisa debido a su coherencia y a su disyunción angular, pese a encontrarse emplazadas sobre tobas de baja coherencia, debido a estas condiciones, gelifractos e inclusive bloques andesíticos de considerables tamaños descienden ayudados por la gravedad para acumular predominantemente materiales gruesos y constituir taludes y conos de derrubios, como los que se observa en la entrada izquierda del río Garhuasanta en los pies del cerro Chocoyota. Estos conos y taludes de derrubios emplazados en el pie de vertiente, alcanzan pendientes en la parte media de 31 a 32° de inclinación y hacia las partes inferiores bajan notablemente y aún mas llegando a los fondos de valle, igualmente aparecen en el pie del escarpe de andesitas emplazado en la base del circo glaciar del río Garhuasanta.

Otra modalidad importante del trabajo periglacial es, la que se produce en los canales de drenaje, en los fondos de valle ondulados, compartiendo responsabilidad con el trabajo de disección de los cursos de agua en las turbas ricas en materia orgánica por las que escurre el agua superficial, el agua que se aloja en las depresiones y en los lechos de cursos de agua, al congelarse inclusive profundamente, aumenta de volumen presionando sobre las paredes laterales deleznales del lecho, contribuyendo al sistemático ensanchamiento a manera de socavamiento lateral de sus paredes, cuyo micro perfil transversal tiene la forma de U cerrada, a menudo con una profundidad mayor que el ancho, con paredes fuertemente cóncava hacia el espejo de agua de la corriente, a ello, hay que agregar la labor que conjuntamente con el trabajo de socavamiento lateral y lineal realiza la corriente de agua a expensas del material susceptible a la disección.

En las zonas planas o de menor pendiente, el trabajo del hielo deshielo alternativo y frecuente, es sin duda muy eficaz en el modelado, produciendo el ensanchamiento general de los lechos, mismos que se componen más a menudo de densas redes de cauces trenzados y/o meándricos, estas paredes presentan en ambas márgenes verticales del lecho, una concavidad bastante pronunciada hacia el lecho, las orillas de los interfluvios presentan contornos redondeados abundantes isletas que semejan rompecabezas con bordes redondeados o acorazonadas, de formas convexas y de dimensiones decimétricas o métricas, se hallan densamente cubiertas por una vegetación compuesta principalmente de gramíneas, cuya presencia predominante se explica por presencia constante de agua y además responsable de la buena protección frente a los agentes erosivos y también de la coloración amarillenta, que como ya se indicó antes, se debe el

nombre de Garhuasanta (garhua = amarillo) que caracteriza el paisaje de todo del fondo de valle. (Véase Fotos 2 y 3).

Los procesos periglaciares resultan siendo poco eficientes en las tobas pese a su constitución muy deleznable siempre que las tobas expuestas en las vertientes se hallen desprovistas de agua, o protegidas del humedecimiento, tal como ocurre en las que se encuentran distribuidas sobre algunas porciones de las vertientes y sectores culminantes de la artesa glaciar de la cuenca del río Garhuasanta infrayaciendo a las coladas andesíticas.

B.- Los procesos generados por el escurrimiento hídrico superficial y acciones torrenciales.-

Los procesos de escurrimiento hídrico superficial, son consecutivos a las precipitaciones que pueden ser sólidas, líquidas o combinadas; o también suelen ocurrir como consecuencia de la fusión de nieve o de hielo, bajo condiciones favorables, en tales condiciones el agua discurre sobre la superficie, transportando en especial material fino y por lo tanto, sin incisionar el terreno.

Las acciones torrenciales por otra parte, constituyen procesos violentos de escurrimiento concentrado, que naturalmente incluyen formas de escurrimiento superficial, son normalmente consecutivos a las precipitaciones violentas, breves pero abundantes, aunque por la magnitud y el grado de afectación podemos considerarlo como localizado, su accionar puede ser considerado como frecuente en el verano.

El escurrimiento hídrico superficial es de dos tipos principales: el arroyamiento laminar o difuso y concentrado.

El escurrimiento hídrico superficial por arroyamiento laminar o difuso se produce en el terreno mediante flujos hídricos ya sea en forma de láminas paralelas a la superficie o en hilillos de agua; el primer caso, se da en pendientes moderadas con superficies uniformes y porosas, con materiales finos a medios, en el segundo caso, cuando las condiciones son similares al anterior pero con pequeños obstáculos o irregularidades del terreno que obligan al escurrimiento a confluir y difluir constantemente, lo cual exige del material superficial una mayor impermeabilidad y en consecuencia una granulometría principalmente fina; no obstante en ambos casos, los materiales superficiales se hallan saturados. Las acciones morfogenéticas ligadas a estas formas de relieve generan procesos erosión areolar, que se traducen en la disminución de volumen del relieve afectado, como consecuencia de la pérdida por arranque, remoción o transporte de materiales detríticos superficiales sueltos y finos que han sido puestos en movimiento por la esorrentía difusa o laminar. Estas acciones morfogenéticas suelen ser importantes, sin embargo a menudo resultan siendo imperceptibles a la observación humana, nos percatamos de su magnitud, sin embargo cuando observamos los acentuados procesos de colmatación lacustre como los que se pueden observar en el fondo de valle plano del río Garhuasanta, (Véase Foto N° 6).

El escurrimiento hídrico superficial por arroyamiento concentrado ocurre como consecuencia de la rápida concentración del escurrimiento difuso o laminar a lo largo de ejes lineales en la vertiente y a veces incrementada por

confluencias simultáneas, niveles a partir de los cuales su acción morfogenética se hace visible, dando lugar a procesos en los cuales se produce el arranque y profundización de los lechos, en ellos predomina entonces, la extracción lateral y lineal de materiales tanto finos como gruesos, así como el transporte de los mismos, que se observan en surcos y cárcavas que disectan la vertiente siguiendo generalmente la pendiente de la misma, como son los que se observan en los flancos medios de ambas márgenes de la artesa del río Garhuasanta.

Las acciones torrenciales devienen de la intensificación y violencia de cada una de las fases antes descritas, tienen como ya se dijo antes, una gran importancia morfológica en el verano (de enero a marzo), en esta época del año los procesos de escurrimiento hídrico superficial de tipo torrencial se intensifican notablemente, provocados por aguaceros breves pero violentos, luego de una larga estación seca que naturalmente mengua la cobertura vegetal y por tanto su papel protectorio, condiciones notables en particular de esta parte de Caylloma, debido a la influencia del borde sur de la Convergencia Intertropical combinada con los mecanismos orográficos, cuyas características y condiciones causales que ya se explicaron anteriormente, provocando precisamente lluvias torrenciales, que desempeñan un importante rol morfogenético y morfodinámico ya que, las aguas provenientes de estas lluvias torrenciales, escurren sobre vertientes con fuertes pendientes, abundante material detrítico en superficie y escasa a nula cobertura vegetal protectoria debido a la larga estación seca (abril a noviembre); una litología superficial predominantemente deleznable constituida por tobas, en consecuencia el material suelto emplazado en superficies con fuertes pendientes es arrastrado, su transporte, y finalmente, la sedimentación del material acarreado se traducen en la construcción de abanicos y conos de deyección que se edifican hacia el fondo de valle como lógica consecuencia de

la pérdida de la capacidad de carga y competencia del flujo torrencial debido a la disminución de la velocidad al disminuir la pendiente, se inicia así, el proceso de deposición para alimentar de materiales y formar así los conos y abanicos deyectivos que se observan principalmente en la parte central y superior de la margen derecha y en la parte central e inferior de la margen izquierda del fondo de valle del río Garhuasanta.

Los procesos torrenciales, arrastran también materiales detríticos que recubren gran parte de las paredes laterales de ambas márgenes del valle glaciar del río Garhuasanta., recubiertos inclusive por morrenas laterales especialmente en los sectores medio y bajo del valle glaciar del río Garhuasanta, son evidencias de esta acción los abanicos y conos deyectivos de tipo torrencial que se observan en este sector, los mismos que se caracterizan por presentar una granulometría variada con abundantes clastos y guijarros de angulosos a subangulosos, englobados en abundante matriz fina proveniente de las tobas.

La magnitud de estos procesos de escurrimiento superficial y de procesos torrenciales constituyen procesos morfodinámicos localizados, frecuentes pero estacionales y atendiendo al grado de intensidad se les puede calificar como de ligeros a moderados.

C.- Las acciones fluviales.-

Las acciones fluviales están presididas por el río Garhuasanta el cual presenta un régimen regular durante el año, con un caudal de 168.6 l/s., a 4,799

msnm. con una anchura de 2.75 m. y una temperatura de 1°C (datos tomados por B. Jansky) por encima de la confluencia con el río Sillanque que recibe las aguas del río Ccaccansa y este a su vez las de la quebrada Apacheta. Una vez que recibe las aguas de la quebrada Calomorco.

Los procesos fluviales traducidos en formas de relieve se dan como resultado de las acciones del río Garhuasanta a lo largo de su propio eje fluvial, naturalmente gobernados o influenciados de manera muy importante por las características particulares del escurrimiento hídrico en las vertientes de la cuenca, especialmente relacionados con el aporte de agua, a la carga de sedimentos, fluctuaciones del nivel hídrico y del caudal, entre los principales, del río Garhuasanta.

Las huellas del trabajo fluvial como es natural se refleja en el fondo de valle, en donde, es responsable de un lado, de la acumulación de material fino de las superficies aluviales planas una de cuyas consecuencias importantes es la colmatación lacustre y de otro lado, de las disecciones que produce en dichos materiales. Las disecciones son incisiones de patrón anastomosado, a veces trezado, a veces meándrico en el que se inscribe el curso principal en el fondo de valle. Estos patrones se hacen más evidentes, hasta cierto punto, cuando la pendiente disminuye. Las pendientes que se observan van de planas a ligeramente inclinadas. Los patrones trezados se dan sobre todo en los orígenes del río Garhuasanta tanto en el alimentador derecho como en el izquierdo, en los cuales predomina el transporte de materiales finos arcillas, limos y arena, mientras que el modelado de disección meándrico y anastomosado se produce en los fondos de valle plano en donde predomina la deposición del material fino,

en estrecha colaboración con los procesos de hielo deshielo frecuente, traduciéndose en estrechos y profundos cauces de paredes perpendiculares e incluso cóncavos hacia el río que ya han sido explicados en detalle cuando tocó explicar los procesos periglaciares.

D.- Las acciones biológicas.-

Tratándose de un ambiente dominado por un clima frío, con procesos periglaciares generalizados y con una acentuada sequía, las acciones biológicas que implican el desarrollo de plantas y de animales están fuertemente limitadas, mas su papel no debe ser soslayado, en especial en su contribución al modelado del relieve, en este sentido, la cobertura vegetal desempeña un importante papel protector del relieve, atenuando las acciones periglaciares y a los agentes de meteorización.

En el fondo de valle del río Garhuasanta, así como en los oconales de pie de vertiente, las acciones de los animales, principalmente camélidos, contribuyen de una manera limitada a la restitución de la fertilidad del suelo, ya que de un lado la descomposición del nitrógeno del excremento de los animales es muy lenta debido a las bajas temperaturas y por otro lado, los animales duermen durante la noche confinados en corrales cerrados y a menudo sus restos son usados como combustible, lo que rompe el ciclo natural trayendo como consecuencia un gradual empobrecimiento del territorio que va paralelo al incremento de la susceptibilidad a la degradación por intervención humana.

El papel protector del medio natural que desarrolla la vegetación es muy importante, entre ellas destacan especialmente, las denominadas champa (*Distichia muscoides*), ichu (*Stipa obtusa*), sora (*Calamagrostis eminens*), Chilhuar (*Festuca ortophilla*) capaces de absorber grandes cantidades de agua, a la par ser alimento para una gran número de camélidos, el papel protectoro afrente a la erosión, propicia la acumulación de materia orgánica que pueden alcanzar hasta la decena de metros de espesor. Hay que agregar los arbustos utilizados como combustible tales como la tola (*Lepidophyllum rigidum*), planta resinosa de unos 40 a 50cm. de altura y arde aún verde; la yareta (*Azorella yareta*), la misma que bajo mecanismos muy interesantes de adaptación y supervivencia, guarda energía conformando potentes acumulaciones de ramillas y hojas en forma de gigantes almohadas de hasta varios metros de altura, constituyen semiesferas verdes muy compactas adheridas fuertemente al suelo y que le da además eficiencia en la asimilación fotosintética, por todo ello estas yaretas se logran desarrollar inclusive por encima los 4,800 msnm.

Condiciones contrarias al equilibrio natural del área de estudio introduce la actividad ganadera a través de malas prácticas como el sobre pastoreo, en especial cuando éste va acompañado de prácticas negativas al medio natural como la quema de los pastizales, con el único objeto de posibilitar el retoño de brotes frescos, seguido de la tala de arbustos para combustible, de las cuales las principales son: la tola (*Lepidophyllum rigidum*) yareta (*Azorella yareta*), son también importantes las acciones mecánicas de remoción del material superficial suelto por el pisoteo del ganado, que pasa a un grado severo cuando hay sobrepastoreo. Estas malas prácticas en conjunto constituyen un proceso que

afecta seriamente la riqueza de la composición florística natural propiciando la instalación en él especies más rudas y resistentes, a consecuencia de lo cual se produce un gradual empobrecimiento, seguido de la degradación en el pastizal. Paralelamente afectan también las características protectivas de la cobertura vegetal ya que al originar claros en la vegetación, deja expuesto el suelo a las acciones periglaciares (de hielo deshielo), al escurrimiento superficial en sus distintas modalidades, a las acciones eólicas etc. haciendo más activos los procesos morfodinámicos que encaminan al medio natural hacia su deterioro generalizado . El proceso descrito muestra evidencias más claras en las vertientes en las cuales existe un mayor grado de susceptibilidad a los procesos erosivos en las que además las condiciones de supervivencia son más severas y en consecuencia, la vegetación herbácea (gramíneas como: stipa, poa, y calamagostis) es muy escasa o no existe.

E.- Los procesos eólicos.-

Los vientos en el valle glaciar del río Garhuasanta, tienen una dinámica bastante definida. El patrón más notable del accionar eólico del valle glaciar Garhuasanta, deviene de su ritmo y frecuencia diario, que a su vez es resultado del desigual calentamiento que experimenta la cuenca, en las mañanas y en las tardes y noches. En las mañanas los primeros rayos solares iluminan sobre las vertientes más altas de la montaña, lo que se traduce en más calor, en consecuencia el aire de estos sectores se calienta más que las partes bajas, haciendo que el gradiente de presión se dirija hacia la montaña y en

consecuencia hacia allá se desplazan los vientos durante estas primeras horas del día, por lo cual adoptan el nombre de vientos de valle; debido a que el aire cálido es el que se desplaza, se aprecia una relativa calma en las partes bajas de los fondos de valle. El cuadro se invierte a partir de las primeras horas de la tarde, dado a que los fondos de valle reciben una mayor cantidad de radiación solar, que se traduce en una mayor acumulación de energía calorífica que le da inestabilidad a la atmósfera cercana, el resultado es que el gradiente bórico se invierte dirigiéndose ahora hacia el valle y hacia allí bajan las masas de aire enfriadas por irradiación desde las partes altas de las montañas, a estos vientos se le denomina vientos de montaña. Los vientos de montaña se caracterizan por ser muy fríos y secos además son mucho más acentuados, a estos vientos se les conoce también como heladas y sólo cesan con la llegada de los primeros rayos solares.

Las acciones eólicas tienen incidencia en el modelado del relieve, tanto directa como indirecta. En lo que respecta a las acciones directas del viento nos referimos a su papel como agente erosivo corrasivo, de transporte y de acumulación, en estos aspectos el viento en el área, desempeña ciertamente un papel morfológico secundario, pero nada despreciable, los resultados de sus acciones como el tapizado de material grueso, como las superficies que se observan en la divisoria con la quebrada Sillanque. Así mismo, dentro de estas acciones directas del viento se ha observado que éstos, excavan en las paredes rocosas de los escarpes de las andesitas creando oquedades, producto de la acción de aspersión circular como los que ocurren por ejemplo en el escarpe la cabecera del valle glaciar Garhuasanta; actúan también, facilitando eventualmente la caída de los bloques andesíticos emplazados sobre las tobas,

colaborando al trabajo de la esorrentía y la exudación lo que se observa especialmente de la margen derecha del río Garhuasanta.

En lo que respecta a las acciones indirectas, el viento actúa como factor condicionante del modelado del relieve, desempeña un papel muy importante por cuanto genera condiciones de diferenciación en los factores de erosión, tal es el caso como en la densidad y desarrollo de la cobertura vegetal existente entre las vertientes expuestas a barlovento comparadas con las de a sotavento, la razón es simple, éstos vientos helados y secos no sólo provocan con sus bajas temperaturas la inhibición de la actividad biológica de las plantas, sino que también, provocan una mayor evapotranspiración, lo cual incrementa el ya fuerte déficit de agua en el suelo disminuyendo aún más su disponibilidad para las plantas, eliminándolas de esta manera en muchos sectores de las vertientes a barlovento creando notables claros de suelo desnudo iniciándose así los procesos erosivos, a menudo incrementadas notablemente allí en donde el sobrepastoreo ha sido intenso, un ejemplo de estos casos se puede observar en la divisoria de la margen izquierda de la artesa Garhuasanta.

Tanto vientos de valle como vientos de montaña actúan durante todo el año, no obstante, sus acciones en invierno son mucho más rudas y más intensas, ya que están gobernadas en esta estación por las diferencias barométricas mucho más amplias que en la estación de verano.

7. 2. CUENCA DE LA QUEBRADA APACHETA

La cuenca de la quebrada Apacheta ocupa un área de 14.7 km^2 de extensión constituyendo el 26.7% algo más de la cuarta parte del área total de estudio, (Véase Cuadro N° 2) en consecuencia, es la segunda cuenca en extensión de entre las cuencas que integran el sistema hidrográfico que origina el río Amazonas.

El eje de drenaje de la cuenca hidrográfica Apacheta está constituido por la quebrada del mismo nombre, cuyo origen está a 5169 msnm., hasta su confluencia con el río Ccaccansa. El talweg de la quebrada Apacheta desarrolla un perfil longitudinal de considerable uniformidad y sin cambios de dirección bruscos ni rupturas de pendiente importantes, excepto cerca de la confluencia con el río Ccaccansa (Véase Perfil longitudinal de la quebrada Apacheta. Gráfico N° 3) .

Por otro lado, se trata de un curso fluvial de Tercer orden, según el análisis de Jerarquización de la red fluvial de las cuencas que da origen al río Amazonas, lo cual resulta siendo de un lado, una categoría más alta que la cuenca del río Garhuasanta y Ccaccansa y de otro, una categoría

PERFIL TRANSVERSAL DE LA
QUEBRADA APACHETA A- A'

que la cuenca ~~Sillanque como puede verse~~ en color verde claro en el
a de Orden del Sis amazonas.

Las aguas de Insa y Sillanque, tienen un
caudal de 205.9 l/s¹⁷, con un ancho de 2.2 m. a 4788 msnm, este valor ha sido

¹⁷ Medición hecha por B. Jansky 2000

tomados unos metros aguas arriba de su punto de confluencia con las aguas del río Garhuasanta, de lo que un valor estimado para la quebrada Apacheta es 78 l/s, para el río Ccaccansa 92 l/s y para la quebrada Sillanque 36 l/s , y lo más significativo es que el río Calomorco tributario de la quebrada Apacheta por la margen izquierda tiene un régimen hidrológico regular durante el año y es responsable que la quebrada Apacheta desde el punto de confluencia con el río Calomorco tenga flujo hídrico regular durante el año.

En la cuenca de la quebrada Apacheta, discurre la quebrada del mismo nombre, presentando su tramo superior de régimen hidrológico estacional, ya que en los meses más secos del invierno su lecho se halla seco, debido a entre otras, la escasa extensión del circo glaciar, la reducida extensión de sus glaciares, la reducida capacidad de almacenar agua de turberas y oconales que se emplazan en el estrecho fondo de valle, razones por la cuales se da una pobre alimentación, traducido en escasos volúmenes de aguas que alimenta a la red hidrográfica en este tramo superior, esta condición alcanza su expresión más dramática en las épocas en las que la variabilidad de las precipitaciones con sus anomalías notables propicia condiciones de sequía extremas más que en ninguna otra cuenca.

El río Calomorco, considerado como subsidiario de la quebrada Apacheta, sin embargo aporta aguas permanentes a la quebrada Apacheta, desempeñando un papel muy importante al asegurar su regularidad hidrológica a partir de dicha confluencia ubicada a unos 500m. aguas abajo de la comarca denominada Calomorco.

Es también pertinente, anotar que la quebrada Apacheta, tiene una gran importancia como eje geoeconómico de la zona, ya que desde hace muchas décadas o cientos de años constituye eje de la comunicación entre los pueblos de la cuenca del río Colca y en especial el pueblo de Madrigal y Lari, con la antigua capital de la provincia de Caylloma, a través de un antiguo e importante camino de herradura, que recorre prácticamente todo el fondo de valle de la quebrada Apacheta, hoy usado aún intensivamente, no obstante, que a esta zona se accede también desde Caylloma y a éste por carretera desde Chivay. La importancia hidrológica, en nuestro entender es notablemente menor, ya que se trata de un curso de régimen irregular o estacional con tendencia a acentuarse en esta condición con el tiempo, característica que se observa hasta su confluencia con el río Calomorco, el mismo que por error figura como Calomoroco en la hoja de la Carta Nacional a Escala 1:100,000 correspondiente a Caylloma.

6. 2. 1. LAS FORMAS DEL RELIEVE DE LA QUEBRADA APACHETA

Las formas del relieve más importantes de la cuenca de la quebrada Apacheta han sido modeladas principalmente por los glaciares, durante el Pleistoceno y Holoceno, a partir de un relieve preexistente tectónico-volcánico; los glaciares constituyen en los fenómenos geomorfológicos y geográficos más importantes de los Andes altos tropicales del sur peruano y en particular los del área de estudio. Las formas del relieve que se distinguen en esta cuenca son:

A.- El Circo Glaciar Apacheta y el circo glaciar Calomorco.-

La cuenca de la quebrada Apacheta está coronada por dos circos glaciares activos: el circo glaciar Apacheta y el circo glaciar Calomorco.

El circo glaciar Apacheta, tiene carácter de circo glaciar activo, no obstante, presenta signos evidentes que lo encaminan hacia su acelerada extinción. Su cima presenta una línea de crestas cubiertas de masas glaciares discontinuas o collados glaciarios, encontrándose una mayor acumulación de masa glaciar hacia el extremo sur de la cuenca en el sector del nevado Quehuisha, y en el extremo sur oeste de la cuenca se halla la otra cresta nevada a 5,318 msnm, en el sector central del circo se observa el collado glaciar ya que la masa glaciar se ha extinguido dando lugar el paso o abra denominado Apacheta a 5160 msnm . Como característica saltante cabe anotar que los glaciares reposan sobre afloramientos rocosos constituidos de coladas andesíticas los cuales sobreyacen a espesos bancos de tobas deleznales. (Véase Fotografía N° 9)

Las cimas del circo glaciar Apacheta constituyen la divisoria de aguas continentales por el lado Sur y sur oeste, la cual queda interrumpida de glaciares en el sector del paso o abra llamado Apacheta, a 5160 msnm. que es además, el punto más bajo de la divisoria de aguas continentales de todo el sistema de cuencas que originan el Amazonas, además de su posición estratégica, características físico naturales utilizadas magistralmente por los antiguos peruanos para trazar por allí una vía de acceso al valle del río Colca. Este circo glaciar por sus escasas áreas cubiertas de glaciar permanente, y debido a las

escasa fuentes de alimentación, nos permite considerarla como la primera en proceso de extinción para este proceso se emplea también el término fosilización entendido de su extinción como glaciar vivo, extensión zonal que caracteriza un horizonte particular, y están restringidas a un período determinado de tiempo¹⁸. (Véase Fotografía N° 7 y 9).

El circo glaciar Calomorco, posee el carácter de circo glaciar activo, de proporciones mayores que el circo glaciar Apacheta, en el que se observa el emplazamiento de una masa glaciar mayor hacia el lado sur oeste, seguido de la masa glaciar emplazado hacia el lado norte oeste limitando con la cuenca del río Ccaccansa, mientras que en el sector intermedio del circo se halla desprovista de masa glaciar al presentarse un collado a altitudes cercanas a los 5200 msnm., en el sector que al mismo tiempo constituye la parte central del circo glaciar Calomorco, coincidiendo así mismo, con las nacientes del río del mismo nombre. Los glaciares que coronan este circo glaciar reposan sobre coladas andesíticas los cuales sobre yacen sobre espesos bancos de tobas deleznales, los cuales afloran en especial en la zona desprovista de glaciar, no obstante, este circo glaciar activo tiene un importante papel al ser la fuente de alimentación hídrica mediante procesos de fusión glaciar, asegurando el caudal permanente del río Calomorco, que es tributario de la quebrada Apacheta.

