



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



# ESTUDIO DE APTITUD DE LAS TIERRAS ASOCIADO A LA PÉRDIDA DE SUELOS ANTE PELIGROS HIDROMETEOROLÓGICOS en las quebradas Pedregal, Cusipata y Payhua



Año 2021  
Lima-Perú

# **ESTUDIO DE APTITUD DE LAS TIERRAS ASOCIADO A LA PÉRDIDA DE SUELOS ANTE PELIGROS HIDROMETEOROLÓGICOS**

en las quebradas Pedregal, Cusipata y Payhua

PATRICIO ALONSO VALDERRAMA MURILLO  
Presidente Ejecutivo del SENAMHI

CONSTANTINO EUSEBIO ALARCÓN VELAZCO  
Director de Agrometeorología

KARIM LISSETTE QUEVEDO CAIÑA  
Subdirectora de Estudios e Investigaciones Agrometeorológicas

Autores

JUAN ANTONIO GUERRERO BARRANTES  
KARIM LISSETTE QUEVEDO CAIÑA  
LUIS ANGEL CRUZADO CUZQUÉN

Equipo de consultores

JUAN ANTONIO GUERRERO BARRANTES  
EMERSON CONRAD SALINAS CAPARACHIN  
RUY MORALES ROBERTTI  
PAÚL HENRY GONZÁLES ARCE

Equipo SIG

EMERSON CONRAD SALINAS CAPARACHIN  
MANUEL ORTEGA MAMANI

Primera edición: Diciembre de 2021

Depósito Legal N°2024-04806

Estudio disponible en: <https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/3361>

Editado por: © Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)  
Jr. Cahuide 785, Jesús María, Lima- Perú. Teléfono: (01) 614-1414  
[www.gob.pe/senamhi](http://www.gob.pe/senamhi)

---

**Todos los derechos reservados.**

**Prohibida la reproducción de este libro por cualquier medio, total o parcialmente,  
sin permiso expreso.**

Publicación realizada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Perú – SENAMHI en el marco del Fondo Para Intervenciones ante la Ocurrencia de Desastres Naturales-FONDES”.

Referencia sugerida:

Guerrero, J.A., Quevedo, K.L, Cruzado, L.A. Salinas, E.C., Morales, R., González, P.H. (2021). APTITUD DE LAS TIERRAS ASOCIADO A LA PÉRDIDA DE SUELOS ANTE PELIGROS HIDROMETEOROLÓGICOS en las quebradas Pedregal, Cusipata y Payhua. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. <https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/3361>

## ÍNDICE

### RESUMEN EJECUTIVO 14

1. INTRODUCCIÓN	15
2. OBJETIVOS	16
3. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	16
3.1. Cuenca del río Rímac	16
3.2. Quebrada Cusipata	17
3.3. Quebrada Pedregal	17
3.4. Quebrada Payhua	17
4. CLIMA Y METEOROLOGÍA	18
4.1. Características del clima y meteorología del Valle del río Rímac	18
5. GEOLOGÍA	20
5.1. Geología Regional	20
5.2. Geología de la Quebrada Cusipata	20
5.3. Geología de la Quebrada Pedregal	23
5.4. Geología de la Quebrada Payhua	27
6. FISIOGRAFÍA	31
6.1. Fisiografía Regional	31
6.2. Fisiografía de la Quebrada Cusipata	32
6.3. Fisiografía de la Quebrada Pedregal	37
6.4. Fisiografía de la Quebrada Payhua	41
7. ZONAS DE VIDA	49
7.1. Introducción	49
7.2. Zonas de Vida en la Quebrada Cusipata	53
7.3. Zonas de Vida en la Quebrada Pedregal	54
7.4. Zonas de Vida en la Quebrada Payhua	57
8. COBERTURA VEGETAL	61
8.1. Fitoma	61
8.2. cobertura vegetal en la Quebrada Cusipata	62
8.3. cobertura vegetal en la Quebrada Pedregal	65
8.4. cobertura vegetal en la Quebrada Payhua	70
9. FLORA Y VEGETACIÓN	78
9.1. Introducción	78
9.2. Métodos de Muestreo	79
9.3. Análisis de datos	85
9.4. Resultados	87