B.- La artesa glacial Apacheta.-

La artesa o valle glacial Apacheta, es una depresión disimétrica que nace a partir del circo glacial que se emplaza en los pies de la extremidad occidental del

¹⁸ Diccionario de Geología D. Whitten y J. Brooks. Ed Alianza Diccionarios Madrid 1980

nevado Quehuisha, el valle glaciar presenta una artesa de proporciones moderadas, con una profundidad de entre 300 a 400 m. La artesa o valle glaciar Apacheta presenta una forma alargada, con características notablemente disimétricas, ya que por la margen derecha se halla flanqueada por una pared regular y abrupta, mientras que la vertiente por la margen izquierda se muestra como una vertiente más extendida y por tanto de pendientes menores, en esta vertiente un rasgo particular lo da la artesa glaciar colgada Calomorco, en su porción inferior izquierda. (Véase fotografía N° 11, el Perfil Transversal de la quebrada Apacheta y el Mapa Geomorfológico).

El carácter escarpado de la margen derecha se debe a la presencia en sus cimas culminantes de una superficie estructural, compuesto por coladas andesíticas de la formación Barroso la misma que, dada su coherencia, determina en sus bordes un escarpe a manera de repisa que flanquea la artesa casi en todo lo largo. Este escarpe es el frente, a partir del cual se desprenden los bloques y fragmentos rocosos dispersos que conjuntamente con el material fino procedente de las tobas que infrayacen a las andesitas, se encuentran recubriendo las vertientes medias y altas mientras que conos y taludes de derrubios se encuentran recubriendo principalmente las porciones inferiores de las empinadas vertientes de la margen derecha, sepultando en gran parte formas de relieve pre existente adheridas o contiguas a la pared de la artesa, tales como las morrenas laterales, un ejemplo de ello lo observamos en el cerro Huishcahuishca .

La artesa glaciar de Calomorco, con una orientación SO-NE, presenta de manera semejante a la artesa glaciar Apacheta, un perfil transversal con una notable disimetría, presentando su margen izquierda escarpada y la margen

derecha con pendientes más moderadas, sin embargo en ambos casos se hallan coronados de coladas andesíticas cuyas superficies estructurales planas, se encuentran más disturbadas y por tanto se observan con menos claridad. Las coladas andesíticas que se pueden observar, reposan como en los otros casos sobre tobas deleznales. Esta artesa durante el auge glacial ha construido, en su sección terminal y confluencia con la quebrada Apacheta, potentes acumulaciones morrénicas, las cuales posteriormente son fuertemente disectadas por el drenaje del río Calomorco y sus numerosos brazos, en las cercanías del paraje del mismo nombre.

C.- Fondo de Valle de la quebrada Apacheta.-

El fondo de valle de la quebrada Apacheta presenta variadas características, alberga tanto amplias superficies planas a onduladas en la parte baja (Véase fotografía N°12 de la Pág. 94) como pequeñas, angostas y discontinuas superficies de fuerte a onduladas en las partes medias y altas. Todas estas porciones de fondo de valle, presentan gruesas acumulaciones de turberas y oconales los mismos que se encuentran colonizados por una densa cobertura vegetal herbácea interrumpidos sólo por profundas disecciones que prácticamente las cortan. Algunas y oconales de considerables extensiones de las partes bajas originan afloramientos de ojos de agua generalmente importantes en las estaciones secas ocupando sectores localizados y discontinuos de las partes bajas de



91

fotos 7 8

+



las vertientes y contiguas al fondo de valle y abarcando extensiones más reducidas cuanto más extrema es la sequía que experimenta la zona. (Véase Fotografía N° 11) . La estrechez del fondo de valle queda agravada por el suministro de abundante material detrítico proveniente de la vertiente derecha como resultado de los procesos de gelifracción, que determinan la presencia de acumulaciones de taludes y conos de derrubios que no solamente recubren sectores del borde derecho del fondo de valle, sino que, en algunos casos, obliteran el fondo de valle.

El fondo de valle de la quebrada Apacheta que se caracteriza por tener una pendiente longitudinal desde baja a fuertes pendientes, no obstante, el perfil longitudinal bastante uniforme, ya que no muestra rupturas de pendiente notables, excepto de la que aparece cerca de la desembocadura con el río Ccaccansa. (Véase Perfil longitudinal y transversal en la Pág. 84) . Esta característica del perfil longitudinal imprime al drenaje una mayor velocidad lo que por consiguiente constituye una de las causas de mayor eficiencia en el trabajo de incisión lineal a lo largo del cauce de la quebrada de Apacheta, evidenciado en lechos a veces trenzados, notablemente profundos en especial en el sector alto de la cuenca. (Véase fotografías N° 9 y 12) . Este último aspecto es menos notable en los demás fondos de valle observados .

El fondo de valle de la quebrada Apacheta, presenta además dos sectores de superficies planas a onduladas que se pueden distinguir: la primera en la parte media del valle, de 10 Has aproximadamente, con una pendiente de 4 a 8° de inclinación, constituyendo turberas rica en materia orgánica y al mismo tiempo

cubiertas por una espesa cobertura herbácea desempeñándose como importantes reservas de agua. La segunda de

unas 15 Has de extensión aproximadamente, se emplaza aguas debajo de la morrena frontal Calomorco, como característica más saltante es que está limitada por su parte inferior por una ruptura de pendiente determinada por una colada de andesitas responsable de la configuración y formación de esta planicie, cuyo basamento está compuesto por abundantes materiales fluvioglaciares y materiales volcánicos finos dando lugar a inversiones edáficas, comunes en este tipo de ambiente; por encima se hallan sectores con una concentración orgánica rica en humus, colonizada por una densa cobertura vegetal compuesta principalmente por herbáceas predominando gramíneas (*stipa*, *poa* y *calamagrostis*) . Los sectores de fondo de valle en el sector superior presentan proporciones más reducidas pero con mayores pendientes, con menos materiales húmicos y por lo tanto cobertura vegetal menos densa, en el que se observa claros en la cobertura vegetal y un drenaje trenzado. (Véase fotografías 9 y 10).

El fondo de valle del río Calomorco es aún más estrecho que el de la quebrada Apacheta especialmente a lo largo de los dos tercios superiores del curso fluvial del mismo nombre, el tercio inferior restante se emplaza en la parte baja en la cual se hallan extensiones más amplias de turberas, y oconales recubriendo las vertientes bajas de las morrenas que cierran el valle, en donde además tienen lugar el nacimiento de numerosos ojos de agua que logran subsistir aún a la estación seca mas persistente presente en algunos inviernos,

por lo tanto constituyen una fuente de alimentación hídrica del río Calomorco tributario por la izquierda de la quebrada Apacheta (Véase Fotografía N° 12).

7.2.2. LOS PROCESOS MORFOGENETICOS Y MORFODINÁMICOS EN LA CUENCA DE LA QUEBRADA APACHETA.

7.2.2.1. Los procesos y formas de relieve heredados

A.- El relieve postorogénico.-

El relieve montañoso de la cuenca Apacheta, obedece a la actividad tecto-orogénica regional, que el área experimenta a principios del Pleistoceno, movimientos tectónicos acompañados de erupciones volcánicas y luego emplazamientos de lavas cuyas evidencias se observan en el sector más empinado del circo glaciar activo de la cuenca cubierta de glaciares permanentes del nevado Quehuisha, Ccaccansa, entre otros, a los que los movimientos tectónicos han puesto alturas superiores inclusive a las que posee actualmente.

Este relieve montañoso volcánico se configura como componente de la pared interna por el sector sur de la gran caldera emplazada en la zona de Caylloma, corroborada por el hecho de observarse una red hidrográfica que describe un nítido patrón centrípeto y, por otro, formas del relieve en terraplenes o superficies estructurales determinados por mantos coherentes andesíticos emplazados sobre deposiciones volcánicas deleznales de tobas, generando con

frecuencia colapsos o desprendimientos; en la cuenca de la quebrada Apacheta se observa tres de estos colapsos o desprendimientos en paquete, correlacionables probablemente tanto con la propia actividad volcánica como con las glaciaciones y procesos erosivos posteriores.

Una forma estructural heredada digna de anotar, el paquete de coladas andesíticas de la formación Barroso ya descrita antes, emplazado sobre materiales compuestos de tobas volcánicas, que flanquea la parte superior de la vertiente lateral derecha de la artesa Apacheta, que se correlaciona con las coladas andesíticas de la misma formación, dejadas como testigo de la erosión remontante, recubiertas, al mismo tiempo en algunos otros sectores en sus porciones inferiores por materiales detríticos conformando taludes de derrubio, de coluviales y de periglaciares, mientras en su parte superior se hallan cubiertos de abundantes materiales gelifractados que cubren la formación en forma abundante.

De igual manera, una forma de relieve estructural heredada a los procesos erosivos actuales digna de anotar, es el banco de coladas volcánicas andesíticas que afloran en la parte inferior del fondo de valle Apacheta, determinando una importante ruptura de pendiente de proporciones moderadas que se hacen evidentes al acelerar notablemente la corriente de las aguas de la quebrada Apacheta, justo aguas arriba de la confluencia por la margen izquierda con el del río Ccaccansa .

B.- Las glaciaciones.-

Las glaciaciones que han actuado en el área de estudio han dejado evidencias principalmente en el valle glaciar Apacheta, como por ejemplo, la presencia de depósitos glaciarios constituidos durante y después del avance glaciar, de los cuales, los que se observan en forma directa y de fácil identificación son las morrenas, que son al mismo tiempo, indicadoras del clima de hielo que imperó bordeando y por encima de los 4800 msnm., así como también, podemos deducir el importante papel desempeñado en la estructuración del relieve de esta área.

Las formas de relieve glaciarios que observamos han sido trabajadas sin duda por glaciares de montaña, condiciones en las cuales, el glaciar se comporta como un flujo glaciar, encajado en el fondo de valle Apacheta, ayudado en su descenso tanto por gravedad como por la magnitud de una considerable masa glaciar que depende evidentemente del clima y que se aloja tanto en el circo glaciar Apacheta como en el circo glaciar Calomorco actuando como alimentadores.

Las formas de relieve modeladas por los glaciares y observadas en la artesa glaciar Apacheta son formas de relieve heredadas y evidencias del trabajo de modelado de un clima de hielo que hoy, ya no actúa .

Estas fases glaciarias que pueden distinguirse son dos, las mismas que se desprenden de los correspondientes cordones morrénicos que correlacionamos, cordones morrénicos que podemos observarlos en el Mapa Geomorfológico adjunto al presente, y que pasamos a describir:

El primer y más antiguo auge glaciar del área, se halla inmediatamente aguas arriba de la confluencia con el río Ccaccansa, coincidiendo también con la superficie estructural plana que provoca una notable ruptura de pendiente en el perfil longitudinal de la quebrada Apacheta, en este punto, es reconocible de manera nítida la correspondiente morrena central por la margen izquierda, la misma que puede observarse en la fotografía N° 13. La morrena frontal respectiva ha sido destruida, y por lo tanto no se observa hacia el norte del cerro Huishcahuishca, mientras que el sector derecho de la morena sólo es reconocible en ciertos sectores ya que en la mayor parte ha sido recubierta con abundante material detrítico que conforman amplios taludes de derrubios procedentes de las vertientes altas de los borde occidentales del cerro Huishcahuishca.

El segundo auge glaciar, más moderno evidenciadas por la morrena que aparece de manera nítida el sector seguido a aguas arriba del río Calomorco, debemos dejar nota que las morrenas laterales coetáneas correspondientes a esta fase, sólo son observables en algunos sectores principalmente de la margen izquierda y en su porción más inferior, ya que la mayor parte de su extensión, tal como ocurre con las morrenas laterales más antiguas, ambas han sido recubiertas por depósitos laterales recubriéndola total o parcialmente.

Estas glaciaciones han sido conocidas por el antiguo hombre peruano, sus incidencias, han sido de gran importancia, sobre todo debido al desarrollo humano de actividades de supervivencia y al logro de una gran adaptación como ser viviente a estas rigurosas condiciones.

7. 2. 2. 2. Los procesos morfogenéticos y morfodinámicos actuales en

la cuenca de la quebrada Apacheta:

Dentro de los procesos morfogenéticos y morfodinámicos actuales de la cuenca de la Quebrada Apacheta, podemos considerar en orden de importancia a los siguientes: los procesos glaciares y periglaciares, el escurrimiento hídrico superficial, las acciones biológicas y acciones antrópicas.

A.- Los procesos glaciares y periglaciares.-

Los procesos glaciares se reducen a las acciones que ejerce directamente el hielo de los glaciares del nevado Quehuisha y Calomorco, mismos que se hallan en franco proceso de ablación y retroceso.

Los procesos periglaciares en la cuenca de la Quebrada Apacheta, son aquellos generados por las acciones diarias y alternadas del hielo-deshielo, impuesto por el clima frío de montaña tropical.

Estos procesos son los más generalizados y frecuentes del área, generalizados porque actúan en todo el área y frecuentes porque se producen todos los días del año, por lo que constituyen los procesos más activos y eficientes del área. Las evidencias de las acciones periglaciares se observa en todo el área de estudio, a través de sus manifestaciones que resultan más espectaculares cuando se trata de materiales coherentes de las superficies estructurales, son igualmente importantes en las zonas de las vertientes y en especial en los fondos de valle plano a ondulado en las cuales hay una mayor provisión de agua, aún cuando el agua propicie la mejor cobertura protectora del suelo y el proceso periglaciario puede verse disminuido en su intensidad

notablemente sin que ello signifique su minimización ni mucho menos su desaparición, tal como ocurre en los fondos de valle con pastizales.

Por otro lado en las zonas menos protegidas por la vegetación y en rocas coherentes como las andesitas el proceso periglacial muestra la eficiencia de sus acciones a través de amplias acumulaciones de derrubios angulosos productos de la gelifracción cubriendo amplios sectores de las vertientes y de sectores altos de los fondos de valle (Véase Fotografías 7 y 8) . Debido al ritmo de su actividad diaria y a la intensidad y eficacia en la producción de material detrítico en las vertientes aparecen como imperceptibles a la vista humana dándonos la impresión de una aparente inmovilidad.

Hay que dejar establecido, de otro lado, que si bien los procesos periglaciares que actúan en el área de estudio trabajan durante todos los días del año, la intensidad y la eficacia de su accionar está lejos de ser constante o uniforme a lo largo del año, en consecuencia se hacen perceptibles estos ritmos y modalidades en la eficacia morfológica y morfodinámica sobre el relieve.

El proceso periglacial exige para su incidencia ciertas condiciones indispensables, tales son, entre los principales: la suficiente provisión de agua y alternancia temperaturas negativas y positivas. A partir de las primeras horas de la tarde, la temperatura, como ya se explicó, cae muy rápidamente, intensificándose en horas de la noche prosiguiendo el enfriamiento hasta alrededor de las 7 de la mañana, hora en la que se registran las temperaturas mínimas extremas, la consecuencia es el congelamiento del agua alojado en las fisuras de las rocas coherentes sobre las cuales ejercen enormes presiones fracturando y astillando las rocas siendo las mas susceptibles las coladas

andesíticas; el proceso periglaciario, es sin embargo, menos eficiente cuando actúa sobre materiales detríticos sueltos aún cuando sean porosos, tal como ocurre en las tobas o en las morrenas. Con la llegada de los primeros rayos solares se inicia el proceso inverso, el del descongelamiento del hielo en las fisuras de las rocas o en los intersticios porosos de los materiales sueltos lo que igualmente remueve todo el conjunto de materiales de los principalmente emplazados en las vertientes siendo más eficaces en los materiales gruesos, los cuales adicionalmente manifiestan un movimiento individual paralelo al movimiento que se observa en el conjunto, a estos procesos de movimiento en masa de los denomina también reptación.

De esta manera, que el proceso periglaciario muestra un ciclo casi cerrado el mismo que depende del ciclo térmico diario que, en general constituye patrón durante todo el año, diferenciado sin embargo, por las características estacionales del invierno y del verano. En el invierno las temperaturas por debajo de cero grados son mucho más intensas, no obstante, la intensidad y los efectos de los procesos periglaciares no tienen la misma relación y mas bien disminuyen notablemente, debido a que, las bajas temperaturas coinciden con la estación de sequía que genera un gran déficit de agua en vastos sectores de las vertientes que se hallan secas, sin que ello signifique que no estén afectados de procesos periglaciares; aún con la escasa cantidad de humedad atmosférica pueden darse acciones periglaciares debido al aporte de agua del rocío, a las excepcionales precipitaciones. En el verano, las temperaturas son más agradables en el día, pero siguen siendo negativas en las noches, a lo que hay que agregar un mayor suministro de agua en el terreno producto de las precipitaciones diarias de esta época que rellena las fisuras de las rocas y los espacios porosos tanto de los materiales detríticos superficiales y de los suelos,

favoreciendo el proceso de gelifracción más activamente ya que, el agua resulta entonces elemento indispensable para que el proceso sea eficiente .

Por otro lado, los procesos periglaciares muestran un grado máximo de eficacia con la presencia de ciertos elementos y factores concurrentes como materiales coherentes y fisurados, tal como es el caso de las andesitas fisuradas que aparecen, por ejemplo, en el escarpe que corona la vertiente Occidental del cerro Huiscahuiska, en donde, las andesitas fisuradas que se emplazan en la parte culminante de la vertiente, son objeto de la acción de intensos procesos de gelifracción, los bloques resultantes se encuentran distribuidos en forma dispersa en la vertiente, que luego ayudados por la gravedad, por la exudación, etc. continúan su descenso formando empinados taludes y conos de derrubios muy angulosos que se emplazan en los sectores medios y en los pie de vertiente. (Véase fotografía N° 11 y 12) . Nótese gelifracción intensa.

Los mecanismos de los procesos periglaciares que actúan prácticamente todo el área de estudio, son varios: Uno de los mecanismos más espectaculares y eficientes es el que actúa en las rocas andesíticas coherentes y fisuradas, principalmente las que coronan la vertiente derecha de la quebrada Apacheta y el circo glaciar tanto de la quebrada Apacheta como la del río Calomorco. El proceso ocurre cuando las aguas ocupan las fisuras, al congelarse y aumentar de volumen actúan como verdaderas cuñas, ejerciendo presión sobre las paredes internas de la fisura ocurriendo la fractura por el lado de la superficie libre de la roca con separación del fragmento anguloso de la roca madre.

A este mecanismo hay que agregar otro que aumenta aún más el grado de eficacia, es la ocurrencia del llamado efecto neumático, se presenta en las

andesitas coherentes y fisuradas, se produce cuando un volumen dado de aire es atrapado por el agua que rellena una fisura, el agua al congelarse aumenta de volumen que su vez presiona sobre el volumen de aire que actúa como una cuña, con la consiguiente fractura en clastos y guijarros angulosos. En ambos procesos antes referidos, es la producción inicial de abundantes clastos llamados gelifractos muy angulosos, como puede notarse en el origen de la quebrada Apacheta. (Véase Fotografía N° 8).

En las vertientes cubiertas de materiales gelifractados, el trabajo del hielo deshielo, da principio de modo eficaz a ciertos tipos de movimientos en masa ayudados conjuntamente por la gravedad, el mecanismo es bastante simple, al congelarse el material de la base de los guijarros y los bloques emplazados en las vertientes, aquellos son levantados en dimensiones milimétricas, luego cuando durante las mañanas al ocurrir la fusión, los guijarros y los bloques caen en forma vertical experimentando un micro salto en la vertiente y en consecuencia un cambio de posición, marcando desplazamientos en conjunto de toda la vertiente.

En los sectores en donde la modalidad del trabajo del hielo deshielo ocurre, son también, en las áreas de pendiente moderadas debido principalmente a la falta de cobertura vegetal protectora que exponen al suelo a una exposición mayor y en consecuencia a una incidencia mayor de los procesos periglaciares.

Los procesos periglaciares tienen también incidencia en los cauces y fondos de valle aledaños en los que el suministro constante de agua favorecen en este caso dichos procesos, en donde el proceso hielo deshielo origina de manera notable el ensanchamiento de la red de cauces, generalmente densa, que se

presentan en el fondo de valle de la quebrada Apacheta; así como también en los sectores bajos del pie de la morrena del río Calomorco, en donde los cauces sufren el ensanchamiento a expensas de las paredes del lecho que presenta como consecuencia del congelamiento una concavidad bastante pronunciada hacia el lecho, donde es frecuente observar interfluvios de dimensiones decimétricas o métricas con contornos redondeadas, que se hallan densamente cubiertas por una vegetación compuesta principalmente de gramíneas, cuya presencia predominante se explica por presencia constante de agua, siendo intensamente usada para el pastoreo.

En los interfluvios de las partes bajas de la artesa y en los fondos de valle planas a onduladas, el proceso periglaciario actúa intensamente y de modo generalizado sin embargo, parece poco eficaz sobre las tobas deleznales lo que explica las formas del relieve formas onduladas y suaves presentando pendientes de modeladas a bajas y que aparecen en los interfluvios de algunos sectores de la cuenca.

B.- Los procesos generados por el escurrimiento hídrico superficial y acciones torrenciales.-

Los procesos generados por el escurrimiento hídrico superficial pueden ser examinados en tres niveles: difusa o laminar, concentrada y torrencial.

Las acciones de la escorrentía superficial difusa, afecta todas las áreas de menor pendiente, correspondiente por ejemplo, a los depósitos morrénicos y a

los sectores medios de esta cuenca, que se encuentran cubiertos de abundante material suelto procedente principalmente de las tobas. El resultado más saltante es que el escurrimiento superficial difuso se concreta en el acarreo principalmente de material fino en suspensión desde las vertientes desempeñando un papel muy importante en la colmatación de las depresiones emplazadas en el fondo de valle. Este proceso deja abandonado el material grueso que es incapaz de trasladar, al mismo tiempo resulta siendo el proceso elemental y punto de inicio de procesos hídricos más avanzados.

Los procesos generados por el escurrimiento hídrico superficial concentrado en esta cuenca se consideran como localizados y esporádicos; localizados porque comparados con el área total de la cuenca afectan sectores lineales puntuales de los cauces y esporádicos porque su funcionamiento es consecuencia de las eventuales precipitaciones estacionales, observándose una mayor magnitud del proceso en las vertientes recubiertas de abundante material detrítico, con fuertes pendientes y con escasa a nula cobertura vegetal, tal como ocurre en las vertientes que descienden del cerro Hiscahuisca, en donde pese a la relativamente corta extensión de la vertiente, a cada precipitación torrencial le sigue una rápida concentración de la arroyada, la que deja en la vertiente surcos y cárcavas como resultado de la incisión, y acarreo, a lo que sigue, como efecto secundario, una sistemática caída de materiales incluyendo bloque desde ambos costados de la disección y sobre los cuales los procesos periglaciares muestran una mayor eficacia.

Los procesos torrenciales son flujos de gran capacidad erosiva por la elevada densidad de su masa. Se trata de aguas concentradas con carga sólida fina abundante englobando materiales de granulometría muy variada, los cuales

corren por canales que profundizan con facilidad para luego formar en las partes bajas, conos torrenciales por acumulación de materiales acarreados debido a la brusca disminución de la pendiente. Estos procesos ocurren principalmente durante el verano lluvioso.

C.- Las acciones biológicas.-

Las acciones biológicas están fuertemente limitadas por el clima, tal como ocurre en la cuenca del río Garhuasanta. El clima impone un ambiente en el cual reinan los procesos glaciares y periglaciares, debido a los fuertes contrastes diarios de temperaturas, sequía, heladas, etc., generando condiciones agresivas para el desarrollo de una cobertura vegetal, en el que sin embargo, ciertas especies vegetales han logrado sobrevivir desarrollando mecanismos de adaptación ingeniosos. La cobertura vegetal coloniza no obstante, sectores discontinuos del fondo de valle y sectores muy dispersos y abrigados de las vertientes de la cuenca, en donde su rol morfológico como protector del relieve, no debe ser despreciado, ya que el tapiz vegetal actúa, de un lado, restringiendo el ataque agresivo de los procesos periglaciares y de otro favoreciendo la acumulación de materiales minerales y orgánicos a través de procesos de alteración bioquímica. Las especies más importantes son la champa (*Distichia muscoides*), ichu (*Stipa obtusa*), sora (*Calamagrostis eminens*), Chilhuar (*Festuca ortophilla*), hay que agregar los arbustos utilizados como combustible tales como: La tola (*Lepidophyllum rigidum*), planta resinosa de unos 40 a 50cm. de altura; la yareta (*Azorella yareta*), siendo importantes recursos como combustibles ya que arden aún verdes, sin embargo, debido a su baja densidad cobertora su papel protector del suelo es de menor importancia.

La temperatura frecuentemente baja, es el principal factor que limita el desarrollo de la cobertura vegetal y de los organismos vivos en general, inmediatamente después, le sigue la sequía y el escaso suministro de agua al suelo los cuales vienen a constituirse en factores determinantes del limitado desarrollo biológico general y vegetal en particular ya que estos son más dependientes de las condiciones ambientales. Localmente las características del emplazamiento, la exposición, la extensión y la pendiente, de la forma del relieve, la provisión de agua, se constituyen en factores que favorecen o limitan del desarrollo vegetal.

Las condiciones favorables al desarrollo de una buena cobertura vegetal que se observan en el fondo de valle de la quebrada Apacheta en donde los oconales y turberas en alargadas e irregulares extensiones se ubican a lo largo del curso intermitente de la quebrada Apacheta, permitiendo el desarrollo de una cobertura vegetal principalmente gramínea.

Los sectores terminales de la morrena Calomorco, originan numerosos ojos de agua, en los que igualmente se observa una buena cobertura de herbáceas compuestas principalmente por gramíneas, estas se hacen menos densas y dejan de extenderse abruptamente hacia los sectores en la que se inicia las vertientes en los cuales cesa el suministro de agua y la cobertura pasa ser muy escasa, el suelo igualmente pobre y pedregoso y las condiciones del clima más rigurosas; Pese a todo ello, en algunos sectores a sotavento caracterizados por ser más abrigados, se emplazan especies vegetales muy adaptadas a las condiciones frías y secas, principalmente compuesta por especies más resistentes como: la yareta o yaretas (*Azorella yareta*) arbustos de hojas pequeñas y muy unidas de formas semiesféricas compactas con el objeto de mantener calor y al

mismo tiempo alcanzar eficiencia fotosintética máxima, aún así se desarrollan muy lentamente y se hallan en agrupamientos dispersos.

Se observan yaretas también en la vertiente izquierda del sector alto de la quebrada Apacheta, en las cuales las condiciones de supervivencia son más difíciles . (Véase fotografías N°s 9 y 10).

Pag. 109

13. Acciones antrópicas en el sector bajo y margen izquierda de la vertiente interior de la morrena del valle glaciar Apacheta. Obsérvese los “claros” de terreno debido al sobrepastoreo, la consecuencia es la mayor susceptibilidad a los agentes erosivos.

14. Acciones antrópicas ligadas al pastoreo en el “centro poblado” Calomorco sector bajo y margen izquierda de la Quebrada Apacheta. Obsérvese en primer plano un “ojo de agua” y su relación con la vegetación. El material superficial es morrénico.

D.- Las acciones antrópicas

Las acciones antrópicas son aquellas generadas por la acción humana de la cual la más relevante constituye el pastoreo y sobrepastoreo de camélidos sudamericanos principalmente, y en menor proporción de ganado lanar, estas acciones se traducen en primer lugar, por acciones mecánicas, las cuales resultan como consecuencia de un intenso pisoteo del terreno, tanto debido al sobrepastoreo como a las características trashumantes del manejo de los rebaños; al acercarse las temperaturas más agradables y menos contrastadas y también la época lluviosa, del verano, los pastizales reverdecen y se extienden hacia mayores altitudes y allí se desplaza el ganado, estos desplazamientos constantes conllevan un intenso pisoteo del terreno, pisoteo que produce material suelto y fino en la superficie, el cual es puesto a disposición de los agentes erosivos en condiciones favorables a su progresión, en especial de los agentes periglaciares, gravitacionales, hídricos, eólicos, etc.

Por otro lado, en esta época, las crecientes de los ríos y quebradas provocan una considerable mortalidad que incide sobre todo en las pequeñas crías, que frecuentemente son arrastradas por las crecientes, hay que tener en cuenta que los nacimientos de los camélidos que se producen entre enero y

marzo tienen mayores posibilidades de sobrevivir debido a las temperaturas más altas que en invierno, en esta época seca del año los pastizales aprovechables se mantienen gracias a las aguas de fusión y hacia allá produce un desplazamiento del ganado. Estos procesos naturales considerados como factores antrópicos en el modelado del relieve, ocurren entre las partes bajas y altas a lo largo del fondo de valle, tanto en la quebrada Apacheta como en el sector bajo del río Calomorco.

Cuando el sobrepastoreo alcanza un grado severo, el proceso afecta seriamente la composición florística y las características de la cobertura vegetal protectora y en consecuencia origina claros en la cobertura vegetal, dejando expuesto esas porciones de suelo desnudo a las acciones periglaciares de hielo deshielo y al escurrimiento superficial difuso y concentrado e inclusive a la acción eólica, haciendo que los suelos sean cada vez más degradados y poniendo de esta manera, más restricciones a las ya difíciles condiciones para el desarrollo de especies vegetales haciendo que se instalen en él especies más rudas, en consecuencia, ocurre un gradual empobrecimiento seguido de la degradación en el pastizal, (Véase Fotografías 13 y 14.)

7. 3. CUENCA DE LA QUEBRADA SILLANQUE

La cuenca de la quebrada Sillanque ocupa un área de 13.1 km^2 , la misma que constituye el 23.8 % del área total de estudio, siendo además, apenas 1.6

km² menor que la segunda en extensión de entre las cuencas que integran la red hidrográfica que origina el río Amazonas (Véase Cuadro N° 2)

Aún cuando, como se podrá notar la ventaja en área respecto a la segunda del sistema es muy pequeña, sin embargo, resultan notables las diferencias tanto hidrográficas como morfológicas.

En relación a la red hidrográfica la cuenca Sillanque tiene la mayor jerarquía de orden fluvial, correspondiéndole a esta cuenca el cuarto orden conforme con el Mapa de orden del sistema fluvial que origina el río Amazonas (Véase el Mapa respectivo en el que la quebrada Sillanque ha sido representada con el color amarillo claro).

En cuanto a la morfología, el relieve de la cuenca de la quebrada Sillanque está coronada en toda la longitud de sus porciones culminantes, por una colada andesítica en la que sobresale en el extremo sur occidental de la cuenca el nevado Quehuisha (5358 msnm), completándose el alineamiento más elevado de la cuenca con el otro extremo oriental con el nevado Mismi, presentando en este sector una topografía escarpada. No obstante inmediatamente por debajo del escarpe, la topografía da paso a superficies de moderadas pendientes suavizada por ondulaciones, predominando estas últimas en la parte media y baja de la cuenca, en los cuales no se observan contrastes topográficos notables, ni artesas glaciares u otras formas accidentadas, a diferencia de las demás cuencas del sistema, hecho que puede ser explicado principalmente por la preponderancia de material superficial

deleznable, lo que evidentemente no permiten la presencia de resaltes ni rupturas de pendiente que alternen con estas superficies onduladas, lo que constituye una característica particular de esta cuenca.(Véase Fotografía N° 17 y 18)

La cuenca con estas características topográficas genera una red hidrográfica compleja y que teniendo su origen en el lado norte del nevado Quehuisha a 5039 msnm, riega el talweg principal de la cuenca del mismo nombre, recibiendo especialmente por la margen derecha una serie de tributarios con tendencia a un patrón de drenaje dendrítico, característica que corresponde a una red corriendo sobre un substrato litológico superficial uniforme, ya que está compuesto principalmente de cenizas volcánicas, que prácticamente cubren todo el sector medio de la cuenca, lo que constituye otra diferencia notable si las comparamos con las otras cuencas.

Otra particularidad de la cuenca quebrada Sillanque además de presentar el mayor orden fluvial de todas las cuencas estudiadas, es que su eje principal corre de Sur a Norte hasta desembocar por la margen derecha en las aguas del río Ccaccansa-Apacheta. (Véase Fotografía N° 17)

7.3. 1. LAS FORMAS DEL RELIEVE DE LA QUEBRADA SILLANQUE

Las formas de relieve que observamos directamente en la cuenca de la quebrada Sillanque, es el resultado sintético, de las acciones de procesos tanto

endógenos como exógenos ocurridos desde el terciario superior hasta la actualidad. Las formas heredadas resultado de eventos tectónicos que determinan estructuras, son acompañados de actividad volcánica que aporta materiales litológicos, sobre los cuales actúan los procesos ocurridos reciente y actualmente, tales como los procesos glaciares y periglaciares, que al mismo tiempo, constituyen uno de los fenómenos geográfico y geomorfológico más importante de la cuenca Sillanque durante el Pleistoceno y Holoceno, complementados además, de los procesos morfodinámicos considerados como secundarios pero que han retocado de manera importante este sector del área, tales como los de escurrimiento hídrico superficial, los generados por acciones biológicas, los eólicos, etc.

Las formas de relieve en la cuenca de la quebrada Sillanque, son en general bastante más moderadas en pendientes si las comparamos con las que se observan en las demás cuencas integrantes del sistema, rasgos notables son dos rupturas de pendiente que se presentan a nivel de la parte inferior del circo glaciar que se traducen en sendos escarpes, los cuales tienen su correlación con los escarpes que aparecen en la vertiente izquierda de la cuenca. (Véase perfiles longitudinal y transversal en la Pag. 115).

Las principales formas de relieve que se identifican son:

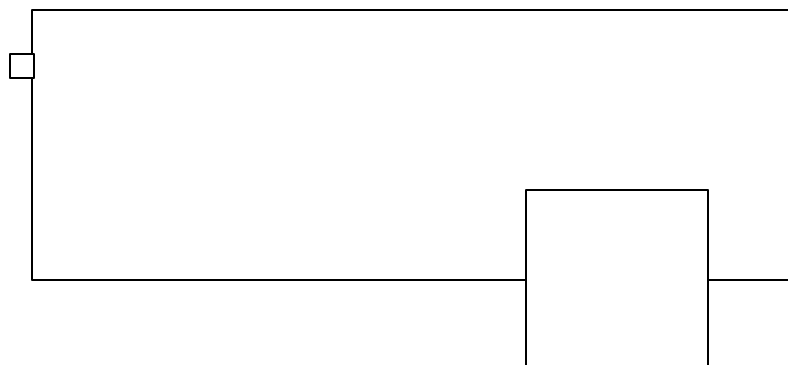
A.- El circo glaciar Sillanque.-

El circo glaciar Sillanque se emplaza en el sector central del conjunto de cuencas hidrográficas que da origen al río Amazonas. Se trata de un anfiteatro sumamente abierto, el más ensanchado de todas las cuencas estudiadas. Se extiende desde el extremo occidental del nevado Mismi hasta la cresta del

nevado Quehuisha (5,358msnm), siendo este último la cresta más elevada del circo glacial Sillanque. El límite inferior del circo esta marcado por un talud corto pero abrupto debido a la presencia una superficie estructural constituida de rocas andesíticas (véase Fotografía N° 18). En las cimas corona una angosta, delgada y más o menos alineada franja de hielo menguada notablemente por la ablación y por ello en franco proceso de extinción, emplazado en sentido general de este-oeste a lo largo de sus cimas y se adhiere sobre la superficie estructural formada por coladas andesíticas las cuales, se hallan reposando sobre tobas volcánicas muy deleznales, tal como se puede apreciar en la Fotografía N° 18.

Gráfico N° 4:

**PERFILES LONGITUDINAL Y
TRANSVERSAL DE LA QUEBRADA SILLANQUE
EH: 1: 25 000
EV: 1: 10 000**



**PERFIL TRANSVERSAL A - A'
DEL RÍO GARHUASANTA**

115

Es en este sector del circo glaciar Sillanque, que se observa con mayor claridad, procesos de ablación glaciar, debido principalmente al rol que desempeña el factor de exposición a la radiación solar durante el año, la orientación hacia el Norte del circo de la cuenca permite recepcionar más eficientemente la radiación solar que se traduce en una mayor cantidad de calor, produciéndose como lógica consecuencia una fusión más intensa de los glaciares del nevado Quehuisha, el retroceso del límite nival en este sector, está siendo además ayudado, por características estructurales que no han favorecido una mayor acumulación y estabilidad de la masa glaciar, en consecuencia, se observa una de las más notables disimetrías del límite nival, pues en el lado que mira al sur hacia la cuenca del Pacífico, los glaciares alcanzan niveles de altitud notablemente más bajos y por lo tanto, mucho más potentes y extendidos, lo cual explica un mayor volumen de glaciares, mientras que la vertiente que mira

al norte y cuyas aguas alimentan a la quebrada Sillanque, el límite nival se halla a una altitud mucho mayor, hallándose inclusive muy cerca de la divisoria.

Las características de la ablación, son más notables en esta cuenca que en ninguna otra, ya que contribuyen importantes factores que se explicarán más adelante, determinando una intensificación de la fusión glaciaria que ha disminuido la masa glaciaria lo que influye en el balance deficitario de la alimentación de aguas por tanto al escurrimiento hídrico, el mismo que tiene niveles más menguados en el flanco norte haciéndose perceptible en las partes bajas de las vertientes secas principalmente en la época invernal. Una consecuencia subsiguiente, a esta intensa ablación es que los glaciares de este sector orientados al Norte en esta cuenca, por cuya razón el circo glaciario activo se encuentra en camino a la extinción, en especial en la zona central del circo. Así mismo, debemos indicar que, ambas porciones laterales extremas del circo glaciario Sillanque,



tanto por el sector extremo oriental en contacto con el circo glacial Garhuasanta, como por el sector del extremo occidental que colinda con el cerro Hishcahuishca, el circo Sillanque se halla de manera notable las superficies expuestas debido al retroceso del límite nival.

B.- Fondo de Valle de la quebrada Sillanque.-

El fondo de valle en la quebrada Sillanque, es una superficie plana a ondulada, caracterizada por depresiones alargadas, poco profundas en la que se instala una densa y compleja red de drenaje a lo largo de estrechas y alargadas fajas permanentemente húmedas debido al pobre drenaje, muy intermitentemente se observan directamente los cursos de agua fluviales, interrumpidos por angostas y alargadas zonas pantanosas, en las que se acumulan turberas con elevado contenido de materia orgánica que constituyen verdaderas esponjas de agua.

El complejo fondo de valle de la quebrada Sillanque, presenta en general una débil pendiente a la que hay que agregar su gran regularidad, (Véase Perfil longitudinal de la quebrada Sillanque Pag. 115) . El fondo de valle se halla flanqueado por vertientes cortas con pendientes onduladas a moderadas cuyas cimas de los interfluvios son redondeadas debido principalmente a las características deleznales del material litológico superficial, compuesto por tobas o cenizas volcánicas trabajadas por la masa glacial y luego fluvioglacial y periglacial . Las características deleznales del material litológico superficial en nuestra opinión no ha impedido la constitución de una artesa glacial nítida, en la cual la red de drenaje que se organiza, adquiere características además de las ya indicadas, patrones bastante próximas a una red dendrítica lo cual no ocurre en el caso de las otras cuencas estudiadas.

El fondo de valle del curso principal de esta cuenca además, está flanqueado por relieves que muestran una notable disimetría, en su margen izquierda se observa una vertiente empinada, aunque relativamente baja, debido a la presencia del flanco oriental del cerro Huishcahuisca el cual determina la presencia de una superficie estructural plana de andesitas en la cima con bordes

escarpados debido a la coherencia de las lavas andesíticas (Ver perfil Transversal en la Pág. 115 y fotografía N° 15 en la Pág. 117) en cuyas vertientes cortas la red hidrográfica es paralela y de recorrido corto; en contraste, en la margen derecha, la red hidrográfica es mucho más extendida e importante, presentando ciertas características dendríticas ligadas a la naturaleza uniforme del material superficial, en sus depresiones se alinean alargadas áreas de mal drenaje donde se ubica una intrincada red de drenaje que atraviesa por pequeñas extensiones de pantanos y oconales.

7.3.2. LOS PROCESOS MORFOGENETICOS Y MORFODINÁMICOS EN LA CUENCA DE LA QUEBRADA SILLANQUE

7. 3. 2. 1. Los procesos y formas de relieve heredados:

A.- El relieve postorogénico.-

El emplazamiento del relieve montañoso postorogénico de la cuenca quebrada Sillanque está afectado de procesos de intensa actividad volcánica y tectónica desde las postrimerías del Terciario, con abundantes acumulaciones de tobas de la formación Sencca, las cuales han sido recubiertas de extensas coladas andesíticas muy coherentes que corresponden a la formación Barroso, cuyas evidencias se observan en el sector más empinado del circo glaciar activo de la cuenca, la cual se halla hoy cubierta en parte de glaciares, que sin duda, ocuparon posiciones mucho más altas y más extensa que las observadas hoy día.

El relieve postorogénico es explicado luego por procesos geomorfológicos dominantes como las glaciaciones que ocurren posteriormente

actuado en el área y dando como resultado evidentes formas de relieve glaciarias dando lugar a un modelado del relieve en su mayor parte moderado, ello se debe al hecho de haber sido configuradas en un contexto litológico y estructural heredado que configura un circo muy abierto y una topografía más amplia y moderada en pendientes, que hace la diferencia de las cuencas estudiadas que constituyen el sistema de cuencas que da origen al eje fluvial del río Amazonas.

B.- Las glaciaciones.-

Las formas de relieve productos del modelado glaciar directamente observables en la zona de estudio, obedecen a las formas particulares del circo glaciar alimentador sumamente abierto y corto, condiciones en las cuales no se ha podido establecer un flujo glaciar nítido, potente y predominante, sin embargo, la masa glaciar emplazada en el circo glaciar Sillanque, por la gran extensión relativa de su cuenca media, ha dado como resultado un relieve ondulado, el cual, constituye una de las particularidades más saltantes de entre las demás cuencas, no observándose en consecuencia, excavaciones notables ni acumulaciones de morrenas laterales y frontales espectaculares. No obstante, la masa glaciar Sillanque ha dejado un cordón morrénico, perfectamente reconocible, cuya morrena frontal culmina algo más arriba de la desembocadura de la quebrada Sillanque por la margen derecha en el río Apacheta-Ccaccansa alrededor de los 4800 metros de altitud, (Véase Fotografía N°17 y el Mapa Geomorfológico de las cuencas que dan origen al río Amazonas que se adjunta al presente).

El estado actual de los glaciares en esta cuenca se halla en las cimas culminantes de un anfiteatro abierto o circo glacial por encima de talud corto pero abrupto constituyendo delgada y más o menos alineada franja de hielo permanente coronando en sentido general de Este - Oeste a lo largo de las cimas de las crestas del circo. Se trata de una masa de hielo menguada notablemente por la ablación por lo que se halla en franco proceso de extinción.

Es importante anotar que es en este sector del circo glaciar Sillanque, más que en ninguna otra cuenca glaciar del sistema, que se observa con mayor claridad, procesos de ablación glaciar, debido principalmente a factores climáticos que provocan finalmente un déficit en el balance glaciar debido a la menor alimentación y una mayor fusión y consecuente retroceso del límite nival hallándose este último inclusive muy cerca de la divisoria, en consecuencia, la banda de hielo sometida a la ablación es de un volumen bastante reducido.

Estas características de la ablación constituyen importantes factores que determinan el balance deficitario de la alimentación de aguas de fusión al escurrimiento, el cual tiene niveles más elevados haciéndose perceptible en las vertientes secas principalmente en la época invernal. Una consecuencia subsiguiente, a esta intensa ablación es que, la masa glaciar que mira al norte en este sector de la cuenca, se encuentra en camino de su extinción como forma glaciar, en especial en la zona central del circo.

También debemos indicar que, ambas porciones extremas del circo glaciar Sillanque, emplazadas al mismo tiempo en las posiciones más inferiores del circo, tanto por el extremo oriental del cuerno del circo, el cerro Hiscahuisca, como también, el extremo occidental del cuerno del circo Sillanque que colinda

en su parte inferior con el circo glacial Garhuasanta, se halla en ambos casos en condiciones de paleocirco glacial.

Sin duda, hemos realizado aquí una generalización elemental y que tendrá que profundizarse por su gran utilidad en el conocimiento geomorfológico del área de estudio, ya que evidentemente, la determinación con una mayor precisión de las fases o interfases de los estadios glaciales, escapa al objetivo del presente estudio.

7. 3. 2. 2. **Los procesos morfogenéticos y morfodinámicos actuales:**

Dentro de los procesos morfogenéticos y morfodinámicos actuales de la cuenca de la Quebrada Sillanque podemos considerar en orden de importancia a los siguientes: los procesos glaciares y periglaciares, los procesos de escurrimiento hídrico superficial, las acciones biológicas y los procesos eólicos.

A.- Los procesos glaciares y periglaciares.-

Los procesos glaciales actuales ocurren en el área bastante reducida correspondiente a las posiciones más elevadas del circo glaciar Sillanque cuyo anfiteatro se halla entre la estribación del extremo oeste del nevado Mismi y la elevación central del nevado Quehuisha, razón por la cual se trata de glaciares emplazados sobre las coladas andesíticas que constituyen amplias pero alargadas

superficies estructurales en las partes culminantes del anfiteatro sumamente abierto, presentando por la parte inferior, en el frente, un talud corto pero abrupto que al mismo tiempo es límite inferior del circo y coronado por una angosta, delgada y más o menos alineada franja de hielo permanente emplazado en sentido este-oeste a lo largo de sus cimas, esta masa de hielo se encuentra menguada notablemente por la ablación y en franco proceso de extinción se asienta sobre coladas andesíticas, cuyo borde en escarpe coincide en algunos sectores con el límite glaciar (Véase Fotografía N°18). Estas coladas andesíticas, por su disyunción columnar y por hallarse fuertemente fisuradas son altamente susceptibles a las acciones glaciares y de gelifracción, las andesitas no fisuradas muestran evidencias de gelibación, mientras que las tobas volcánicas más deleznales, son aparentemente inmunes o mucho menos susceptibles a las acciones periglaciares.

Los procesos generados por la acción directa de los glaciares hoy, se observan en sectores bastante reducidos. Cabe indicar que en este sector del circo glaciar Sillanque, se observa tal vez con mayor claridad, procesos de ablación glaciar, debido principalmente a factores climáticos que ya se explicaron.

Una consecuencia subsiguiente, es que los glaciares de este sector que miran al norte en esta cuenca, se encuentran en camino a la extinción total, en especial en la zona central del circo, dando paso a los procesos periglaciares se presentan como predominantes.

Los procesos periglaciares y sus manifestaciones ocurren como consecuencia del comportamiento térmico del área caracterizado por elevadas

amplitudes térmicas que experimenta diariamente la cuenca, generando fuertes contrastes térmicos que a menudo, pueden alcanzar unos 40° de temperatura, mismos que por su intensidad y frecuencia diaria, son mucho más importantes por su eficacia morfológica. Estos contrastes térmicos diarios tienen un mayor impacto si los comparamos con los procesos periglaciares generados por contrastes térmicos estacionales que ocurren a lo largo del año.

Los procesos periglaciares son aquellos que actúan en la periferia de los glaciares allí donde actúa el hielo deshielo. Los procesos periglaciares, actúan siguiendo varios mecanismos: Congelando el agua contenida en los intersticios de las fisuras y poros de las rocas y materiales superficiales, su eficacia se ve especialmente favorecida por rocas coherentes pero fisuradas como de las andesitas, actuando también por las modalidades de exudación en los materiales porosos o también disturbando los materiales superficiales sueltos y provocando a menudo al mismo tiempo, inestabilidad de los bloques de mayor tamaño depositados sobre los materiales detríticos; sin embargo, es importante tener en cuenta que para que todos estos mecanismos adquieran la máxima intensidad y por tanto la máxima eficacia, no basta que se den los contrastes térmicos extremos sino que, además es necesario la suficiente provisión de agua en dichos materiales.

Los procesos periglaciares y las manifestaciones de sus efectos más evidentes, se observan a nivel del circo glaciar activo, en cuyo borde superior se emplazan los escarpes de las coladas andesíticas fuertemente fisuradas sobre las cuales, actúan con gran eficacia los procesos de gelifracción, proporcionando a las vertientes bloques angulosos, los mismos que, debido al permanente efecto hielo deshielo, así como también, ayudados por las acciones combinadas de

otros agentes secundarios pero eventualmente decisivos, tales como el escurrimiento superficial, o el viento, que al retirar los materiales deleznales de soporte en sus bases y ayudados por la gravedad los bloques emplazados en las vertientes en forma dispersa y en permanente equilibrio inestable desciendan vertiente abajo formando taludes, conos de derrubios o simplemente bloques dispersos en las vertientes. Se le observa principalmente en los alrededores del cerro Huishcahuishca en su sector occidental en donde aparecen escarpes abruptos como producto de la presencia de las coladas andesíticas con abundantes bloques que forman taludes de derrubios en las vertientes. (Véase Fotografías N° 15 y 16).