10. APTITUD BIOCLIMÁTICA	103
10.1. Metodología	103
12. SUELOS	105
12.1. Definiciones	105
11.2. Unidades Taxonómicas de los Suelos	107
11.3. Nivel de Ejecución del Levantamiento de Suelos	108
11.4. Diseño del Trabajo de Campo para levantamiento de suelos	110
11.5. Suelos de la Quebrada Cusipata	114
11.6. Suelos de la Quebrada Pedregal	120
11.7. -Suelos de la Quebrada Payhua	127
11.8. Suelos identificados a mayor altitud	137
12. CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LAS TIERRAS	138
12.1. Definiciones	138
12.2. Categorías del sistema de Clasificación De Tierras De Acuerdo A Su Capacidad De Uso Mayor:	139
12.3. Metodología utilizada para determinar la aptitud de las tierras de las Quebradas Cusipata, Pedregal y Payhua por el método CUM	148
12.4. Resultados CUM de las Tres Quebradas	149
13. CAPÍTULO DE EROSIÓN HÍDRICA	170
13.1. Procesos de Erosión en Las Tres Quebradas	170
13.2. Procesos de remoción en masa en la Quebrada Cusipata	175
13.3. Procesos de remoción en masa en la Quebrada Pedregal	176
13.4. Procesos de remoción en masa en la Quebrada de Payhua	177
14. PROPUESTA DE MEDIDAS DE INFRAESTRUCTURA NATURAL PARA MINIMIZAR LA PÉRDIDA DE SUELOS ANTE PELIGROS HIDROMETEOROLÓGICOS EN LAS QUEBRADAS DE CUSIPATA, PEDREGAL Y PAYHUA.	180
14.1. La infraestructura natural en los Proyectos de Inversión en nuestro País, asociados a la Gestión de Riesgos:	181
14.2. El rol de la vegetación para los trabajos de infraestructura natural para la gestión de riesgos a procesos de erosión por remoción en masa	184
14.3. Diseño de las Propuestas de Medidas de Infraestructura Natural para Laderas Fuertemente Empinadas en Las Quebradas Priorizadas de Cusipata, Pedregal y Payhua	197
15. CONCLUSIONES	236
16. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	240