Los sectores de los interfluvios de la cuenca de la quebrada Sillanque, están cubiertos de material superficial suelto, constituida de cenizas piroclásticas, las cuales debido a la porosidad que presentan la saturación de sus espacios porosos ocurren con poca frecuencia y en consecuencia, igualmente poco frecuente resultan siendo las acciones de gelifracción.

En los fondos de valle, se observa la incidencia de los procesos periglaciares de hielo deshielo, debido a la permanente presencia de agua en estos fondos de valle y de manera más importante, en aquellas afectadas

126

FOTOS 17 y 18

de mal drenaje, debido al cual se forman intrincadas y complejas formas de drenaje, que tienen lugar en las estrechas fajas y al mismo tiempo discontinuos sectores si bien poco extensos pero complejos los fondos de valle, en los cuales los procesos hielo deshielo se constituyen como el principal modelador.

B.- Los procesos generados por el escurrimiento hídrico superficial.-

El escurrimiento hídrico superficial es sin duda uno de los más complejos si lo comparamos con el que ocurre en el resto de las cuencas estudiadas. El borde inferior corto y abrupto del circo glaciar, da paso muy rápidamente hacia vertiente abajo, un relieve de explanada en donde la pendiente general va de moderada a suave, sin embargo, localmente pueden ser fuertes pero cortas, ello se da por ejemplo inmediatamente abajo del escarpe de las andesitas en el borde inferior del circo glaciar.

El escurrimiento hídrico superficial actúa de dos maneras: Concentrado y no concentrado.

El escurrimiento hídrico superficial concentrado ocupa los lechos o más específicamente las líneas determinadas por los puntos más profundos del relieve, la red hidrográfica debido a la naturaleza de textura fina de la litología superficial y a la pendiente general moderada uniforme, adquiere las características de un drenaje centrípeto (Véase Fotografía N° 16). y que se aproximan al patrón dendrítico, sobre todo en los sectores iniciales del drenaje.

La red hidrográfica de la cuenca Sillanque en el sector medio de su curso presenta en gran parte de su recorrido complejos fondos de valle en donde se observa notables problemas de mal drenaje en donde manifestados por la presencia de pantanos y oconales ricos en materia orgánica y por hallarse

permanentemente humedecidos se encuentran densamente cubiertos de vegetación herbácea en alargadas fajas relativamente estrechas y entrelazadas a lo largo de los fondos de valle mismos que contrastan nítidamente con el tono blanquecino y árido de los interfluvios de la cuenca.

Esta red hidrográfica aparece con una gran complejidad además de una notable disimetría entre ambos márgenes del eje fluvial Sillanque, tanto en la derecha como en la izquierda y por tanto, la evidencia es que el eje principal del río Sillanque recibe dos tributarios cortos por la margen izquierda mientras que, por la margen derecha recibe muchos tributarios y cada uno de ellos con una red mucho más importante.

Por otro lado, como se podrá notar al mirar el Mapa de Orden del Sistema fluvial que origina el río Amazonas que la cuenca del río Sillanque tiene la red hidrográfica de mayor jerarquía de orden fluvial, correspondiendo éste al Cuarto orden siendo la de mayor jerarquía de entre las cuencas del sistema.

El drenaje superficial no concentrado, consecutivo a las lluvias o al de la fusión de la nieve en la mayor parte de los interfluvios de la cuenca, ocurre tan pronto como se produce la saturación material suelto superficial; el proceso de saturación se produce tanto más rápido cuanto más notables son las características torrenciales de las lluvias, mientras que la fusión de la nieve se muestra como un proceso más regular y lento. El escurrimiento hídrico producido de esta forma contribuye de manera importante a la alimentación de una compleja y corta red de drenaje, emplazados a lo largo de las depresiones en el que se ubican alargados pantanos, y oconales surcadas frecuentemente con

una compleja red de drenaje. Los aportes de sedimentos finos desde las vertientes desnudas y cortas pueden ser considerados como moderados.

C.- las acciones biológicas.-

Las acciones biológicas quedan reducidas a los sectores drenados del fondo de valle.

En el fondo de valle es fundamental el papel geomorfológico que desempeña la densa cobertura vegetal herbácea compuesta principalmente de especies como las denominadas champa (*Distichia muscoides*), ichu (*Stipa obtusa*), sora (*Calamagrostis eminens*), Chilhuar (*Festuca ortophilla*) las cuales, además de tener la capacidad de absorber grandes cantidades de agua (recurso siempre escaso en medio seco) y servir de alimento para una gran número de camélidos, desempeña un papel protector fundamental afrente a la erosión, evitando además las pérdidas por evaporación que de no ser por la cobertura vegetal serían mucho más rápidas e intensas .

Cabe indicar también que el tapiz vegetal además de acumular y regular el agua también contribuye a la acumulación de materia orgánica que pueden alcanzar varios metros de espesor.

También hay que agregar a las especies vegetales que colonizan el área a los arbustos utilizados como combustible tales como la tola (*Lepidophyllum rigidum*), planta de unos 40 a 50cm. de altura y arde aún verde debido a la

resina que posee; la yareta (*Azorella yareta*), la misma que gracias a mecanismos muy interesantes de adaptación y supervivencia, guarda energía conformando potentes acumulaciones de ramillas y hojas en forma de gigantes almohadas muy compactas de hasta varios metros de altura, constituyen semiesferas verdes muy endurecidas y adheridas muy fuertemente al suelo. Su forma semiesférica de su aparato vegetativo externo se explica por la eficiencia en la asimilación fotosintética, por todo ello estas yaretas se logran desarrollar inclusive por encima los 4,800msnm.

Las acciones antrópicas se dan en los sectores drenados del fondo de valle debido al sobrepastoreo y también debido al pisoteo del ganado en las vertientes.

El pisoteo del ganado en las vertientes secas juega un importante papel el preparado y desmenuzado del material superficial a las acciones de los demás procesos morfodinámicos, en estas vertientes con pendientes moderadas, desprovistas de vegetación y con un material litológico en superficie compuesto de tobas, las acciones de manadas de ganado, adquiere una mayor importancia ya que el pisoteo genera en la superficie la formación de material fino, el cual puede ser puesto fácilmente a disposición especialmente del viento y luego al del escurrimiento superficial no concentrado.

D.- Los procesos eólicos.-

Como en ninguna de las otras cuencas, los interfluvios de la cuenca Sillanque cuyas vertientes tienen pendientes que van de moderadas a suaves con cimas redondeadas y de muy suaves pendientes, presentando en consecuencia

amplias extensiones onduladas con abundante material detrítico suelto y finos en superficie, compuestos principalmente de cenizas volcánicas; estas características son notables especialmente en el sector medio de la cuenca en donde, la superficie expuesta se halla desnuda de cobertura vegetal protectora, debido a la rudeza del clima y al déficit de agua, a lo que hay que agregar el pisoteo del ganado que deja la superficie del terreno con abundantes partículas finas las cuales son movilizadas con gran facilidad por las acciones eólicas directas, que transportan material fino susceptible a ser movilizado a partir de superficies expuestas así preparadas, lo que ocurre desde amplios sectores sobre todo del sector medio oeste de esta cuenca.

7. 4. CUENCA DEL RIO CCACCANSA

La cuenca del río Ccaccansa ocupa 9.3 km^2 , que constituye la sexta parte del área total de estudio, en consecuencia, viene a ser la cuarta en extensión de entre las cuencas hidrográficas estudiadas que conforman el sistema hidrográfico de las nacientes del río Amazonas. Esta cuenca tiene una red hidrográfica cuyo eje principal en su nacimiento es el segundo más alto de las cuencas estudiadas, ya que nace a 5177 msnm, es decir, 56 metros más bajo que el nacimiento de río Garhuasanta y 8 m. más alto que la quebrada Apacheta.

En cuanto a la jerarquía de orden fluvial sólo alcanza el segundo orden, ya que todos sus tributarios pertenecen al orden fluvial número 1, como puede verse en el Mapa N° 2 Orden del sistema fluvial que origina el río Amazonas, representado en color celeste.

Esta cuenca se caracteriza por una depresión alargada, profunda y estrecha (Ver perfil longitudinal y transversal del río Ccaccansa) por cuyo fondo recorre el río del mismo nombre, con una longitud de 9930m., se halla flanqueado por sus vertientes fuertemente empinadas a escarpadas coronadas por crestas divisorias cuyas cimas se hallan cubiertas por glaciares en gran parte del perímetro divisorio la cuenca, ello constituye una característica notable de diferenciación con respecto de las demás cuencas; estas condiciones determinan que el fondo de valle glaciar reciba suficiente cantidad de agua de fusión, así como también las aguas resultado de la precipitación, garantizando de esta manera el caudal regular que muestra durante el año río Ccaccansa. (Véase Fotografías N° 19 y 22).

La cuenca del río Ccaccansa, está coronada por cimas de las que sobresalen: Ccaccansa que supera los 5300 msnm. por la margen derecha y los cerros Teclla con 5360 msnm., Anchaca y Mamacanca por la margen izquierda y que igualmente superan los 5300 msnm. Las elevaciones mencionadas tienen relación con las mayores áreas cubiertas de glaciares en la cuenca de recolección y/o alimentación, el perímetro de las cimas



**PERFIL LONGITUDINAL Y
TRANSVERSAL DEL RÍO CCACCANSA
EH: 1: 25 000
EV: 1: 10 000**

Pag. 133

PERFIL TRANSVERSAL DEL RÍO CCACCANSA A-A'

elevadas tienen importancia morfológica como consecuencia de la continuidad y uniformidad de las importantes elevaciones presentes, en la cual sobresale es el nevado Ccaccansa por la margen derecha.

El río Ccaccansa que recorre todo el fondo de valle relativamente angosto y cerrado, con un perfil longitudinal de pendiente moderada a baja y sin rupturas de pendiente, en donde las turberas y oconales cubren una considerable extensión a lo largo del fondo de valle; siendo la margen derecha en la que estas turberas y oconales ocupan áreas mucho más extensas comparadas con las extensiones menores y más localizadas en ciertos sectores bajos de las vertientes de la margen izquierda, en donde, como producto del afloramiento de las aguas de fusión glaciaria, tienen lugar el nacimiento de numerosos ojos de agua, sobre todo en el sector en los abanicos o conos de derrubios estabilizados que se emplazan a los pies del nevado Mamacanca, en actual proceso de extinción.

Una característica destacable del fondo de valle del río Ccaccansa, en especial en la parte media y baja presenta algunos sectores obliterados, como consecuencia de la actividad de conos y taludes de derrubios periglaciares y también de tipo torrencial mismos que ocupan los pies de vertiente de la artesa. (Véase Fotografías N° 21 y 22).

7. 4. 1. LAS FORMAS DEL RELIEVE DE LA CUENCA DEL RIO CCACCANSA

Una de las formas del relieve más importantes de la cuenca del río Ccaccansa, constituye la cadena montañosa que perfila la mayor parte de su divisoria, conformado por crestas de altitud regular cubiertas por glaciares, de tal manera que, las formas del relieve que se distingue son: el circo glaciar, la artesa glaciar y el fondo de valle.

A.- El Circo Glacial Ccaccansa.-

Es sin duda el más espectacular de todos los circos considerados en el presente estudio, tanto por la uniformidad y longitud como por la energía de la elevación de sus crestas que al mismo tiempo, dan origen a las fuentes alimentadoras del río Ccaccansa, aguas que al mismo tiempo contribuyen en su curso más alto a las del río Amazonas. El circo es un impresionante anfiteatro glaciar en forma de herraje muy cerrado, cuyas crestas que presentan muy fuertes pendientes coronan la cuenca, sobresaliendo por el norte de la cuenca, el nevado en proceso de extinción Mamacanca bordeando los 5200 msnm., seguidamente y en el sentido de las agujas del reloj se halla el nevado Teclla a 5360 msnm., luego el nevado Cutiti sobre 5415 msnm. y finalmente el nevado Ccaccansa sobre los 5400 msnm (Ver Mapa Geomorfológico)

Una de las consecuencias más notables de la altitud regular que presenta el circo glaciar Ccaccansa se explica por la preponderancia de materiales compuestas de coladas andesíticas y brechas volcánicas, además estas altitudes alcanzadas le permite almacenar en las crestas una masa glaciar importante, ello reviste a su vez una importancia sobre todo desde el punto de vista hídrico ya que, constituye conjuntamente con las precipitaciones, la fuente de alimentación

que garantiza el caudal regular del río del mismo nombre durante todo el año, razón por la cual, el río Ccaccansa tiene un régimen hídrico regular a lo largo del año conjuntamente con el río Garhuasanta.

B.- La artesa glaciar Ccaccansa

La magnitud en altitud y extensión del circo glaciar Ccaccansa, determina que la artesa glaciar sea no menos espectacular, cuyas características más saltantes son las de constituir un valle glaciar muy cerrado flanqueado por paredes fuertemente empinadas, además de ser la más larga y profunda de entre todas las cuencas estudiadas en el presente trabajo.

Sus paredes fuertemente empinadas constituyen por su margen izquierda sede de procesos glaciares, periglaciares intensos principalmente, cuyos materiales detríticos angulosos muestran granulometría variada pero que guardando un cierto ordenamiento proporcionado a sus pesos y tamaños, construyen conos y taludes que recubren amplios sectores de dichas vertientes. Formas de relieve como morrenas se observan en las partes altas de la artesa por la margen derecha, mientras que las vertientes bajas en la base son recubiertas abanicos y conos aluviales activos; en los sectores medios y altos de la vertiente izquierda, la base es cubierta de materiales compuestos de derrubios gruesos de brecha andesítica, mientras que en su porción inferior se ubican abanicos recubriendo casi totalmente la base de la artesa contribuyendo a cerrar aún más el ya estrecho fondo de valle glaciar. (Véase Fotografía N° 19).

Se puede observar en el primer plano de la foto N° 19, los depósitos que recubren la margen izquierda de la artesa en su base se caracterizan por la predominancia de derrubios gruesos y angulosos de brecha andesítica muy

activos, razón por la cual la cobertura vegetal está prácticamente ausente, mientras que el mismo sector de la margen izquierda recubierta de abanicos aluviales ocurre lo contrario.

137

FOTOS 19 y 20

En nuestra interpretación, se observa una notable disimetría en la morfodinámica producto de una morfogenética distinta actuando en ambas vertientes, en la vertiente derecha que muestran los abanicos aluviales con materiales de granulometría muy heterogénea que va desde arcillas y limos hasta bloques de gran tamaño aunque éstos últimos son mucho más escasos, mientras que en la vertiente opuesta predominan los procesos glaciares y periglaciares que aportan materiales de brecha adesítica que se emplazan en la base formando conos de derrubios gruesos en donde el orden se establece en función a su peso y tamaño, el resultado es también una disimetría del fondo de valle haciendo que el río tenga un emplazamiento preferente hacia el lado izquierdo del valle, como puede verse la Fotografía N° 19 y el Mapa Geomorfológico.

C.- Fondo de Valle Glaciar Ccaccansa.-

El Fondo de Valle Glaciar Ccaccansa, es alargado, profundo y muy estrecho, ocupa las porciones más bajas de la cuenca y se encuentra regado por el río Ccaccansa, de 9930 m. de longitud siendo el más largo de los cursos fluviales que originan el río Amazonas. Se trata de un fondo de valle muy estrecho con un perfil longitudinal de pendiente muy baja, presentando rupturas de pendiente que corresponde a factores estructurales como el que se puede observar en el sector inferior del circo glaciar y luego el que se presenta inmediatamente aguas arriba de su desembocadura sobre la quebrada Apacheta. (Véase Fotografía 20).

A estas características hay que agregar el hecho de que, el fondo de valle plano a ondulado normalmente estrecho tiende frecuentemente a reducirse de modo acentuado, principalmente debido al funcionamiento eventual de importantes taludes de derrubios que se emplazan en el pie de vertiente del nevado llamado Mamacanca, sobre la margen izquierda del

**21. Vista hacia aguas abajo
del canal de escurrimiento de
evidencias de escorrentía
concentrada de tipo torrencial
Nótese la mayor capacidad
de transporte que las aguas
han alcanzado a este nivel.**

**22. Fondo de valle del curso
medio y bajo del río Ccaccansa.
Obsérvese en los taludes de
derrubio en las vertientes
inhumando los cordones
morrénicos en la parte superior
del fondo de valle. En primer
plano agrupamiento de yaretales
en el lado a sotavento de la
morena terminal Ccaccansa y en
la parte central una morena
frontal parcialmente destruida .**

sector medio del río Ccaccansa, mientras que, por la margen derecha, son los procesos de escurrimiento superficial bastante activos sobre todo en la época lluviosa (Véase Fotografía N° 21), que movilizan materiales superficiales principalmente a partir de los depósitos morrénicos y periglaciares para constituir importantes deposiciones de vertiente coluvio - aluviales y abanicos torrenciales procedentes de las vertientes del nevado Ccaccansa, los que producen una tendencia a la obliteración del fondo de valle. (Véase Fotografía N° 19 y 22).

En el sector inferior del fondo de valle Ccaccansa, cabe destacar que el fondo de valle aparece abriéndose paso a través de una morena frontal posterior a la que aparece en el primer plano de la Fotografía N° 22, en cuyo tramo se observa un drenaje meándrico lo cual nos indica la baja pendiente del perfil longitudinal. En este sector inferior del fondo de valle Ccaccansa y, más exactamente entre las dos morrenas más importantes de la cuenca antes mencionada, se emplaza una porción destacable del fondo de valle plano a ondulado, en cuyo sector más deprecionado se halla una zona de características de mal drenaje, por tanto acumulación de abundante materia orgánica con una permanente cobertura herbácea, que en las épocas lluviosas las crecientes las

inundan formando pequeñas lagunas temporales además en pleno proceso de colmatación por el considerable aporte de sedimentos que transporta el río Ccaccansa.

El fondo de valle presenta una cobertura vegetal herbácea compuesta principalmente por gramíneas y herbáceas, como al parecer su desarrollo se ajusta a la presencia de suelo y a la vez a la provisión mayor de agua, esta alfombra gramínea deja de desarrollarse abruptamente tan pronto como se inician las vertientes el límite de aridez, determinando un cambio brusco de tono de verde amarillento a tonos oscuros propios de la litología de los afloramientos rocosos, que contribuyen al tono tenebroso del paisaje.

7. 4. 2. PROCESOS MORFOGENETICOS Y MORFODINÁMICOS DE LA CUENCA DEL RIO CCACCANSA

7. 4. 2. 1. Los procesos y formas de relieve heredados:

A.- El relieve postorogénico.-

El emplazamiento del relieve montañoso postorogénico de la cuenca del río Ccaccansa está marcado por procesos de intensa actividad volcánica, que el área experimenta durante el Mioceno, con acumulaciones de abundantes brechas andesíticas de tonos gris a gris oscuro, de la formación Ichocollo que se emplazan en el cerro Mamacanca en la margen izquierda del río Ccaccansa localmente responsables del color gris oscuro y del tinte lóbrego que adopta el paisaje. En la margen derecha y en la porción inferior de la margen izquierda se

observa una presencia localizada de las tobas de la formación Sencca del Plioceno, mismas que han sido recubiertas de coladas andesíticas de la formación Barroso a principios del pleistoceno, igualmente localizadas.

El modelado relieve postorogénico es explicado luego por procesos geomorfológicos dominantes como las glaciaciones cuyas fluctuaciones climáticas afectan a la zona modelándola de manera importante a través de dos estadios glaciarios claramente diferenciados, los cuales pueden ser corroborados por sus correspondientes cordones morrénicos (Véase Fotografía N° 22 y el Mapa Geomorfológico).

El relieve postorogénico de este sector ha sido configurado en un contexto litológico y estructural heredado notablemente diferente al de las cuencas anteriormente tratadas, lo que ha dado como resultado un valle alargado y profundo, con paredes muy empinadas con un modelado igualmente muy diferentes si lo comparamos con las demás cuencas estudiadas que constituyen sistema de cuencas que da origen al eje fluvial del río Amazonas.

B.- Las glaciaciones.-

Las glaciaciones, en cambio, han sido en general más similares en cuanto a la intensidad de sus acciones ya que están gobernadas por el clima que como sabemos, es un factor, cuyas características tienen una dominancia regional, en éstas condiciones las diferenciaciones particulares del modelado pueden ser asignadas entonces a los factores litológicos y estructurales.

Las mayores elevaciones relativas alcanzadas durante la estructuración del relieve postorogénico, después de la cuenca del río Garhuasanta, han generado las condiciones favorables para dar origen, no sólo al circo glaciar importante sino también, a las acumulaciones glaciares entre las más importantes, las evidencias están en la magnitud del circo glaciar que constituyéndose como una zona de acumulación y alimentación glaciar, una de las más espectaculares lenguas glaciares del área, la cual ha dado lugar correlativamente a la formación de una de las más importantes morrenas que se observan en todo el conjunto de las cuencas estudiadas la misma que cierra el valle aproximadamente a los 4800 metros de altitud, detrás de ella, otra morrena de menor magnitud, pero, igualmente nítida en sus formas típicas, cierra el valle mediante una morrena frontal parcialmente destruida, indicando la ocurrencia de dos fases de progresión glaciar de montaña con una interfase relativamente corta registrados en el pleistoceno, así como también, evidencias indudables de fluctuaciones climáticas correspondientes. Actualmente estamos asistiendo a una fase de calentamiento luego del último período frío (7,000 años) en cual nos permite observar los depósitos morrénicos correspondiente sobre todo en el sector de la margen derecha del circo glaciar (Véase Fotografía N° 22. Así como también el Mapa Geomorfológico).

7. 4. 2. 2. Los procesos morfogenéticos y morfodinámicos actuales:

Dentro de los procesos morfogenéticos y morfodinámicos activos y actuales de la cuenca del río Ccaccansa podemos considerar en orden de importancia a los siguientes: los procesos glaciares y periglaciares, el escurrimiento hídrico superficial, y las acciones biológicas.

A.- Los procesos glaciares y periglaciares.-

Los procesos glaciares actuales de esta cuenca, se hallan actualmente activos en el circo glaciar activo ocupado por glaciares emplazados prácticamente a todo lo largo de las cimas culminantes de la cuenca, en las cuales, los glaciares indicados muestran una notable regularidad en su distribución, debido fundamentalmente al hecho de que la línea divisoria del circo glaciar activo se halla casi en toda su extensión por encima de los 5300 msnm. Esta masa glaciar se halla prácticamente rodeando la cuenca del río Ccaccansa, propicia las emisiones o lenguas glaciares aunque de muy pequeña magnitud su trabajo de se traduce en una importante producción de materiales detríticos, emplazados tanto en cordones morrénicos que corresponden al último período frío (7,000 años), como en morrenas de fondo. Así mismo, son reconocibles también material glaciario del último período frío correspondientes a los lóbulos glaciares terminales actuales sobre todo en la margen superior derecha del circo.

Sin embargo, los glaciares más importantes del Pleistoceno han dejado en la cuenca y particularmente en el fondo de valle, como evidencias espectaculares de sus acciones, morrenas que se observan en dos interfases correspondientes a dos fluctuaciones climáticas importantes claramente distinguibles. La primera de las morrenas se halla emplazada en la confluencia con las aguas de la quebrada Apacheta por encima de los 4800 metros de altitud; el modelado glaciar permitió la formación de pequeñas lagunas de origen glaciar hoy colmatadas dando lugar a superficies planas a onduladas de colmatación lacustre que hoy constituyen turberas y pantanos. La segunda se halla a unos kilómetros arriba de la primera

mostrando la parte frontal parcialmente destruida (Véase Fotografía N° 22 Así como también el Mapa Geomorfológico)

Los procesos periglaciares, son aquellos que ocurren como consecuencia del congelamiento nocturno y deshielo diurno con alternancias prácticamente diarias, debido a los elevados contrastes térmicos que ocurren diariamente entre las mañanas intensamente soleadas y las noches y madrugadas profundamente enfriadas por irradiación, con amplitudes térmicas que en la época de invierno con frecuencia superan los 40 grados centígrados, por factores ya explicados antes, cuyas manifestaciones activas son evidentes en toda la extensión de la cuenca, sin embargo, sus acciones más eficientes e importantes se observan en las zonas en las que hay continuo suministro de agua en vertientes empinadas con afloramientos rocosos andesítico y de aglomerados fisurados y recubrimientos detrítico superficiales, en las cuales el proceso periglaciario trabaja o retrabaja los materiales expuestos, con distintos mecanismos dinámicos y por tanto resultados distintos.

En los afloramientos rocosos fisurados, en estos casos el agua ocupa los intersticios de aglomerados andesíticos que, al congelarse, los hace estallar, luego los moviliza desde sus posiciones iniciales vertiente abajo con una frecuencia diaria que lo convierte en un proceso muy eficaz, y cuando es ayudado por la gravedad como frecuentemente ocurre, pone a los procesos de gelifracción como los más activos mecanismos de fragmentación y transporte de materiales. Estas acciones se observan como generalizadas y frecuentes en el ámbito de la base del circo glaciar activo principalmente, así como también en la margen izquierda del río Ccaccansa y en particular se le observa también como más intenso en las paredes escarpadas y rocosas constituido por emplazamientos

de aglomerados andesíticos, del nevado Mamacanca favorecida además por encontrarse en actual fase de fosilización lo que pone a la exposición el sustrato.

En los recubrimientos detrítico superficiales en las vertientes poseen muy variada granulometría y van desde grandes bloques de dimensiones métricas hasta material muy fino del tamaño de las arcillas. Los bloques se emplazan en forma dispersa en el pie de vertiente, en especial el pie de vertiente de la margen izquierda, guardando sin embargo, en el caso de los taludes y conos de derrubios activos, un cierto orden en función de la gravedad, observándose así mismo, que algunos de los más grandes bloques lanzados desde las partes altas y debido al impulso tomado durante la caída, se emplazan en el fondo de valle plano, quedando inclusive algunos de ellos en la margen derecha debido al cambio de curso del río Ccaccansa.

Las acciones periglaciares se presentan también en la margen derecha, en donde ponen en movilización abundante material gelifractado, desde el escarpe elevado de coladas andesíticas, hacia las partes bajas de las vertientes, no obstante, en esta vertiente, la intensidad del proceso puede considerarse como más moderado, por cuanto se observa en las vertientes una estabilidad mayor en comparación con la vertiente opuesta dando paso a las acciones de otros procesos como por ejemplo del escurrimiento.

Los conos y taludes de derrubios que recubren la zona de interfase entre el fondo de valle y las vertientes escarpadas del circo activo, están constituidos por materiales gelifractados angulosos, de muy variada granulometría, la cual va desde materiales muy finos hasta grandes bloques, presentando en los conos y taludes de pie de vertiente una buena selección de materiales en función de su

granulometría y la gravedad, finos en las partes altas y pasando gradualmente a más grueso hacia las partes más bajas, apreciándose incluso grandes bloques impulsados por la fuerza de la caída, lejos del talud de derrubios invadiendo el fondo de valle plano, ocupado por el río Ccaccansa, se trata pues, de uno de los taludes de derrubio periglaciares de aglomerados volcánicos, más espectaculares que se observa en las cuencas estudiadas.

En las partes más bajas con condiciones climáticas suavizadas, pendientes más moderadas las vertientes se hallan recubiertas de depósitos detrítico superficiales englobados por matriz arcillosa en el sustrato y una cobertura materia orgánica en la cual se asienta un denso tapiz herbáceo las aguas de fusión glacial suministrada a las vertientes y al colector principal el río Ccaccansa, garantiza no sólo la consolidación de proceso biostático en los que la muestra final es la buena cobertura vegetal herbácea sino también la notable disminución de la eficacia del proceso periglacial como ocurre especialmente en las turberas y oconales que se emplazan las partes bajas del valle, en las cuales el proceso periglacial se encuentra limitado en su eficacia reduciéndose a procesos de solifluxión localizado cuyas manifestaciones las observamos a través de las deformaciones superficiales del relieve que se caracterizan por numerosas protuberancias redondeadas que dan a la topografía local un aspecto ondulado. (Véase Fotografías 23 y 24) .

En las superficies de fondo de valle planas aunque comparativamente mucho más pequeñas respecto a los sectores de fondo de valle plano de las otras cuencas estudiadas, se explican por la deposición de materiales fluvio-glaciares y lacustres sobre los cuales se depositan secuencias de materiales volcánicos finos y finalmente cubiertas de ricas concentraciones de materia orgánica en turberas

y oconales, debido a las bajas pendientes se hallan afectadas de mal drenaje en donde los procesos hielo deshielo son frecuentes favorecidos por los claros en la cobertura vegetal como consecuencia de diario accionar del hielo deshielo.

B.- Los procesos generados por el escurrimiento hídrico superficial y acciones torrenciales.-

Los procesos de escurrimiento hídrico superficial observados en la zona, son tanto de tipo difuso como concentrado y también torrencial.

Los procesos de escurrimiento hídrico son consecutivos a las ocurrencias de precipitaciones que principalmente ocurren casi todos los días en el verano; se caracterizan en general por su notable violencia así como por los cortos períodos de su ocurrencia; los aguaceros con estas características adquieren un importante rol morfológico, al impactar en vertientes de muy fuertes pendientes, abundante material suelto en superficie y con una escasa cobertura vegetal protectora y retentiva dan paso muy rápidamente, a las fases iniciales del proceso de escurrimiento difuso, estas acciones primeras se caracterizan por una erosión areolar y en consecuencia no incisionan linealmente el terreno, en tales condiciones el material transportado en suspensión consiste exclusivamente de partículas de grano fino, sin embargo, rápidamente el escurrimiento difuso tiende a concentrarse en ejes de drenaje más definidos comienzan a ejercer una acción erosiva cada vez más importante, actuando sobre sus cauces en los cuales el transporte y la incisión predominan, tal es así que pueden observarse disecciones que pueden alcanzar con facilidad los 2m. de profundidad, por donde se produce el acarreo y acumulación del material torrencial caracterizados por depósitos de materiales gruesos englobados con abundante matriz arcillosa

cuya expresión más clara la observamos en las partes bajas de la margen derecha del valle medio del río Ccaccansa. Estos procesos afectan aún cuando la vertiente es corta y en consecuencia los talweg también son cortos, sus huellas son importantes como los que se puede apreciar en el pie de vertiente sobre todo en el sector de la margen derecha del río Ccaccansa, en donde inclusive se observa que los materiales morrénicos son redescubiertos por las disecciones (Véase Fotografía 21) .

La actividad torrencial es un proceso que para la zona puede ser calificado como esporádico por estacional y que, ocurre como la fase culminante del escurrimiento concentrado, correlativo a una violenta lluvia de tipo chubasco. Las condiciones cotidianas del clima nos indican que la estación lluviosa se presenta de enero a marzo, coincidiendo con el solsticio de verano para el hemisferio sur, en la que los vientos alisios del norte cálidos y húmedos hacen que la zona de convergencia intertropical (ZCIT) ocupe su posición más meridional por el lado de la vertiente oriental peruana como a modo de fondo de saco. En estas condiciones los procesos torrenciales ven incrementadas la frecuencia estacional, así como también en su eficacia debido a la abundancia de material poco cohesionado compuesto de materiales gruesos y materiales finos principalmente morrénicos, emplazados en fuertes pendientes que superan los 20° de inclinación, permitiendo la rápida concentración de las aguas de los aguaceros. La presencia de abundante material grueso depositado en los lechos de las cárcavas y sobre todo, en las partes más bajas de la vertiente y en el fondo de valle en donde las pendientes disminuyen notablemente para formar los conos torrenciales, nos indican de la violencia de sus acciones.

Por otro lado, el material sólido fino y muy fino, es trasladado en suspensión a mayores distancias, por el eje de drenaje principal, en este caso el río Ccaccansa,

depositando su carga en las depresiones más bajas del fondo de valle. Debemos anotar que el abundante material fino en suspensión que acarrea el río Ccaccansa luego de un fuerte aguacero, es proceso normal en esta época, el efecto morfológico adicional que resaltar esta en el hecho que la densidad de las aguas incrementan con el contenido de sólidos en suspensión, y a mayor densidad mayor capacidad de incisión y erosión de las aguas en el lecho, y de esta manera contribuye a la configuración de la terraza en actual formación.

Por otro lado, la red de drenaje se presenta bastante simplificada a lo largo de un eje fluvial principal que es el río Ccaccansa, calificada como

FOTOS 23 Y 24

una cuenca de segundo orden como se podrá observar en el Mapa de Orden del sistema fluvial que origina el río Amazonas.

Un aspecto que cabe indicar también, es que la baja pendiente del perfil longitudinal en especial del sector bajo del curso, caracterizado por el desarrollo de un patrón meándrico, determine que las aguas colectadas producto de la fusión o las aguas producto del escurrimiento luego de las lluvias estacionales, tributan principalmente por la margen derecha en el sector medio y por la izquierda en el sector más bajo de la artesa, observándose notables disecciones paralelas siguiendo la pendiente, con sendos conos de deyección en los cuales hay una predominancia de material torrencial. (Véase Fotografía 23).

C.- Las acciones biológicas .-

Constituyen un aspecto muy importante tanto para el desarrollo de las actividades humanas, como también por su papel protectorio del paisaje.

El medio frío como sabemos, impone fuertes limitaciones a la actividad biológica, en donde la actividad vegetativa de las plantas se reduce a mínimos de supervivencia, afectada adicionalmente en sus partes más delicadas por un intenso sobrepastoreo. El tapiz húmico es importante, no obstante el ciclo del nitrógeno es lento por el frío y en consecuencia se realiza muy deficientemente la mineralización de la materia orgánica, en consecuencia, de un lado, el suministro de materia orgánica en el medio está limitado por la lenta descomposición de la misma y de otro, que implica en muchos casos una pérdida neta ya que los animales pasan la noche en corrales cerrados, por lo tanto, la materia orgánica no se reincorpora a los lugares de los cuales fueron extraídas, a lo que hay que agregar que sirven como combustible.

Estos medios resultan, en consecuencia, extremadamente sensibles a la intervención humana a través del sobrepastoreo así como a otras formas de intervención humana, generando como consecuencia importantes efectos de degradación y con ello condiciones cada vez más pobres para el desarrollo de la cobertura vegetal deteriorando con ello su papel protectorio al terreno frente a los agentes morfogenéticos y morfodinámicos. En el fondo de valle y en algunos sectores bajos de la cuenca bien suministrados de aguas de fusión se desarrolla una buena cobertura vegetal herbácea principalmente gramíneas (*Festuca*, *Poa*) como puede verse en las fotografías 23 y 24, mientras en las vertientes medias y altas no se observa desarrollo vegetal, por el contrario, en la margen derecha, se observan vertientes mejor colonizados por especies vegetales compuestas principalmente de herbáceas y arbustivas resinosas entre las que destaca la tola (*Lepidophyllum quadrangulare*) usada como combustible y cuyo papel

protectivo frente a los procesos de erosión sobre todo hídrica son eventualmente importantes, como puede verse en la fotografía N° 19 . Hacia las partes superiores de los taludes en las partes son colonizadas por herbáceas más resistentes y en las partes protegidas de la acción directa de los vientos fríos se observan agrupamientos dispersos de yaretales
(*Azorella yareta*) . Véase fotografía N° 22 .

8.0.- SÍNTESIS

Se desarrolla a partir del compendio de algunos valores cuantitativos que se consideran más relevantes para el objetivo de definir la principalía del eje fluvial del río Amazonas en las cuatro cuencas estudiadas: Garhuasanta, Sillanque, Apacheta y Ccaccansa. Estas cuencas constituyen la red hidrográfica de la cabecera de cuenca del río Amazonas, cuyas aguas partiendo desde las cimas más elevadas coronadas total o parcialmente de hielo, dan origen al río Amazonas. Estas cuencas se encuentran ubicadas en la Cordillera del Chila conocida también como cordillera Choquecorao, en la provincia de Caylloma departamento de Arequipa. La Cordillera del Chila constituye al mismo tiempo, la línea divisoria continental de aguas separando las aguas que van a dar al océano Pacífico hacia el Oeste y al océano Atlántico hacia el Este a través del río Amazonas.

Los valores cuantitativos que se consideran más relevantes para el objetivo de definir la principalía del eje fluvial del río Amazonas se ha efectuado tomando en consideración siete criterios que son los siguientes: 1.- El tamaño del área en km² de la cuenca, 2.- La altitud del nacimiento del curso de agua, 3.- La cima culminante de su cuenca de alimentación, 4.- El régimen hidrológico, 5.- La longitud del curso, 6.- El caudal del río, 7.- El Orden de drenaje; entre los principales y cuyas magnitudes son presentados para cada cuenca en el Cuadro N° 4. Gran parte de los datos como resultado de mediciones, como ya se indicó anteriormente, han sido aportados por la Expedición Binacional Checa Peruana del 2000 denominada Jutun Mayo 2000 dirigido por el Geógrafo Dr. Bojimir Jansky .

CUADRO N° 4.- Criterios para el análisis de la principalía de los ríos que originan el río Amazonas .

Criterios	Área de la cuenca	Altitud de nacimiento del río	Cima culminante en msnm.	Régimen Hidrológico	Longitud de curso	Caudal (l/seg)	Orden de drenaje
Cuencas	Km ² %						
Garhuasanta	17.2 31.3	5 233	5 628	Permanente	7 782.9	168.6	2
Apacheta	14.7 26.7	5169	5 340	Estacional	7 700	78	3
Sillanque	13.1 23.8	5 039	5 358	Estacional	7 650	36	4
Ccaccansa	9.3 16.9	5177	5 415	Permanente	9 930	92	2

Fuente: B. Jansky Expedición Binacional Checa Peruana del 2000 denominada Jutun Mayo 2000
Instituto Geográfico Nacional IGN

A partir del Cuadro N° 4, se pasa a construir la tabla N° 5 asignando a cada criterio un calificativo según el orden de magnitudes, 4 para el de mayor valor, 1 para el último, y siendo 2 y 3 los valores intermedios superior e inferior respectivamente, por ejemplo, asignando valores al criterio: Área de la cuenca, a la cuenca Garhuasanta le corresponde 4 por ser la más extensa de todas, la cuenca que le sigue en extensión es la quebrada Apacheta correspondiéndole el 3; luego la Cuenca Sillanque que le toca el 2 y finalmente, el último lugar la cuenca Ccaccansa que le toca el 1 por ser la más pequeña en extensión, y así, se procede sucesivamente con los demás criterios y cuencas, con excepción del criterio régimen hidrológico, al cual se le considera dentro de una escala de medición nominal y más específicamente dentro de la escala binaria, (es esta escala los valores de medición son si o no, o, 1 ó 0), es así como el régimen hídrico es permanente (anual) o es estacional, en el primer caso se le ha asignado 4 y en el segundo 2, como puede verse en el Cuadro N° 5.

CUADRO N° 5 . Cuantificación de los criterios para definir origen al río Amazonas

Cuenca	Cuenca	Cuenca	Cuenca	Cuenca
Criterios	Garhuasanta	Apacheta	Sillanque	Ccaccansa
1. Área de la cuenca	4	3	2	1
2.-Altitud de nacimiento del río	4	2	1	3
3.-Cima culminante en msnm.	4	1	2	3
4. Régimen Hidrológico	4	2	2	4
5. Longitud del curso	3	2	1	4
6. Caudal (l/seg)	4	2	1	3
7. Orden de drenaje	2	3	4	2

TOTAL	25	15	13	20
--------------	----	----	----	----

Fuente: Autor

Resultados:**1.- Garhuasanta = 25****2.- Ccaccansa = 20****3.- Apacheta = 15****4.- Sillanque = 13**

Una vez completada la calificación de los siete criterios para cada cuenca, la sumatoria nos permite la obtención de resultados sencillos de un orden correspondiente para cada cuenca, como se puede apreciar en el Cuadro N° 5, con lo cual creemos, queda resulto de manera inobjetable el problema de la principalía del eje fluvial de río Amazonas y que el río Garhuasanta en la laguna Bohemia es la fuente de origen del río Amazonas .

9.0. CONCLUSIONES

1.- En base del examen geomorfológico cualitativo y de los principales criterios para la determinación del eje fluvial principal, cuyos resultados han podido establecer que el río Garhuasanta originado en la laguna Bohemia, es la fuente inobjetable de origen del río Amazonas .

2.- El río Amazonas nace en la laguna de origen glaciar “Bohemia” a 5,233msnm, en la vertiente norte del nevado Mismi, adoptando el nombre de río Garhuasanta, siendo la principalía del eje fluvial del Amazonas: Garhuasanta-Apurímac-Ucayali-Amazonas.

3.- La definición del origen del río Amazonas ha sido determinante para el establecimiento de la longitud total del río Amazonas es de 6 872 km (establecido por la Expedición Jatun Mayo 2000 dirigido por B.Jansky) lo ubica sin discusión como el más largo del mundo.

4.- Las acciones volcánicas, tectónicas, glaciares, periglaciares, de escurrimiento hídrico superficial, entre los más saltantes, experimentadas por el área de estudio durante las postrimerías del Terciario, el Pleistoceno y Holoceno han intervenido en la construcción y destrucción de los rasgos esenciales del relieve directamente observable, configurando finalmente un drenaje centrípeto.

5.- Las glaciaciones ocurridas en la zona sur de nuestros Andes altos y secos durante el auge glaciar de fines del Pleistoceno y durante parte del Holoceno, constituyen el principal fenómeno geográfico y geomorfológico que interviene en el modelado del área en estudio. Las masas glaciares parecen haber transicionado de

glaciares de meseta a glaciares de valle; esta apreciación se fundamenta en la presencia directamente observable de formas de modelado glaciar más recientes contruidos casi exclusivamente por glaciares de valle, tales como: el circo glaciar activo, la artesa glaciar, los cordones morrénicos, mientras que la considerable extensión de la altiplanicie la topografía relativamente plana a ondulada fue sin duda, modelados por glaciares de meseta.

6.- Los procesos periglaciares han sido entendidos aquí como los procesos alternativos de congelamiento y deshielo (hielo-deshielo), así como a sus resultados en el relieve. Actúan tanto por gelifraccción como por exudación y reptación. Son consecuencia del clima Frío de montaña tropical propia de esta área, lo cual explica, que estos procesos sean los más generalizados y frecuentes del área, generalizados porque actúan en todo el área y frecuentes porque ocurren todos los días del año, ya que son gobernados por los contrastes térmicos diarios son mucho más amplios que los estacionales.

7.- El estudio de la geomorfología glacial y perigracial y su aporte a la gestión ambiental sostenible, debe tener presente que en los 50 últimos años el nevado Mismi, según cálculos geomorfológicos temporo-espaciales basados en fotografías aéreas, imágenes de satélite y comprobaciones de campo está sufriendo transformaciones importantes, uno de los más saltantes en ascenso de su límite inferior, el último avance glaciar del nevado Mismi se ubicaba alrededor de los 5200 msnm, actualmente el límite inferior

en los 5300 a 5400 metros de altitud. Si se asume una variación de 6.5°C / 1000 metros, esto significa una variación de la media anual de temperatura para la región de 1.5°C durante este medio siglo.

8.- Pese a la variación moderada de la temperatura media indicada y de la diferencia altitudinal al ascender el límite nival de alrededor del 20 % en el circo glaciar del nevado Mismi, las áreas periféricas descubiertas de hielo con los consiguientes efectos morfológicos glaciares son enormes Hay que agregar que los glaciares tienen una caracterización sumamente peculiar, debido precisamente a su posición tropical de altura en la que las alternancias diarias de temperatura son una de las más importantes en su constante formación y destrucción.

10.0.- RECOMENDACIONES

1.- Recomendar que los textos de todos los niveles educativos así como también las enciclopedias consignen en sus textos la

actualización de datos sobre la materia, tomando en cuenta los nuevos avances sobre el origen del río Amazonas.

2.- Recomendar la instalación de una estación meteorológica para efectuar mediciones sistemáticas del tiempo y del clima, al mismo tiempo deben hacerse estudios de impactos ambientales dado el importante potencial turístico que debe adquirir la zona.

3.- Recomendar se declare a la zona de la Cordillera del Chila, y las cuencas que dan origen al río Amazonas como Área Protegida y dado su elevado potencial turístico y la intensificación de las actividades económicas relacionadas con la afluencia creciente de visitantes, podría generar la aceleración de la magnitud y ritmo de los procesos naturales, por ello es menester su conocimiento cabal contando con los estudios ambientales detallados orientados a su gestión y manejo integral sostenible.

4.- Recomendar un estudio de ocupación humana del territorio, así como un estudio socio económico, dado que el elevamiento de la temperatura media global, hace que el límite nival ascienda, en consecuencia la ablación se intensifica, por lo tanto, todos los procesos que ocurran en estas zonas tiene una repercusión directa en las áreas ubicadas en las partes bajas, en donde se encuentran las áreas de actividad humana especialmente de pastoreo y otras actividades actuales y potenciales, con vistas además a mejorar el nivel de vida de dicha población.

5.- Recomendar la entidad Regional capte y destine fondos destinados exclusivamente al manejo sostenido del área.

GLOSARIO

Abanico aluvial.- Forma de relieve construida por la acumulación de materiales aluviales que adquieren la fisonomía de un abanico de pendiente longitudinal débil, y sección transversal aplanada y extendida. Se ubica en la desembocadura de los ríos y torrentes; en estos últimos, la forma de acumulación se denomina propiamente, cono de deyección. En los abanicos y conos, la granulometría de los aluviones disminuye muy rápidamente desde el ápice hasta la parte distal, ya que la corriente que los abandona, pierde abruptamente competencia al salir de la zona montañosa y penetrar en la llanura. La divagancia del lecho a partir de un punto fijo que es ápice, es la que propicia la construcción de esta forma.

Ablación.- Término genérico para designar la pérdida superficial de sustancia a causa de cualquier agente de erosión, con la consiguiente disminución de su volumen, generalmente imperceptible a la vista humana. Por extensión es usado también para designar la reducción del volumen glaciar ya sea por fusión, evaporación o sublimación. Tiende a ser mayor en las cercanías y principalmente por debajo del límite nival.

Abra.- Es un sector deprecionado en los puntos culminantes de un alineamiento montañosos, mismos que por ser más bajos son utilizados linealmente para transitar de una cuenca a otra.

Abrasión glacial.- Conjunto de procesos morfodinámicos que abarcan las acciones de raspado, raído y arranque efectuado sobre superficies de los afloramientos rocosos por los derrubios y partículas duras englobados en la masa glaciar o en particular en una lengua glaciar. La abrasión glacial propicia el desarrollo de estrías y rocas aborregadas. Los materiales más finos actúan de modo semejante a una lija, alisando y puliendo las superficies rocosas y produciendo en este proceso de pulverización de las rocas, la llamada harina de roca.

Agentes geomorfológicos, son elementos dinámicos que modelan el relieve, tales como: el hielo, el agua, el viento, la radiación y el hombre.

Aglomerado.- Roca volcánica compuesta por fragmentos gruesos y finos que comprenden bombas, escorias y cenizas, que se consolidan al ser proyectados o caídos por las vertientes de un volcán.

Anaclinal.- Se dice de una vertiente originada por el frente de una cuesta o de un río que sigue un sentido contrario al buzamiento de la estructura. Viene del griego ana = contrario y chelín = inclinación. Término moderno de obsecuente.

Anastomosado.- Término usado para calificar un río compuesto por numerosos canales entrelazados que confluyen y difluyen constantemente, dejando entre si bancos aluviales. Es común en las llanuras aluviales de los ríos, en donde este sector evoluciona hacia la elevación del lecho y al ensanchamiento progresivo, indican generalmente una incapacidad de la corriente para transportar una excesiva carga de sedimentos en relación con su escaso caudal. Sinónimo : Trenzado o ramificado.

Antecedente (Drenaje).- Se dice del drenaje que se instala antes de la deformación de una estructura sedimentaria y en la medida que esta deformación ocurre el río la incisiona gradualmente, manteniendo así el cauce el sentido de su curso.

Areolar.- (del latín *areola*, parterre de jardín, bancal entre dos senderos) Pérdida de materiales que sufren las formas de relieve emplazados en los interfluvios, por arranque, remoción o transporte principalmente superficiales sueltos y finos con la consiguiente disminución de su volumen y mantenimiento su forma primitiva. Los procesos erosión areolar son generados por procesos y agentes muy variados como la ablación, la escorrentía difusa o laminar, aspersión, etc. según los medios bioclimáticos en las que actúan.

Artesa.- Es una forma del relieve constituida por una depresión profunda y alargada con paredes escarpadas y fondo más o menos plano y ensanchado de perfil transversal en "U", que han sido modeladas generalmente por el avance de voluminosas masas de hielo.

Arroyamiento.- Proceso de escorrentía de las aguas corrientes que se dan en casi todas partes del relieve de esta cuenca con excepción de las áreas cubiertas por glaciares. El arroyamiento se inicia con las precipitaciones luego de saturar las porosidades del terreno, o cuando escurren rápidamente en vertientes muy empinadas, entre los principales tipos son:

- **Difuso.**- Se da en las vertientes de pendiente débil, con cobertura vegetal herbácea densa, en ellas el agua aportada por los aguaceros discurre en un sinnúmero de hilillos que confluyen y difluyen sin incisionar mayormente en el terreno lo que dice de su baja capacidad erosiva. Sin embargo, dependiendo de la intensidad de los aguaceros y acelerado por otros factores como la disminución de la cobertura vegetal, por causas antrópicas por ejemplo el sobrepastoreo, el escurrimiento difuso, suele gradar hacia uno de tipo laminar y luego concentrado.

- **Concentrado.**- Se da en las vertientes bajo condiciones que favorecen una concentración de las aguas de escorrentía. La fuerte pendiente de las vertientes, los materiales detríticos tales como material glaciofluvial y tobas, las lluvias torrenciales que propician un rápido escurrimiento, la escasa a nula protección vegetal; son factores que determinan que el arroyamiento se concentre en cauces cada vez más profundos pasando de surcos a cárcavas.

Balance glaciar.- Es la relación entre la velocidad de alimentación glaciar y la de ablación, el predominio de alguna de ellas marca la dinámica glaciar; si la ablación es mayor, el frente glaciar retrocede, es el período de deglaciación, por el contrario, si la alimentación supera a la ablación se da el avance glaciar, es el período de glaciación.

Balance Morfogénico .-Es la relación que hay en un punto dado de la superficie, entre la velocidad de alteración de las rocas y la evacuación de los derrubios.

Banquisa.- Ver campo de derrubios.

Barlovento.- cualquier superficie expuesta a la acción directa de los vientos.

Bloque errático.- Se llama así a un fragmento rocoso de varias toneladas de peso, que ese halla aislado sobre una superficie, sin causa aparente que explique su ubicación, los bloques erráticos se hallan en zonas que han soportado avances glaciares, las masas de hielo, por su gran competencia, son capaces de transportar materiales voluminosos mezclados en matrices de componentes finos; luego de la fusión glaciar, la erosión selectiva elimina las partículas menores dejando en su lugar los bloques grandes, a los que se denomina "erráticos".

Brecha.- Roca compuesta de fragmentos clásticos englobados en matriz más fina. Las brechas pueden ser: sedimentarias, cuando ha sido cementada durante su consolidación . Volcánica, compuesta de matriz piroclástico . Una roca detrítica, formada por fragmentos de roca encajante en intrusión dentro de material de origen magmático.

Cabecera.- Área que corresponde a las porciones más elevadas de una cuenca hidrográfica . Por lo general recepciona las precipitaciones (sólidas y líquidas) que luego dan origen a las fuentes de agua alimentadoras de manantiales, riachuelos, lagunas, cursos fluviales, etc.

Caldera.- Es una depresión volcano-tectónica que se origina por un colapso, una explosión volcánica o ambos procesos. En plano forma circular, ovalada o irregular, en ocasiones limitadas por fallas normales anulares o semianulares escalonadas. El cráter volcánico de gran dimensión encerrada en paredes verticales y diámetro generalmente kilométrico, que se forma principalmente en

volcanes que pasan fases de actividad peleana o explosiva, con emisión de lavas y cenizas ácidas de gran viscosidad. La alta viscosidad de estos materiales obstruye las chimeneas por lo que se produce explosiones que forman inmensos cráteres o calderas, como en el caso del volcán Coropuna actualmente dormido o extinguido, en el departamento de Arequipa el mismo que hoy se encuentra totalmente cubierto por aproximadamente 100 Km² de glaciares, por lo que se le llama nevado Coropuna . Hay calderas mucho más grandes aún, como la de la C. de Caylloma, que deben su gran extensión y escasa profundidad a que la efusión fue acompañada de explosiones y actividad volcánica continua que luego producen colapsos en la cima del cono volcánico y también por subsidencia, por el que se forma una inmensa depresión de hundimiento en la parte central.

Campo de derrubios.- Vertiente recubierta de material detrítico de granulometría variada generalmente con bordes angulosos cuando son producto de la gelifracción, normalmente sin material fino, ya que estos si se forman han sido eliminados por lavado. Se les encuentra formando conos o taludes, conformando vertientes inestables ya que por lo general se hallan en el borde del perfil de equilibrio, aunque también se les encuentra en superficies de bajas pendientes.

Campo de hielo.- Son extensiones de hielo compacto, icefield o banquisa. En los Andes, por su posición tropical, el paso de nieve a hielo es muy rápido, debido a la intensa insolación que en horas de la mañana funde las porciones superficiales de los campos de nieve, las aguas de fusión rellenan los intersticios porosos de la nieve en la base, a partir de las últimas horas de la tarde y en la noche se recongela para formar una delgada película de hielo y así sucesivamente en una continuidad prácticamente diaria, a diferencia de la formación de hielo en las latitudes altas que exige para su constitución de grandes presiones que ejercen las capas superiores durante largos períodos de tiempo.

Campo de nieve.- Son acumulaciones de nieve, neviza o firn (alemán), nevé (francés), en depresiones en donde la temperatura media es próxima al punto de congelación, generalmente por arriba de los 4,800 a 5,000 m. de altitud., Influida por la topografía, la exposición a la insolación, el viento y sobre todo la nieve caída que queda sin fundirse. Está muy extendida en los Andes en los que la caminata es muy fatigosa durante las jornadas de andinismo. Estos campos de nieve constituyen el punto de partida para la formación de los campos de hielo siempre que las condiciones térmicas lo permitan.

Canaladuras.- Pequeñas rasgaduras o surcos en las rocas, generalmente perpendicular o a veces oblicuo al sentido de la pendiente debido a que el escurrimiento superficial concentrado y ciertas exfoliaciones o eventualmente diaclasadas favorecen la formación de estas canaladuras.

Canal de avenamiento glaciar.- Cauce incisionado en el lecho glaciar por una corriente ligada a la glaciación y especialmente a la fusión glaciar terminal, estos canales pueden ser vistos directamente o pueden constituir canales englaciares o subglaciares que posteriormente la ablación los permite observar.

Canal de escurrimiento.- Es el lecho o canal principal a menudo estrecho, por el que la cuenca torrencial evacua sus flujos; así el canal de escurrimiento, es una de las partes constituyentes de la **cuenca torrencial**. En este sector de lecho o cauce predomina el transporte de materiales, aunque también ocurren procesos de arranque de materiales a las paredes y también acumulación al término de las escorrentías. El canal de escurrimiento termina allí donde comienza a predominar la acumulación, responsable de la formación del cono de deyección.

Canal de estiaje.- Es un sector del lecho fluvial ocupado por las aguas de un río durante la estación seca.

Canal principal .- Es uno de entre dos o más cauces por el que pasa generalmente la mayor parte del caudal. Este cauce tiene una morfodinámica sumamente cambiante ya que la velocidad erosiva en cada punto del caudal no es constante ni horizontal ni verticalmente, esta morfodinámica fluvial está estrechamente ligada a las condiciones bioclimáticas de la región.

Canchal .- Acumulación de fragmentos rocosos por gravedad al pie de la vertiente, producidos por procesos mecánicos de alteración tales como: la gelifracción que se observa en áreas glaciares y periglaciares o la derrubiación por procesos de disgregación mecánica.

Cantos.- Fragmentos rocosos de granulometría y morfoscopía variada; su granulometría aún no precisada ya que unos autores los ubican en rangos comprendidos entre 4 a 64mm. (guijarros), otros, entre 66 a 265mm.(guijones) y otros que incluyen a los dos anteriores, lo que es generalmente más aceptado en la práctica; Presentan morfoscopía de redondeada a subredondeada, presentando características de pulimento, brillo, etc., que dependen de los agentes de transporte correspondientes, de los cuales los más importantes son las aguas corrientes, incluyendo en ellas las de las olas (cantos marinos), el viento (cantos

colizados) y cantos trabajados por los glaciares (cantos glaciarios), cada uno de dichos agentes imprimen importantes características de diferenciación que ayuda a la determinación de la génesis del depósito.

Cantos rodados.- Fragmentos rocosos redondeados a subredondeados como consecuencia de los intensos y constantes rozamientos durante su movilización por aguas corrientes, tanto ríos como olas marinas. Los fragmentos transportados por ríos presentan un aspecto liso y reluciente y tendencia a las formas redondeadas a subredondeadas. Los fragmentos transportados por olas marinas tienden a formas plataformas, lisos y relucientes. En ambos casos se observa una cierta selección en función de la capacidad de transporte.

Cantos glaciarios.- Fragmentos rocosos muy poco desgastados en sus ángulos por lo que presentan contornos poco redondeados, debido a que el glaciar que los transporta tiene relativamente corto recorrido.

Cárcava.- Zanja o trinchera desde 50 cm. a algunos metros de profundidad excavada en la vertiente por la incisión de la arroyada. Se desarrollan principalmente en ambientes bioclimáticos caracterizados por lluvias estacionales, con escasa a nula cobertura vegetal y preferentemente en materiales poco cohesivos y poco resistentes a la erosión lineal como las arcillas, conglomerados, tobas, etc. , a veces coadyuvados o directamente generados por inadecuadas prácticas de uso del suelo, como sobrepastoreo malas prácticas agronómicas o deficientes obras de ingeniería, se trata entonces de cárcavas aceleradas. Cuando las condiciones de desarrollo de cárcavas se maximizan, éstas evolucionan por erosión remontante y desplomes laterales hasta densificarse y ocupar toda el área, de esta manera se forman los bad-lands.

Carga.- Volumen total de material sólido transportado por un agente natural pudiendo ser una corriente de agua, un glaciar, el viento, etc. Los materiales comprenden desde los materiales finos transportados en solución, y en suspensión hasta grandes bloques arrastrados en el fondo, lo que quiere decir que este término no hace diferenciación de la granulometría de dichos materiales. Se mide en toneladas o en volumen total.

Carga límite.- Es la carga máxima o el peso total cargado punto a partir del cual la corriente debe depositar parte de la carga transportada.

Cataclinal.- Término descriptivo moderno referido a un sector de una vertiente o de un río que sigue el mismo sentido del buzamiento de las estratificaciones.

Proviene del griego cata = conforme y Kleinen = inclinación, es el término moderno de consecuente.

Cauce.- Canal ocupado por un curso de agua, natural o artificial de carácter permanente o periódica. t. sin. lecho.

Caudal.- Cantidad de agua que pasa por la sección de un canal o cauce en una unidad de tiempo; se le mide generalmente en metros cúbicos por segundo ($m^3/seg.$), litros por segundo($l/seg.$) o pies cúbicos por segundo ($p^3/seg.$). Expresada por la siguiente formula:

$Q = V_e \cdot A$ donde:

V_e = velocidad medida en m/seg.

A = área de la sección, el cual se halla multiplicando la base por la altura

Ceniza volcánica.- Es el material piroclástico más fino arrojado por un volcán durante la efusión, su origen es la disgregación de la lava en fragmentos pequeñísimos de 0.05 a 0.5 mm que pueden ser trasladados por el viento a muchos kilómetros de distancia alcanzando inclusive a formar depósitos de cenizas que diagenizadas adoptan el nombre de tobas.

Cerro.- Término usado para denominar una elevación o colina, no debe extenderse su significado a montaña.

Cicatriz de arranque.- Es una oquedad de superficie irregular, más o menos cóncava formada en una vertiente que ha experimentado un movimiento en masa. Se le llama también plano de cizallamiento o superficie de despegue.

Circo glaciar activo.- Depresión cóncava a modo de anfiteatro originada por sobre excavación y gelifracción glaciar que lo ocupa permanentemente, condición que le da el carácter de activo. Se ubica en la porción alta de la montaña, sus paredes son escarpadas con frecuencia verticales o colgantes; hacia la base del circo, las pendientes disminuyen y a condición de que haya buena alimentación, las velocidades del flujo glaciar también, si la alimentación glaciar no es buena la porción terminal del glaciar se funde para con frecuencia originar una laguna cerrada por una morrena frontal y morrenas laterales o por un dique frontal o cerrojo. Hay circos glaciares de los más diversos tamaños, desde pequeños nichos de algunos metros hasta grandes concavidades de varios kilómetros emplazados en las cabeceras de los valles glaciares; son formas típicas de modelado glaciar y en especial de los glaciares de montaña.

Clástica.- Para referirse a las rocas sedimentarias compuestas por fragmentos, partículas de materiales rocosos, que pueden ser indistintamente: bloques, guijarros, cantos, gravas, arenas, limos, arcillas, etc.

Clima.- Es el estado medio más frecuente de la atmósfera de la superficie terrestre o también entendido como la sucesión cotidiana de los estados de la atmósfera terrestre. Se trata de un concepto complejo, expresada a través de magnitudes físicas como la temperatura, cantidad de precipitaciones, humedad atmosférica, vientos, horas de sol, etc. La ciencia que se ocupa del estudio del clima es la climatología. La concepción cabal sobre un clima, se obtiene del análisis y síntesis de las mediciones de esos parámetros físicos durante largos años (mínimo 12 años fijado por la OMM). Existen muchas clasificaciones climáticas, la más conocida en la de W. Köppen. la mayor parte de tipos climáticos son tratados aparte. El clima es el factor morfológico de mayor jerarquía, pues no sólo es condicionante (Factor de erosión) del relieve, sino también actor activo (Agente de erosión) generando diferentes tipos de procesos erosivos que modelan el relieve terrestre. El clima tiene una enorme importancia para la geomorfología tanto que ha generado toda un corriente moderna: La geomorfología climática.

Clima agresivo.- Se dice de un clima cuyas características propician la aparición y desarrollo de procesos erosivos, tal es el caso de climas fuertemente contrastados que originan ambientes rexistáticos.

Climax.- Usado en geomorfología para indicar el estado de equilibrio entre el medio bioclimático y los procesos morfodinámicos.

Colina.- Forma del relieve de baja elevación, de crestas agudas o redondeadas, cuya altura de la base a la cima debe ser menor de 300 metros. Se reconocen tres tipos principales de colinas: Colinas altas, medias y bajas cuando tienen alturas de 300 a 80, de 80 a 20 y menos de 20 metros respectivamente.

Coluviacion.- Proceso morfodiámico de acumulación de materiales provenientes de las laderas o vertientes, incluye depósitos caídos por simple gravedad, así como aquellos que efectúan un corto recorrido acarreados por la escorrentía superficial. Los materiales coluviales tienen granulometría variada, fragmentos poco desgastados (angulosos y semiangulosos) y por lo general su constitución litológica corresponde a la del material litológico de las vertientes adyacentes.

Collado.- Término descriptivo para indicar una depresión en una cordillera, que brinda el paso de una vertiente a otra. Sin. abra.

Competencia.- Capacidad de todo flujo de arrastrar aluviones o materiales de un tamaño dado. La competencia varía aproximadamente con la quinta potencia de la velocidad de la corriente y en especial a la del fondo y de sus fluctuaciones turbulentas, en otras palabras, al duplicarse la velocidad del flujo, éste es capaz de movilizar materiales de volumen 64 veces mayor (aunque esto sólo es válido para partículas mayores de 5mm. ya que para tamaños menores aumenta la cohesión). También varía con la densidad, y así que una corriente fangosa, como un huayco por ejemplo, puede transportar bloques de más de un metro de diámetro.

Concordancia.- Término usado para indicar una sucesión estratigráfica continua de rocas, en la que secuencias de estratificaciones descansan directamente sobre otras sin interrupción por erosión ni por plegamientos que hayan invertido o modificado la secuencia original. También usado para indicar una red hidrográfica paralela a las líneas generales de la estructura de una región. Sin. conforme ; Ant. discordancia.

Confluencia.- Punto en el que un tributario (o afluente) se une a un cauce principal, puede darse varios casos, como confluencia concordante, confluencia diferida, confluencia discordante, etc.

Confluencia concordante.- Es aquella en la que el perfil longitudinal del cauce principal se une con la del cauce del tributario a un mismo nivel sin que exista ruptura.

Confluencia diferida.- Es aquella en la que un tributario se ve impedido de desembocar directamente en el cauce principal debido a la presencia de diques o barras que se emplazan entre dichos cauces.

Confluencia discordante.- Es aquella en la que el perfil longitudinal del tributario se une con el cauce principal a un nivel muy superior. Aparece con frecuencia en relieves de morfología glaciar donde se puede hallar valles colgantes o suspendidos.

Conforme.- T. sin. de concordante. V. concordancia.

Conglomerado.- Roca sedimentaria, clástica o detrítica, formada por fragmentos angulosos a subangulosos de granulometría variada desde bloques hasta cantos, los mismos que se encuentran aglutinados en un depósito, a veces ligeramente cohesionados por materiales finos, y otras veces muy compactados por soluciones cementantes, de esta manera, la granulometría y mineralogía, así como el grado de compacidad de los conglomerados son muy complejos y variados.

Cono de escombros.- Llamado también cono de derrubios, constituido por fragmentos rocosos subangulosos que se acumulan al pie de una vertiente rocosa. Los materiales detríticos descienden por gravedad a lo largo de un entalle del frente, al que se denomina corredor de escombros en cuyo final se depositan adoptando la forma de un cono, con pendiente muy pronunciada, comprendida entre los 30 y 35° de inclinación y donde los fragmentos más grandes efectúan un recorrido más largo llegando a la parte basal o distal del mismo por su mayor peso, características que lo diferencian substancialmente de los conos de deyección de origen fluvial. Los conos de escombros, son muy frecuentes en ambientes periglaciares, en regiones áridas y semiáridas, y cuando abundan al pie de una vertiente, se sueldan lateralmente coalesciendo para formar un talud de derrubios o de escombros continuo.

Consecuente (Drenaje) .- Se dice del río que sigue un sentido igual al buzamiento de la estructura sedimentaria. Término creado por Davis y sus seguidores, es equivalente al término moderno de cataclinal.

Cordillera.- Término que en sentido rígido designa un conjunto de cadenas montañosas de relieve elevado y alineado originado por plegamiento. p.ej. cordillera de los Andes, los Alpes, etc. . Se trata de un relieve elevado de estructura complicada, en la que los materiales han sido afectados por esfuerzos laterales y también verticales (Tectogénesis). También llamado cordillera de plegamiento. Se pueden diferenciar: cordilleras biliminares y cordilleras monoliminares. Nótese que toda cordillera es una montaña y no toda montaña es una cordillera.

Cornisa.- Saliente que corona la parte superior de un frente o de una vertiente escarpada, está constituido de un volumen relativamente resistente de roca. La cornisa, puede estar cubierta de un glaciar, en cuyo caso, adopta el nombre de cornisa glaciar. Cuando el resalte corona una secuencia estratigráfica horizontal a subhorizontal adopta el nombre de cornisa estructural. Las cornisas evolucionan por diferentes formas de erosión que afectan sus porciones

inferiores, por erosión diferencial y a veces, cuando están cubiertas de hielo pueden desplomarse causando con frecuencia aludes que al impactar en espejos de agua (lagunas) pueden provocar aluviones, muchas veces catastróficos.

Corrasión.- Conjunto de procesos morfodinámicos mecánicos de desgaste o raído por fricción de partículas duras que transportan los diferentes agentes tales como el hielo, el agua, el viento etc. con las que ejercen un desgaste, comprendiendo tanto el desgaste las superficies expuestas de los afloramientos rocosos sobre los que avanzan, como también, la reducción del calibre de los mismos fragmentos por la fricción entre ellos. Se diferencia de la corrosión que es un proceso de destrucción de rocas por acción química, traducidas en disolución y posterior remoción de sustancia mineral de las rocas. V. Abrasión glaciar.

Corredor de escombros.- Son canales estrechos, alargados y a menudo escarpados, emplazados en los sectores culminantes de la montaña, por el que descienden por gravedad los derrubios angulosos a subangulosos para alimentar los conos y taludes de derrubios, por lo que se les llama también corredor de derrubios. Son muy comunes en áreas montañosas en donde predominan acciones mecánicas de erosión, sobre todo la gelifracción.

Corriente.- En Geomorfología es un elemento fluido en movimiento en una dirección determinada, pueden ser a veces, leguas glaciares, lavas volcánicas y torrenciales o bien masas de aire y más generalmente de agua, ya sea en los océanos o en los continentes. Este término no encierra noción de escala, pues cubre todas las escalas, p. ej.: desde un pequeño arroyo de flujo intermitente hasta un gran río de curso permanente. En los ambientes glaciares hay dos tipos:

- **C. subglaciar.-** Corriente de agua producto de la fusión glaciar que escurre por debajo de un glaciar.
- **C. supraglaciar.-** Corriente de agua de fusión glaciar durante un día de verano en la superficie de un glaciar construyendo y profundizando su propio surco profundo, hasta su desaparición en una crevasse.

Criogénesis (procesos criógenos) .- Conjunto de procesos físicos, y físico-químicos que se originan en los suelos y en las rocas por congelamiento temporal o permanente. Las formas más extendidas de la criogénesis son: hinchazón del suelo, migración de humedad y masas flotantes en el período de

congelación y deshielo, cambio de volumen por temperatura, solifluxión, y otros procesos. V. procesos periglacáricos.

Crioclastía.- Proceso morfodinámico donde el congelamiento y deshielo alternativos determinan la formación de fragmentos o clastos rocosos sueltos. V. Gelifracción.

Crioplanación.- Arrazamiento general del relieve por acción conjunta de la Criogénesis. V. Glaciplanación.

Crioturbación.- Proceso morfodinámico de carácter criogenético debido a la acción recurrente del hielo-deshielo que se traduce en la modificación la disposición de los elementos o de las capas del terreno, a la acción hielo-deshielo se suma a menudo la acción de la gravedad actuando en sentido de la pendiente.

Crisis climática.- Modificación, cambio o anomalía en la secuencia normal del estado atmosférico, entendido como el estado medio y representativo de la atmósfera, debidas a profundas alteraciones en balance de energía-materia así como su distribución y redistribución en el planeta. La magnitud de la crisis climática produce en una relación que aún no se precisa, transformaciones en el sistema de erosión bioclimático, cuyas características determinan una morfodinámica gobernada por aquellas condiciones. La superficie terrestre, particularmente nuestro territorio, ha conocido en el pasado numerosas de estas crisis climáticas, son evidencias de ello la flora y la fauna fósiles y las paleoformas, que sólo han podido formarse en otros climas diferentes al actual, por ejemplo: las deposiciones de morrenas identificadas en la zona. En el país se han identificado muchísimos ejemplos de casos.

Cubeta colgada.- Forma de relieve depresionada ubicada en posición alta respecto a la topografía general del relieve. Su modelado se explica por la erosión diferencial generada por un eje glaciario principal que excava su lecho más profundamente que otro tributario cuya envergadura es menor. Un ejemplo es la artesa colgada Calomorco.

Cubeta de colmatación.- Forma del relieve depresionada, generalmente de amplia extensión y relativamente cerrada, que determina el estancamiento prolongado de aguas cargadas con material fino en suspensión, compuesto principalmente por arcillas y limos; el proceso llamada también sedimentación o decantación forma estratificaciones horizontales y subhorizontales, cuyos

espesores se correlaciona con la intensidad de los períodos de aporte de sedimentos proporcionados por los procesos morfodinámicos de acuerdo al sistema bioclimático reinante. La evolución de una cubeta de decantación o sedimentación, es hacia su colmatación, para constituir luego una planicie. Los ejemplos son muy numerosos en los fondos de valle.

Cubeta de decantación.- V. Cubeta de colmatación.

Cuenca.- Porción de la superficie, donde las aguas que pueden discurrir por sus vertientes, confluyen todas hacia un mismo receptor: río, lago o mar. Se dividen en dos clases: Cuenca exorreica, más común, cuando las aguas que escurren en ella son expulsadas fuera de la misma y cuenca endorreica, propia de los climas secos, cuando no tienen desagüe. Este término, en Geomorfología adquiere también con frecuencia además de su carácter hidrogáfico adquiere también un sentido topográfico, por el que se expresa a una región deprimida o cóncava a manera de una cubeta; Por otro lado, el concepto de cuenca se aplica sin noción de escala, pudiendo referirnos a la “cuenca pacífica”, es decir a toda el área que drena hacia este océano, como a la cuenca de una pequeña quebrada. Además, hay cuencas generadas por procesos de erosión, orogénicos o tectónicos, entre los primeros se tienen: Cuencas hidrográficas, glaciarias, eólicas, cársticas, de sofusión, etc. y entre las segundas: las cuencas tectónicas; aunque es claro que existe una interacción compleja entre ambos.

Cuenca de firm.- Parte de un glaciar que se encuentra por encima de su límite inferior de alimentación, donde la precipitación nival es mayor que su pérdida por fusión o evaporación, en nuestros glaciares, es generalmente el circo glaciar activo. También se le llama zona de alimentación del glaciar o cuenca de neviza. El término firm, equivalente a neviza, proviene del alemán.

Cuenca de neviza.- V. cuenca de firm.

Cuenca de recepción.- (o de recolección).- Parte superior de una cuenca caracterizada por recibir precipitaciones, compuesto de vertientes y causes de orden menor que recolectan la escorrentía difusa y concentrada y que paulatinamente van adquiriendo mayor jerarquía que por lo general quedan bordeando el canal de escurrimiento principal y cono de deyección. Los procesos morfodinámicos es el escurrimiento superficial con transporte de material principalmente fino a medio, procesos de alteración, movimientos en masa favorecidos por las fuertes pendientes, neviza o firm (alemán), névé (francés), etc.

Cuenca glaciaria.- Se aplica a depresiones excavadas por el hielo.

Cuenca hidrográfica.- Es el área donde las aguas que puedan discurrir por su superficie, confluyen todas hacia un mismo río, lago o mar, los mismos que le dan su nombre. Sólo tiene un estricto sentido hidrográfico.

Cuenca torrencial.- Es un tipo particular de cuenca hidrográfica, en la que las aguas que puedan discurrir por la superficie drenan hacia un torrente. Las cuencas torrenciales producen flujos muy cargados de sedimentos conocidos como huaycos, debido a la concurrencia de factores como: fuertes pendientes, materiales deleznales sueltos en superficie, cubierta vegetal protectora rala o inexistente, agravados por una distribución estacional de las lluvias concentradas en el verano y secos en la mayor parte del año. Comprende tres sectores bien diferenciados: cuenca de recepción, canal de escurrimiento o de desagüe y cono de deyección.

Cuesta.- Es una forma de relieve disimétrica resultado del allanamiento y posterior disección de una serie sedimentaria monoclinial concordante, conformada por un estrato de roca deleznable comprimido debajo de un banco de roca resistente, afectada por una débil pendiente. Sus características generales dependen de las condiciones morfoestructurales, cuyas variantes permiten definir los tipos de cuestas. Sin embargo, en general, presentan un frente y un reverso. El frente está compuesto por un talud excavado a expensas de un talud deleznable, generalmente de pendiente empinada que constituye una vertiente anaclinal (del griego ana=contrariamente a y Kleinnen= está inclinado) que da paso a una depresión ortoclinal (del griego orthos=recto y klinen= está inclinado); mientras que el reverso es una superficie estructural plana e inclinada que coincide con el plano superior del estrato resistente con una pendiente de 0 a 10 ° es la vertiente cataclinal (del griego cata=conforme y kleinen=está inclinado). La cuesta culmina en una cornisa determinada por el estrato duro. La génesis de esta forma está ligado al intenso allanamiento miocénico que cepilla las estructuras sedimentarias plegadas, esta superficie sufre una intensa disección debido al trabajo que realizan los cursos durante períodos lluviosos del cuaternario. P. ej. el sector Norte del lago Titicaca el sinclinorio de Putina.

Cuña de hielo.- Cuerpo congelado de forma cuneiforme clavado sea en rocas coherentes o en material detrítico. Su presencia es común en las áreas periglaciares y glaciares tropicales de la muy alta montaña, donde se producen a partir del agua que se introduce en una fisura, el cual al congelarse en la noche con el máximo de enfriamiento ensancha progresivamente su cavidad y por

tanto el volumen de su masa, hasta alcanzar ocasionalmente dimensiones métricas, constituyéndose en una de las formas más activas de gelifracción en el área .

Decantación.- f. Proceso lento de sedimentación de partículas finas en suspensión, generalmente de limos y arcillas en aguas estancadas y tranquilas, transportadas por agentes como principalmente el agua, más raramente el viento, y que tiene lugar en áreas depresionadas, plano-cóncavas o de planicies. La decantación se caracteriza por ser un proceso sumamente selectivo de las partículas, las cuales se depositan en función de su masa y peso, los más grandes y pesados se depositan primero en los bordes, los más finos en las partes más profundas.

Declive.- m. Es la inclinación mayor o menor del terreno con respecto a la horizontal del lugar este declive va desde 0° a 5° suaves, de 5° a 15° moderadas de 15° a 35° de pendiente media y > 35° abruptas. Esta inclinación resulta de dividir la diferencia de nivel entre la distancia horizontal, que es igual a la tangente del ángulo y en este caso se expresa en grados y cuando se multiplica por 100 se expresa en porcentaje.

Diferencia de nivel

Declive = ----- = tag. del ángulo

Distancia horizontal

Ejemplo: 300 - 200 = 100m. (diferencia de nivel).

100

----- x 100 = 33%

300

Deflación.- f. Proceso morfodinámico de carácter eólico que se manifiesta por el arranque y transporte selectivo de partículas de pequeño calibre a distancias tanto más lejanas cuanto más finas sean, dejando en el lugar, en sus estados avanzados, relieves depresionados, llamadas cubetas o cuencas de deflación. Si tenemos en cuenta que el viento sólo puede trasladar materiales finos de algunos milímetros de diámetro como máximo, es frecuente observar en estas zonas pavimentos o empedrados, denominados, regs en los que sólo ha quedado el material grueso que no ha podido ser trasladado por el viento y que esta evitando o protegiendo al material fino que existe por debajo.

Depósito.- m. Conjunto de materiales detríticos transportados y depositados por un agente o por una combinación de dos o más agentes tales como el agua, el viento, el hielo, el hombre, etc. generando determinadas formas de relieve tales como: depósitos de litoral, de cono torrencial, morrenas, dunas, deltas, etc.

Deposito fluvioglaciario.- Material detrítico acumulado por corrientes fluvioglaciáricas, entre los cuales se distinguen: a).- Fluvioglaciáricos o fluvioglaciares depositados por acción de las aguas corrientes resultante de la fusión glaciaria, consistentes principalmente de cantos, gravas y arenas con una estratificación pobre, b) Limnoglaciáricos que resultan de la colmatación de las lagunas de origen glaciario, en la mayoría de casos se componen de arenas finas dispuestos en capas horizontales, limos en alternancias que constituyen indicadores del ritmo estacional de las lluvias en la zona.

Depósito glaciario.- En sentido restringido está constituido por materiales trabajados por los glaciares tales como las morrenas. En sentido amplio incluyen a todos aquellos depósitos resultantes de acciones fluvioglaciares o fluvioglaciáricos.

Deposito superficial.- m. Material detrítico más o menos suelto, acumulado encima de una forma del relieve, formado independientemente de la roca subyacente o parental, transportados y depositados por agentes naturales : arenas finas, limos y arcillas transportadas por el viento, aluviones y gravas transportadas por los ríos, morrenas por los glaciares, etc. La turba se considera dentro de esta clasificación, a pesar de haberse formado in situ. En cambio, un suelo formado a partir de la alteración de la roca subyacente no se considera un depósito superficial.

Depresión.- f. Término genérico que designa una forma del relieve cóncavo o hundido por debajo de un nivel de referencia. Su origen se relaciona a dos factores: a) tectónico, se debe a bloques hundidos y b) por erosión, de rocas blandas. La magnitud de las depresiones es muy variada, tanto en extensión como en profundidad, pudiendo ser, desde regionales hasta locales.

Derrubios.- m. Material fragmentado mediante procesos de meteorización mecánica y por la gravedad principalmente; la granulometría de estos materiales es muy variada, abarcando indistintamente la gama desde guijarros, arenas, limos y arcillas.

Derrumbe.- m. Desplome violento y prácticamente instantáneo de una masa importante de materiales poco coherentes o un substrato por lo general fisurado, en los que la gravedad actúa como agente principal.. En este tipo de movimiento en masa, el agua no empapa la masa afectada de este proceso, sin embargo, infiltrándose a través de las fisuras pueden generar superficies de lubricación activando de manera importante este proceso. Los movimientos sísmicos pueden producir dislocaduras y desequilibrios para producir derrumbes o desplomes espectaculares. P. ej. Pico Norte de Huascarán, que el 31 de Mayo de 1970. El socavamiento lateral de ríos con valles empinados contribuye también a la ocurrencia de este proceso. T. sin. desplome, desprendimiento.

Descarga.- f. Volumen de agua que pasa a través de una sección en una corriente de agua en una unidad de tiempo, se le mide en l / s ó m³/s. Su conocimiento a través de largas mediciones es de gran importancia para la mejor utilización del recurso agua, especialmente en aquellos lugares donde este recurso es escaso. T. sin. caudal.

Descarga sólida.- f. Volumen de materiales sólidos de granulometría variada, seleccionados o no, acarreados y depositados por un agente de transporte.

Desecación.- f. Es el progresivo incremento de la aridez de una zona como consecuencia de un gradual descenso de las lluvias se acentúa el déficit de agua disponible, ello implica a largo plazo la ocurrencia de una crisis climática y luego una cambio climático. La desecación, muy frecuentemente es acelerada por la acción humana como la deforestación indiscriminada, pastoreo excesivo, inadecuadas prácticas agronómicas, suspensión de la irrigación, etc.

Desembocadura.- f. Lugar de confluencia o de desagüe de un río tributario en su río principal; de un afluente en un lago o laguna, mar u océano. Con frecuencia son puntos relativos de referencia para fines de localización.

Desertificación.- f. Proceso por el cual una zona con cobertura vegetal, pasa gradualmente a constituir un desierto. Frecuentemente la desertificación actúa en los bordes periféricos caracterizados por su extrema sequedad, la que constituye al mismo tiempo la más severa limitación al desarrollo de la vegetación, empujando sus efectos a las regiones semiáridas más secas. Su presencia se ve favorecida cuando la intensidad de la actividad antrópica supera la capacidad natural de regeneración de la flora natural, debido a las prácticas irracionales como el sobrepastoreo, tala indiscriminada, practicas agronómicas inadecuadas, la práctica de las quemadas, etc., las que determinan la mengua gradual de la

cobertura vegetal natural hasta su posterior extinción, y con ella la de los animales herbívoros que dependen de ella, así en estas áreas comienza a predominar una acción generalizada de acciones de meteorización mecánica y acciones eólicas. Un ejemplo lo constituyen las vastas regiones de los departamentos de Piura y Tumbes, así como extensas porciones semiáridas andinas.

Desgarre.- m. Escarpe por rotura producida por un deslizamiento, va acompañado a menudo de un movimiento relativo horizontal de uno de los bloques afectados en los deslizamientos.

Deshielo.- m. Proceso físico por el cual la nieve o el hielo se transforman en agua cuando la temperatura asciende por encima del punto de congelación; se aplica por extensión a las épocas del año en las que tiene lugar este fenómeno.

Deslizamiento.- m. Es un proceso morfodinámico de movimiento en masa inicialmente lento y posteriormente de desplazamiento violento. Ocurre debido a la abundancia de material rocoso con abundante matriz arcillosa sobresaturada de agua, en tales condiciones la masa resbala a lo largo de la componente de la gravedad que este caso viene a ser un plano paralelo a la pendiente siguiendo las leyes de la deformación plástica, si la deformación continúa y alcanza a sobrepasar el umbral de plasticidad pasa a comportarse como fluido, estado a partir del cual, se produce una grieta vertical en la cabecera y en forma cóncava hacia el cielo llamada nicho de deslizamiento. Un deslizamiento se presenta en pendientes desde fuertes hasta moderadas, con dimensiones y espesores muy variados, las hay de cientos de miles de m³ hasta de algunas decenas de m³ de volumen y de espesor varían de menos de un metro hasta más de 20 metros. Un deslizamiento por lo general predomina en montañas, en vertientes de áreas periglaciares, riberas de los lagos, lagunas, etc. en donde puede presentar una superficie irregular escalonada. Frecuentemente, un deslizamiento es activado por un estrato arcilloso impermeable, un plano de falla, un canal de riego mal concebido, la utilización irracional por parte del hombre, etc.. Dependiendo de su magnitud y emplazamiento pueden causar estragos, alguno de ellos muy graves. Algunos deslizamientos pueden ocurrir también en seco, reactivados por movimientos tectónicos o sísmicos.

Detritos.- m.(del latín = detritus, desgastado) Sedimentos o fragmentos que resultan de la descomposición de las rocas sólidas por acciones mecánicas, químicas o biológicas o por combinaciones de ellas. Estas partículas son generalmente susceptibles al transporte. Su granulometría es muy heterogénea.

Diaclasa.- f. Fractura o junta, microscópica o macroscópica en la que no se observa movimiento relativo entre sus lados. Aparece en la masa de una roca, principalmente debido a esfuerzos tectónicos. Las diaclasas tienen una gran importancia en el modelado ya que preparan el material rocoso condiciones en las cuales son más eficaces todos los procesos erosivos en especial de la meteorización y los movimientos en masa. Están presentes sobre todo en rocas masivas ígneas y metamórficas o sedimentarias coherentes.

Diastrófico.- m. Esfuerzos que ocurren en la corteza terrestre que tienden a deformar las mismas, plegándolas, fallándolas, hundiéndolas o levantándolas dando origen a estructuras tectónicas muy variadas cuyas características dependen de la fuerza y el ritmo de las deformaciones, así como de la extensión de los espacios que los afectan. Las fuerzas diastróficas pueden ser: a). Tectogénicas, cuando son intensas, relativamente rápidas y muy localizadas y b). Epirogenéticas, cuando son moderadas, lentas y afectan masas continentales en su totalidad generando amplios basculamientos. Excluye el vulcanismo.

Discordancia.- f. Superficie de ruptura o hiato en la continuidad de una secuencia estratigráfica de otra. Su presencia se explica por un prolongado lapso de erosión y procesos diastróficos del relieve sobre el cual se acumulan secuencias más jóvenes de rocas sedimentarias. Disconformidad y discordancia angular son dos tipos distintos de discordancia.

Discordancia angular.- Discordancia en la que los estratos de las rocas más antiguas, subyacentes tienen una inclinación diferente que los estratos suprayacentes más modernos .

Disección.- f. Incisión o corte lineal en el terreno producida por acción de la arroyada. El modelado de disección constituye un concepto fundamental en Geomorfología. La disección se expresa en el terreno por incisiones en surcos y cárcavas y se presenta allí donde las condiciones del modelado sean rexistáticas, ya sea por causas naturales, como la persistencia de condiciones climáticas de aridez o semiáridas, con lluvias estacionales, concentradas y violentas, vertientes con abundante material arcilloso, con escasa a nula protección vegetal o bien, por causas generadas por la irracional acción humana, como el desboscado en áreas pendientes en el trópico húmedo, prácticas inadecuadas en las actividades agropecuarias, defectuosos sistemas de riego, sobrepastoreo, quemados, etc. Las vertientes largas y con las características anotadas favorecen el desarrollo del modelado de disección ya que permite una mayor concentración de la

escorrentía y la carga de sedimentos que resultan siendo función directa de la capacidad de incisionamiento.

Disgregación.- f. Proceso de meteorización mecánica que sufren las rocas debido a alternancias térmicas, al congelamiento-deshielo, a las variaciones en el contenido de humedad, etc. que provocan la separación o partículas superficiales de las rocas. Este proceso afecta a las rocas con una intensidad muy variada, dependiendo del medio morfoclimático en el que se hallen, así por ejemplo: La disgregación es muy eficaz en areniscas y granitos expuestos en un clima tropical seco, que cuando estas mismas rocas, se hallan en un clima templado frío en donde son afectadas por este proceso con una intensidad moderada a nula. T. sin. desagregación.

Divisoria de aguas .- f. Línea que une los puntos más altos del relieve, entre dos vertientes fluviales o entre cuencas hidrográficas; en el primer caso se trata de divisorias de aguas elementales en el segundo caso son las principales, las hay desde cuencas de carácter continental hasta cuencas locales y más pequeñas. Esta línea divisoria puede pasar por cimas aristadas, redondeadas u onduladas y puede modificarse eventualmente con gran dinamismo, por capturas o por efecto de los movimientos tectónicos. Es usado como equivalente de límite de cuencas hidrográficas o línea divisoria.

Efusión.- Proceso de expulsión de materiales magmáticos del interior de la corteza terrestre, generalmente a través de un volcán.

Efusiva .- Roca ígnea volcánica de textura afanítica debido a su rápida consolidación por enfriamiento brusco en la superficie terrestre.

Enfriamiento por radiación.- Enfriamiento de una superficie debido a que se escapa más radiación de la que llega. Es particularmente común en invierno, durante la noche y las primeras horas del amanecer; y cuando el cielo está despejado, en donde con frecuencia, las expresiones máximas de este proceso se observa en las porciones superficiales de las aguas y del suelo se congelan, marcando el inicio de los procesos periglaciáricos prácticamente diarios en los Andes altos.

Englacial.- Contenido en el interior de un glaciar o manto de hielo sean: derrubios, arcillas, morrenas, cursos de agua.

Entropía .- Término tomado de la termodinámica, cada vez más utilizado en

climatología y en geomorfología. La entropía es una medida de la energía que ha cesado de estar disponible para el trabajo en un sistema dado; p. ej. En un sistema de presiones atmosféricas, o en un proceso geomorfológico. Un máximo de entropía significa o denota un mínimo de energía aprovechable. Así, por ejemplo, un relieve elevado proporciona energía al sistema; a medida que la superficie del terreno desciende, se incrementa la entropía hasta que, la elevación desaparece por erosión, entonces la entropía es máxima.

Eólico.- Término usado para referirse a la acción del viento, su acción se ve favorecida en los terrenos abiertos. En geomorfología usado para referirse al trabajo del viento, en terrenos descubiertos, con nula a escasa protección vegetal y abundante material detrítico en superficie como es el caso de los desiertos, Las acciones eólicas constituyen un eficaz agente de modelado en superficies en las que actúan. En las superficies cubiertas de arena, movilizándolo y depositando de un lado acarrear y depositan las más finas (dunas) y de otro, dejan en el lugar materiales gruesos gruesa (superficies empedradas). Pero también puede actuar localmente en estepas y zonas semiáridas, en donde acciones abrasivas forman tafonis, yardans, etc . La deflación bajo ciertas condiciones puede formar cubetas hidroeólicas.

Epirogenético.- Relativo a las fuerzas constructoras de los continentes. El término se aplica a todos los movimientos corticales, verticales, o radiales lentos, que afectan a grandes masas, levantándolas o hundiéndolas como parte de ajustes isostáticos. No Afectan estructuras antiguas y los estratos no son plegados o comprimidos, sino que son combados o inclinados ligeramente y no tienen fallamientos.

Equilibrio.- Término genérico usado para designar un estado de compensación, producido cuando varias fuerzas han creado un estado o forma que no puede alterarse con el paso del tiempo, a menos, que una de estas fuerzas varíe; de otro modo: si se produce una tendencia temporal al cambio, es compensada por una fuerza opuesta, tendente a restaurar el sistema en su forma o estado inicial; p.ej. equilibrio isostático, perfil de equilibrio de un río o de una vertiente, de una costa, equilibrio estable o inestable de una columna de aire en la atmósfera, etc. Ver perfil de equilibrio .

Equilibrio dinámico.- Situación de compensación de fuerzas en un paisaje físico; p.ej. Entre la tasa de meteorización de las rocas y la tasa de remoción de materiales meteorizados al pie de la vertiente. La existencia de un equilibrio de este tipo puede venir indicada por los ángulos de pendiente en una pequeña

región cuyo relieve, rocas superficiales, clima y vegetación, sean uniformes. El equilibrio no se mantiene siempre, sino que puede alterarse, p.ej. debido a un cambio climático que influya en la meteorización y la remoción. Sin embargo, se considera que con el tiempo el equilibrio se establece de nuevo mediante el ajuste del ángulo de pendiente a la nueva situación. De esta manera el equilibrio dinámico (cambiante). "Aceptar la teoría del equilibrio dinámico significa abandonar el análisis del paisaje desde el punto de vista de la estructura, proceso y etapas, y sustituirlo por la explicación del relieve simplemente como resultado de una interacción entre estructura y proceso".

Erosión.- Conjunto de procesos de modelado de la superficie terrestre por parte de unos agentes tales como: Aguas corrientes, viento, hielo, oleaje, la gravedad y el hombre entre los más importantes. Incluye el transporte del material, pero no la meteorización in situ, ni el deslizamiento por gravedad. La modalidad e intensidad de la erosión depende de los agentes actuando en determinados factores tales como: clima, forma del relieve, naturaleza de la estructura y litología superficial, cobertura vegetal, pendiente del terreno etc. Esta definición, en sentido amplio se considera en geomorfología como más correcta, siendo equivalente a morfodinámica y excluyendo a la meteorización in situ o estática y los movimientos en masa. En sentido restringido, la erosión implica únicamente la pérdida o arranque de materiales sustraídos al terreno, a lo que por comodidad se le denomina también gliptogénesis.

Erosión acelerada.- V. Erosión antrópica.

Erosión antrópica .- Proceso de pérdida de materiales superficiales como consecuencia de las actividades humanas, se traduce en la pérdida relativamente rápida de materiales superficiales de una determinada forma de relieve modificando sus condiciones naturales de equilibrio, mediante la aplicación inadecuada de prácticas de manejo de la tierra, generando ya numerosos casos en los que se ha constatado grave deterioro ambiental, muchas de las cuales, con carácter irreversible p.ej. tala y quema de bosques del trópico húmedo, tala en los bosques secos; sobrepastoreo y quema de pastos en la puna, en las colinas altas de las estribaciones occidentales (llamadas lomas), sobrepastoreo y malas prácticas agronómicas en las regiones semiáridas, acumulación de desechos en las regiones periglaciares y glaciares, etc.

Erosión concentrada.- V. Erosión lineal.

Erosión diferencial.- Pérdida de material sólido en rocas de menor resistencia

relativa, respecto a otras más coherentes; la consecuencia es una depresión que se produce en las rocas deleznales debido a una mayor eficacia de los agentes de erosión, quedando en una posición elevada la que presenta una mayor resistencia a esos mismos agentes de erosión.

Erosión difusa.- Pérdida de materiales finos ocasionados por la escorrentía superficial del mismo nombre, es decir por hilos finos de agua sin dirección definida que confluyen y difluyen constantemente, afectando toda una superficie con intensidad generalmente moderada, actúa en zonas con buena cobertura vegetal y con bajas a moderadas pendientes, cuando este proceso viene a ser más importante pasa a adoptar el término de erosión laminar.

Erosión laminar.- Pérdida de materiales superficiales finos debido al escurrimiento hídrico en forma de lámina de agua que se traduce en una ablación generalizada del terreno, razón por la cual se le llama también “lavado por mantos”. Término equivalente: erosión pelicular

Erosión lineal.- Pérdida de material sólido a lo largo de una sucesión de puntos; ocurre principalmente en los cauces. Es conocido como erosión concentrada por oposición a la erosión difusa o laminar llamada también erosión areolar por actuar sobre áreas del relieve. El resultado de su acción se traduce en incisiones que disectan la vertiente tanto más activos cuando trabajan sobre materiales impermeables como arcillas, materiales detríticos poco cohesionados, vertientes largas que permitan la concentración hídrica, climas semiáridos, malas prácticas de uso del suelo, etc.

Erosión pluvial.- Proceso morfodinámico originado por la energía cinética de las gotas de lluvia al impactar sobre terrenos secos y polvorosos, ponen inmediatamente en movimiento finas partículas sueltas de la superficie de las vertientes. En el bosque tropical lluvioso, la condensación que ocurre a nivel de las copas de los grandes árboles origina una caída continua de gotas cuyo papel morfológico puede ser muy importante en muchos casos. En las áreas cultivadas el papel de la erosión pluvial es muy variada, dependiendo del tipo y densidad de cobertura, follaje, forma de las hojas p. ej. Las plantaciones de té son altamente protectora mientras que son todo lo contrario las plantaciones de coca o maíz en terrenos con pendientes desde moderadas.

Estrías glaciares.- Son ranuras alargadas que se forman durante el movimiento glaciar, en una superficie de rocas coherentes, por acción del movimiento glaciar acompañado de material morrénico que actúa como una lija, con frecuencia las

ranuras cruzadas resultan como consecuencia de los cambios locales de dirección de los glaciares. Se observa sin embargo, que la dirección general de las estrías coincide con la dirección predominante del glaciar.

Factores geomorfológicos, son aquellas condiciones en las cuales actúan con distintas modalidades e intensidades los agentes geomorfológicos, los factores principales son: el clima, la estructura y litología superficial, las formas del relieve, las pendientes, la cobertura vegetal, etc.

Firn.- Término alemán que significa un estado intermedio entre nieve y hielo. Es una sustancia más antigua y compacta que la nieve pero no es una masa deshielo es equivalente de neviza.

Fluvioglacial. V. Depósito fluvioglacial

Gelifluxión.- Proceso de movimiento en masa caracterizado por el flujo de tierras en ambientes periglaciares debido al congelamiento del subsuelo.

Gelifracción.- Proceso morfodinámico de destrucción de las rocas propias de regiones periglaciares, debido a los contrastes térmicos elevados. Temperaturas por debajo de 0°C por las noches y temperaturas positivas durante el día permiten la alternancia de congelamiento y deshielo. El agua de fusión de la nieve y el hielo del día escurre y rellena las grietas de las rocas en donde se congela por las noches aumentando su volumen, actuando como una cuña separando fragmentos rocosos generalmente angulosos. T sin. Crioclastía

Geliturbación.- Es un revolvimiento del suelo o desplazamientos que alteran la estructura de los horizontes del suelo; originan diversos suelos poligonales. Pueden llegar a provocar movimientos en masa como solifluxión. Son propios de ambientes periglaciares. Término sinónimo

Gelivación.- Proceso morfodinámico de meteorización importante y muy activa propia de áreas periglaciares de la alta montaña. Incluye las acciones de cuña del agua infiltrada en las rocas al congelarse, al agua de fusión glaciar que desplaza fragmentos rocosos así producidos. Los resultados son los nichos de nivación, la formación de suelos poligonales, y los movimientos llamados de solifluxión.

Glacial.- adj Helado muy frío, hace referencia al clima.

Glaciar.- Masa de hielo acumulada por encima del límite nival. El glaciar nace por encima del límite de nieves, donde se encuentra su zona de alimentación, al descender por debajo del límite nival entra en la zona de ablación donde su extensión depende del balance entre la acumulación y el deshielo. Los glaciares pueden dividirse en tres grupos: montañosos, continentales y de meseta o transicionales.

Glaciar activo.- Es aquel que responde a la zona de alimentación. El extremo terminal de la lengua glaciar puede encontrarse tanto en el estadio de avance como en el de retroceso, conservándose en ambos casos el movimiento del hielo.

Glaciplanación.- Conjunto de procesos geomorfológicos de carácter glaciar y periglaciar que tienden a la reducción del relieve, construyen formas muy variadas según la naturaleza de las rocas.

Gliptogénesis.- En sentido restringido, la erosión implica únicamente la pérdida o arranque de materiales sustraídos al terreno, a lo que por comodidad se le denomina también gliptogénesis.

Límite nival.- Es borde inferior de un manto de nieve más o menos continuo que coincide con la isoterma de 0 °C por encima del cual se halla el glaciar o más exactamente la zona de neviza o de firn y de hielo permanente, conocida como zona de alimentación glaciar, por debajo de este límite es bastante difícil la permanencia del glaciar, salvo en aquellas cuencas en la que la zona de alimentación sea lo suficientemente grande como para emitir una legua glaciar potente que pueda subsistir a la intensa fusión que sufren en estos sectores como consecuencia de las temperaturas positivas por debajo del límite nival.

Lengua glaciar .- Porción móvil de un glaciar montañoso que se extiende por debajo del límite nival o sea de la línea de nieves permanentes, en la zona de ablación que ocupa el valle glaciar. Puede alcanzar longitudes de algunos kilómetros, algunas veces de unos metros.

Meteorización.- Disgregación o descomposición de las rocas, que originan in situ una acumulación de derrubios, depende de varios factores: De la naturaleza de la roca, del clima, del relieve, etc. Las acciones de meteorización pueden ser: Mecánica, química, o biológica. En el primer caso, tenemos las acciones del hielo, los cambios térmicos, etc. En el segundo, la solución, hidrólisis, oxidación, hidratación, etc. y finalmente, en el tercer caso, la presencia de

musgos, líquenes, raicillas, etc. La acción del viento y de la lluvia no se incluyen en el concepto de meteorización, por cuanto incluye transporte de materiales.

Montaña.- Elevación natural mayor de 300m. de la superficie terrestre con respecto a las porciones contiguas. Una montaña puede tener una forma aislada o constituir conjuntos mayores con varias alineadas o unidas. Por lo general, presenta formas con pendientes moderadas a bajas en las partes bajas, moderadas a fuertes en las medias y fuertes a escarpadas en las partes altas.

Morfogénesis es el estudio del origen de las formas del relieve, ello implica el análisis de agentes y factores en función de los procesos que han contribuido a la construcción y modelado de las formas del relieve presentes en el área.

Morfodinámica .- Hace énfasis en las modificaciones positivas o negativas que sufre una forma de relieve bajo la acción directa de una combinación de agentes y factores y determinadas condiciones generadas por los mismos.

Morrena .- Conjunto de detritos rocosos transportados o abandonados por un glaciar. Podemos distinguir, M de fondo, que es una gran masa de rocas cuyo movimiento la fragmentación de los detritos está asociado a la capa de hielo inmediata al fondo del glaciar. La morrena terminal o frontal que es la que se dispone en forma de cresta alargada, en forma de arco en el borde inferior del glaciar montañoso y de las morenas laterales, que constituyen crestas alargadas que se construyen a los costados de la lengua glaciar tanto por fusión de los bordes y depositados por gravedad y por las aguas de fusión. Estas morenas en general, son un índice actual de antiguos márgenes del glaciar en sus bordes inferiores terminales y son al mismo tiempo, las evidencias del retroceso o avance glaciar. Las morrenas se caracterizan por presentar una granulometría heterogénea, en donde predominan materiales finos procedente de los materiales piroclásticos y tobas, hasta material grueso y anguloso procedente de las coladas andesíticas, sin ninguna clasificación.

Nicho de nivación.- Oquedad pequeña en donde se acumula la nieve y se dan procesos de meteorización química y la gelivación . Si el nicho se hace lo suficientemente ancho y profundo la nieve puede acumularse permanentemente y convertirse en nevero.

Obsecuente (Drenaje) .- Se dice del río que sigue un sentido contrario al buzamiento de las estructuras. Termina equivalente anaclinal.

Ortoclinal (Drenaje) - Se dice del drenaje que sigue un sentido perpendicular al buzamiento. En la terminología moderna, viene del griego orto=recto y clein=inclinación.

Paleogeográficas.- Explican las condiciones en las cuales se desarrollaron en un pasado reciente determinadas formas y procesos del relieve y que son evidentes en la actualidad, por ejemplo las morenas glaciarias.

Perfil de equilibrio.- Usado para indicar la pendiente de una vertiente o de un lecho fluvial y los materiales que los recubren muestran un perfil longitudinal de relativo equilibrio; en ambos casos la pendiente se modifica constantemente creándose una situación de equilibrio entre la fuerza y la resistencia. En el caso de las vertientes el **P. d. E.** depende principalmente de su granulometría y constitución; en el caso de una corriente de agua el **P.d. E.** Varía en razón de la resistencia del lecho, y en razón inversa del caudal de la corriente y la corriente tienden a dar al lecho un perfil longitudinal cuya silueta es cóncavo hacia el cielo. El **P.d. E.** Se reajusta constantemente debido a que las relaciones de carga-caudal se modifican constantemente en el tiempo y en cada sector del lecho. Las vertientes son mostradas por un perfil transversal, dibujado en ángulo recto al eje fluvial, su forma está vinculada con la naturaleza y estructura de las rocas, la capacidad erosiva del curso glacial y fluvial, los efectos de la meteorización y a las características de los procesos.

Principalía .- Teoría mediante la cual se establece en el punto inicial u origen de un río y su desembocadura, para así definir su eje fluvial.

Procesos Geomorfológicos.- Conjunto de procesos naturales y antrópicos que ocurren en la superficie terrestre o en porciones de ella mediante determinados agentes y factores. Los principales agentes son: aguas corrientes, viento, hielo, oleaje, la gravedad y el hombre entre los más importantes. Los principales factores son: clima, forma del relieve, naturaleza de la estructura y litología superficial, cobertura vegetal, pendiente del terreno etc. Agentes y factores actuando solos o a menudo combinados de manera compleja, generan determinados procesos geomorfológicos responsables que a su vez del origen y modelado las formas del relieve correspondientes. La modalidad e intensidad de estos agentes están condicionados a las características de los factores propios de cada sistema bioclimático.

Procesos morfodinámicos.- Estudio del conjunto de procesos activos que modelan las formas del relieve de un área dada. Por ello la morfodinámica se asocia frecuentemente a la morfología climática.

Procesos morfogenéticos.- Estudio del conjunto de procesos que dan origen a las formas del relieve, así una descripción morfogenética de una forma del relieve es aquella en la que se considera su origen y desarrollo probables. Una "región morfogenética" es aquella en la que predominan condiciones climáticas y erosivas que le confieren características y peculiaridades especiales distintas que las diferencian de manera diversa, de otras áreas, incluso vecinas. La eficacia del papel de estos procesos geomorfológicos puede ser calificada, según sea el caso, por su intensidad: de severa, moderada o leve, por el ámbito espacial en el que actúa como: generalizada o localizada, por la frecuencia de su ocurrencia como: esporádica o estacional y por su génesis como natural o antrópica.

Procesos periglaciares o periglaciáricos.- Es un conjunto de efectos producidos en el relieve como consecuencia de la sucesión alternativa del congelamiento y el deshielo. Los principales procesos periglaciares o periglaciáricos son: La gelifracción o crioclastia, Crioturación y movimientos en masa como la reptación o pip krake y la solifluxión.

Radial centrífuga (drenaje) .- Patrón de drenaje en el que los cursos de agua se dirigen convergentes hacia el exterior, se presenta frecuentemente en el exterior de los conos volcánicos; anticlinales o sinclinales erosionados, colinas o domos.

Radial centrípeta (drenaje).- Patrón de drenaje donde la red de cursos de agua son convergentes hacia un punto central interior, confluyendo en un mismo punto. Se presenta en una depresión por hundimiento del sustrato, una dolina, una cuenca cerrada endorreica, la parte interna de una caldera, un sinclinal o anticlinal erosionado. Es frecuente en las regiones áridas en donde los casos más extremados generan un drenaje endorreico.

Reptación.- Desplazamiento lento de partículas del suelo. Se producen por variaciones del temperatura y la humedad. En el primer caso el efecto congelamiento y deshielo es decir procesos periglaciares o periglaciáricos, en superficies en pendientes comprendidos entre 10 a 35 ° de inclinación en el que las partículas se desplazan en conjunto pendiente abajo con ayuda de la gravedad. La humedad contribuye a incrementar el índice de plasticidad del suelo.

Solifluxión.- Es un movimiento en masa lento de suelos constituidos de material fino, sobresaturados de agua, es un proceso frecuente en las áreas periglaciares afectando inclusive pendientes bajas, tiende a evolucionar hacia deslizamientos en estos casos muestran una superficie o cicatriz de arranque.

Socavamiento lateral .- el agua alojado en las depresiones y en los lechos de cursos de agua, al congelarse inclusive profundamente, aumenta de volumen presionando sobre las paredes laterales deleznales del lecho, contribuyendo al sistemático ensanchamiento a manera de socavamiento lateral de sus paredes, cuyo micro perfil transversal tiene la forma de U cerrada, a menudo con una profundidad mayor que el ancho, con paredes fuertemente cóncavas hacia la superficie de agua de la corriente.

Subsecuente (drenaje) .- Curso que corre en sentido perpendicular al buzamiento de las estructuras. Equivalente a drenaje ortoclinal en la moderna terminología descriptiva.

Talud de escombros.- Llamado también talud de derrubios, constituida por fragmentos rocosos subangulosos que se acumulan al pie de una vertiente rocosa. Los materiales detríticos descienden por gravedad a lo largo de un sector del frente, no existiendo un corredor de escombros definido, con pendiente muy pronunciada, comprendida entre los 30 y 35° de inclinación y donde los fragmentos más grandes efectúan un recorrido más largo llegando a la parte basal o distal del mismo por su mayor peso. Los taludes de escombros, son muy frecuentes en ambientes periglaciares.

Tobas.- Grupo de rocas formado por materiales arrojados por las erupciones volcánicas, tales como, ceniza, arena y lápili posteriormente compactados y cementados. Ver ceniza.

Zona de convergencia intertropical (ZCIT).- Es una banda de confluencia de los vientos alisios del NE con los del SE . Se caracterizan por bajas presiones y fuertemente inestables, por lo cual están permanentemente cubiertas por una banda nublosa, responsable de intensas lluvias. En el verano austral experimentan su máximo avance hacia el sur, lo que explica las lluvias de verano en nuestros Andes.



BIBLIOGRAFIA.

Atlas Mundial Explorando el planeta National Geographic Ed. RBA
Publicaciones SA. Barcelona –España.

Bellido, E. Sinopsis de la geología del Perú, Servicio de Geología y
Minería, Lima 1969

Boletín de la Sociedad Geográfica de Lima TCII Enero-Diciembre 1982

Climatic of the 21 st Century: Changes and risks . J.Loza, H. Grabl yP. Hupler
Wissenschaftliche Auswertungen. Amburg, Germany 2000.

Coque, R. Geomorfología Alianza Editorial. Madrid 1984.

Dollfus, O. Territorios andinos IFEA, Lima 1991

Diccionario Enciclopédico Santillana. Editorial El Comercio, Lima 2000

Flohn H. World Survey of climatology , Elsevier publishing company
Ámsterdam- 1969.

Garcia C. Diccionario Geográfico del Perú. Lima 1972.

Gran Atlas del Mundo The Times Editorial El Comercio, Lima 1996.

Instituto Geográfico Nacional IGN . Base Cartográfica: Carta Nacional
1: 100,000

Jansky, Bohumir, Nuevo levantamiento geodésico-hidrográfico de los
orígenes del Amazonas. IPGH N° 128 Julio Diciembre 2000.

Kalliola, Puhakka, Danjoy, Amazonía Peruana, U. de Turku-ONERN, 1993.

Kinzl, Hans La glaciación actual y pleistocénica en los Andes centrales, SGL
T.LXXXIX N°89 Agosto 1969

Peñaherrera, C. Geografía General del Perú Síntesis/Tomo I/ Aspectos físicos,
Lima 1969.

Strahler, Arthur, Geografía Física Ed. Omega Barcelona 1994.

Tovar O . Pub. Mus. Natur. Javier Prado UNMSM .

D. Witten y J. Brooks, Ed. Alianza Diccionarios SA. Madrid 1980



INDICE DE ANEXOS

CUADROS:

Pag.

Cuadro N° 1.- Planteamientos sobre el origen del río Amazona.....	13
Cuadro N° 2.-Áreas de cuencas Hidrográficas que dan origen al río Amazonas. 26	
CuadroN° 3.- Datos de temperatura y velocidad de vientos	33
Cuadro N° 4.- Criterios para el análisis de la principalía del río Amazonas	154
Cuadro N° 5.- Cuantificación de criterios que dan origen al río Amazonas	155

GRAFICOS:

Gráfico N° 1.- Esquema hidrográfico del río Amazonas	11
Gráfico N° 2.- Perfiles Geomorfológicos de la cuenca Garhuasanta	49
Gráfico N° 3.- Perfiles Geomorfológicos de la cuenca Apacheta	84
Gráfico N° 4.- Perfiles Geomorfológicos de la cuenca Sillanque	115
Gráfico N° 5.- Perfiles Geomorfológicos de la cuenca Ccaccansa	133

MAPAS:

Mapa N° 1.- Mapa de Ubicación del Área de Estudio	24
Mapa N° 2.- Mapa de Orden Fluvial (En penúltimo lugar del trabajo).	
Mapa N° 3.- Mapa Geomorfológico del Área de Estudio (Al final del trabajo)	

FOTOGRAFÍAS:

Fotos 1 y 2	48
Fotos 3 y 4	56
Fotos 5 y 6	63
Fotos 7 y 8	91
Fotos 9 y 10.	92
Fotos 11 y 12	94
Fotos 13 y 14	109
Fotos 15 y 16	117
Fotos 17 y 18.	126
Fotos 19 y 20.	137
Fotos 21 y 22.	139
Fotos 23 y 24.	150

INDICE DE ANEXOS

CUADROS:

Pag.

Cuadro N° 1.- Planteamientos sobre el origen del río Amazonas.....	13
Cuadro N° 2.-Áreas de cuencas Hidrográficas que dan origen al río Amazonas.....	26
Cuadro N° 3.- Datos de temperatura y velocidad de vientos.....	33
Cuadro N° 4.- Criterios para el análisis de la principalía del río Amazonas.....	154



Cuadro N° 5. - Cuantificación de criterios que dan origen al río Amazonas.....	155
--	-----

GRAFICOS:

Gráfico N° 1. - Esquema hidrográfico del río Amazonas.....	11
Gráfico N° 2. - Perfiles Geomorfológicos de la cuenca Garhuasanta.....	49
Gráfico N° 3. - Perfiles Geomorfológicos de la cuenca Apacheta.....	84
Gráfico N° 4. - Perfiles Geomorfológicos de la cuenca Sillanque.....	115
Gráfico N° 5. - Perfiles Geomorfológicos de la cuenca Ccaccansa.....	133

MAPAS:

Mapa N° 1.- Mapa de Ubicación del Área de Estudio.....	24
Mapa N° 2.- Mapa de Orden Fluvial (En penúltimo lugar del trabajo).	
Mapa N° 3.- Mapa Geomorfológico del Área de Estudio (Al final del trabajo)	

FOTOGRAFÍAS:

Fotos 1 y 2 .	48
Fotos 3 y 4 .	56
Fotos 5 y 6 .	63
Fotos 7 y 8 .	91
Fotos 9 y 10 .	92
Fotos 11 y 12 .	94
Fotos 13 y 14 .	109
Fotos 15 y 16 .	117
Fotos 17 y 18 .	126
Fotos 19 y 20 .	137
Fotos 21 y 22 .	139
Fotos 23 y 24 .	150

VISTAS DE LA CUENCA DE CUENCA DEL RIO GARHUASANTA

1. Vista panorámica del valle glaciar Garhuasanta y del nevado Mismi y el circo glaciar activo al fondo. En primer plano, Fondo de valle aluvial en la salida de la artesa glaciar Garhuasanta hacia el sector superior del fondo de valle río Lloqueta. Nótese el campamento Checo (4 800msnm) junto a la entrada del valle Garhuasanta.
2. Sector medio de la artesa glaciar Garhuasanta Nótese en primer plano los bloques andesíticos y las tobas y el Fondo de valle aluvial plano del río Garhuasanta , al fondo a la izquierda el cerro Chocoyota. Nótese la intensa actividad ganadera.
3. Vista frontal de la superficie estructural andesítica de la formación Barroso. Obsérvese el amplio talud de derrubios al pie borde escarpado, siendo los materiales gruesos andesíticos y

los finos tobas, mismos se hallan reposando en la parte superior del fondo de valle Garhuasanta..

4. Margen izquierda de la artesa glacial Garhuasanta. En primer plano nótese las estrías producto de la intensa gelibación cerca de borde escarpado, que además constituye el límite inferior del circo glaciar Mismi. Al fondo el cerro Chocoyota

5. Laguna “Bohemia” bautizada así por el Geog. B. Jansky Jefe de la Expedición Binacional Peruano Checa Jatun Mayo 2000. En la vista el Dr. Jansky dirigiendo la batimetría, en la balsa Julius Cesak.. Nótese la superficie congelada de la laguna.

6. Canal de evacuación torrencial evidencia de las acciones de arroyada concentrada en el sector medio de la vertiente izquierda del valle glaciar Garhuasanta

7. Circo glaciar Apacheta. Expedicionarios llegando al “ojo de agua” que da origen al curso de la quebrada Apacheta. Nótese el circo Glaciar en proceso de fosilización y los bloques andesíticos - algunos de los cuales son grandes bloques como el que aparece en primer plano - recubriendo amplios sectores de tobas a dispersos en la vertiente.

8.- Foto tomada sobre el “ojo de agua” que da origen al curso de la quebrada Apacheta, sostenido por algunos como origen del río Amazonas. En la vista el Geog. Dr. B. Jansky jefe de la Expedición Binacional Peruano Checa Jatun mayo 2000, con el autor. Nótese la predominancia de bloques gelifractados cubriendo el terreno, no obstante una vegetación herbácea dispersa se instala.

7. Circo glaciar Apacheta. Expedicionarios llegando al “ojo de agua” que da origen al curso de la quebrada Apacheta. Nótese el circo Glaciar en proceso de fosilización y los bloques andesíticos - algunos de los cuales son grandes bloques como el que aparece en primer plano - recubriendo amplios sectores de tobas a dispersos en la vertiente.

8.- Foto tomada sobre el “ojo de agua” que da origen al curso de la quebrada Apacheta, sostenido por algunos como origen del río Amazonas. En la vista el Geog. Dr. B. Jansky jefe de la Expedición Binacional Peruano Checa Jatun mayo 2000, con el autor. Nótese la predominancia de bloques gelifractados cubriendo el terreno, no obstante una vegetación herbácea dispersa se instala.

9. Curso superior de la Quebrada Apacheta. En primer plano, el fondo de valle mostrando evidencias de procesos periglaciares acompañados de movimientos en masa por deformación plástica solifluxión. Al fondo superficie estructural de coladas andesíticas coherentes de la formación Barroso, sobre tobas volcánicas deleznales. A la derecha el abra Apacheta.

10 . Fondo de valle del sector superior de la Qda Apacheta. En primer plano efectos de los procesos de hielo – deshielo y el papel de la vegetación. Nótese la presencia de camélidos bordeando los 5,000msnm.

11. Vista transversal del sector bajo de la cuenca de la Qda Apacheta. En primer plano “ojos de agua” afectados de procesos periglaciares y solifluxión; luego el fondo de valle plano y estrecho en la margen derecha talud de derrubios producto de la crioclastia cubriendo la vertiente por debajo de la superficie estructural de coladas andesíticas que muestra el C° Huishcahuishca.

12. Fondo de valle en el sector bajo de la Qda. Apacheta. En primer plano vertiente baja del río Calomorro; que le da a la Qda. Apacheta su carácter de flujo hídrico permanente. Nótese

los procesos periglaciares intensos. En el plano medio a la izquierda una de las morenas laterales más importantes del área.

13. Acciones antrópicas en el sector bajo y margen izquierda de la vertiente interior de la morrena del valle glaciar Apacheta. Obsérvese los “claros” de terreno debido al sobrepastoreo la consecuencia es la mayor susceptibilidad a los agentes erosivos.

14. Acciones antrópicas ligadas al pastoreo en el “centro poblado” Calomorco sector bajo y margen izquierda de la Quebrada Apacheta. Obsérvese en primer plano un “ojo de agua” y su relación con la vegetación. El material superficial es morrénico.

15 Vista del cerro Huishcahuishca, en la parte superior las coladas andesíticas fuertemente gelifractados cuyos bloques se hallan dispersos en la vertiente compuesto de tobas. Nótese que los bloques alternan con yaretas y 2 integrantes de la expedición checa junto a las coladas andesíticas.

16 Vista al norte desde el cerro Huishcahuishca a 4850msnm. En primer plano vertiente con bloques andesíticos dispersos. A la izquierda de la foto el canal fluvial Apacheta-Ccaccansa, a la derecha el canal de la quebrada Sillanque. Al fondo derecho entrada a la cuenca del río Garhuasanta y luego la planicie del fondo de valle del río Lloqueta.

17. Curso inferior de la Quebrada. Sillanque. El primer plano confluencia por la margen derecha de la Quebrada. Sillanque sobre el colector Apacheta-Ccaccansa. Nótese que las aguas no están congeladas, la razón es que la foto ha sido tomada alas 3 de la tarde.

18. Vista de una parte del sector medio de topografía ondulada y drenaje de la Qda. Sillanque, al fondo tobas (de tono claro) recubiertas por coladas andesíticas y culminando la cima el sector oriental del nevado Mismi en el límite con la cuenca Garhuasanta.

19 Circo glaciar y curso superior del río Ccaccansa. Al fondo el nevado Cutiti (5415msnm) . Nótese la disimetría del fondo de valle y de las vertientes.

20. En primer plano, a la izquierda río Ccaccansa confluyendo con la quebrada Apacheta, al fondo el cerro Chocoyota y la entrada a la cuenca del río Garahuasanta.

21. Vista hacia aguas abajo del canal de escurrimiento de evidencias de escorrentía concentrada de tipo torrencial
Nótese la mayor capacidad de transporte que las aguas han alcanzado a este nivel.

22. Fondo de valle del curso medio y bajo del río Ccaccansa. Obsérvese en los taludes de derrubio en las vertientes inhumando los cordones morrénicos en la parte superior del fondo de valle. En primer plano agrupamiento de yaretas en el lado a sotavento de la morrena terminal Ccaccansa y en la parte central una morrena frontal parcialmente destruida.

23. Actividad periglacial y solifluxión que se observa en un cono deyectivo en los pies del cerro Mamacanca en la margen izquierda del curso bajo de río Ccaccansa.

24. Detalle de la vista anterior que muestra el proceso hielo-deshielo. Nótese la gran adaptación de la vegetación herbácea.



Geomorfología del origen del río Amazonas. Durand Castro, David
Mansueto.

Derechos reservados conforme a Ley