## LISTA DE TABLAS

Tabla 6-1.- Unidades geológicas quebrada Cusipata.	21
Tabla 6-2.- Unidades geológicas quebrada Pedregal.	25
Tabla 6-3.- Unidades geológicas quebrada Payhua.	28
Tabla 7-1.- Fisiografía y geomorfología de la Quebrada Cusipata.	33
Tabla 7-2.- Fisiografía y Geomorfología de la Quebrada Pedregal.	37
Tabla 7-3.- Fisiografía y Geomorfología de la Quebrada Payhua.	41
Tabla 8-1.- Características principales de las formaciones ecológicas y zonas de vida del ámbito de estudio Cuenca Río Rímac.	51
Tabla 8-2.- Zonas de Vida Identificadas en las Quebradas Priorizadas, diciembre 2021	52
Tabla 9-1.- Grado de cobertura vegetal en la quebrada Cusipata.	62
Tabla 9-2.- Subpaisaje o forma de la tierra en la quebrada Cusipata.	63
Tabla 9-3.- Nivel de inclinación del terreno en la quebrada Cusipata.	64
Tabla 9-4.- Grado de cobertura vegetal en la quebrada Pedregal.	66
Tabla 9-5.- Subpaisaje o forma de la tierra en la quebrada Pedregal.	66
Tabla 9-6.- Nivel de inclinación del terreno en la quebrada Pedregal.	67
Tabla 9-7.- Uso de la tierra en la quebrada Pedregal.	68
Tabla 9-8.- Formación ecológica en la quebrada Payhua.	69
Tabla 9-9.- Grado de cobertura vegetal en la quebrada Payhua.	73
Tabla 9-10.- Subpaisaje o forma de la tierra en la quebrada Payhua.	74
Tabla 9-11.- Nivel de inclinación del terreno en la quebrada Payhua.	75
Tabla 9-12.- Uso de la tierra en la quebrada Payhua.	75
Tabla 10-1.- Estaciones de Monitoreo de Flora y Vegetación en las Quebradas Priorizadas, octubre 2021.	78
Tabla 10-2.- Número de Familias, Géneros y Especies de Flora en las Quebradas Priorizadas, octubre 2021.	85
Tabla 10-3.- Cobertura Vegetal y Riqueza en las Quebradas Priorizadas, octubre 2021.	86
Tabla 10-4.- Especies de Flora con Mayor Cobertura Vegetal (%) por Transecto en las Quebradas Priorizadas, octubre 2021.	88
Tabla 10-5.- Especies de Flora con Mayor Cobertura Vegetal (%) por Transecto en las Quebradas Priorizadas, octubre 2021.	91
Tabla 10-6.- Especies de Flora con Mayor Cobertura Vegetal (%) por Transecto en las Quebradas Priorizadas, octubre 2021.	92

Tabla 10-7.- Especies de Flora Endémica por Quebradas Priorizadas, octubre 2021.	93
Tabla 10-8.- Especies de Flora de Interés para la Prevención de Riesgos a Desastres en las Quebradas Priorizadas, octubre 2021.	95
Tabla 10-9.- Especies de Flora de Interés para la Prevención de Riesgos a Desastres en las Quebradas Priorizadas, octubre 2021.	96
Tabla 11-1.- Variables bioclimáticas de WorldClim.	97
Tabla 12-1.- Número de calicatas correspondientes a cada quebrada de estudio.	103
Tabla 12-2.- Ubicación de las Calicatas de la quebrada Cusipata.	103
Tabla 12-3.- Ubicación de las Calicatas de la quebrada Pedregal.	103
Tabla 12-4.- Ubicación de las Calicatas de la quebrada Payhua.	104
Tabla 12-5.- Gradientes de pendientes en %.	107
Tabla 12-6.- Suelos de la quebrada Cusipata.	110
Tabla 12-7.- Características Generales de los suelos de la quebrada Cusipata.	111
Tabla 12-8.- Suelos de la quebrada Pedregal.	117
Tabla 12-9.- Características Generales de los suelos de la quebrada Pedregal.	118
Tabla 12-10.- Suelos de la quebrada Payhua	123
Tabla 12-11.- Características Generales de los suelos de la quebrada Payhua.	124
Tabla 13-1.- Muestras de suelos obtenidos en sedimentos provenientes de la erosión hídrica en diques en la quebrada de Cusipata y Pedregal	143
Tabla 13-2.- Capacidad de Uso Mayor de las tierras de la quebrada Cusipata.	145
Tabla 13-3.- Capacidad de Uso Mayor de las tierras de la quebrada Pedregal.	150
Tabla 13-4.- Capacidad de Uso Mayor de las tierras de la quebrada Payhua.	
Tabla 15-1.- Coeficiente de escorrentía en función del uso de suelo (bosque, pastizal, agricultura), pendiente y la textura del suelo.	183
Tabla 15-2.- Cantidad de agua disponible en los diferentes tipos de suelos.	186
Tabla 15-3.- Resumen de las influencias de la vegetación en la estabilidad de laderas. -deslizamientos- 'A' denota mecanismos adversos para la estabilidad, 'MA' denota mecanismos marginalmente adversos, 'MB' denota mecanismos marginalmente beneficiosos y 'B' indica mecanismos beneficiosos.	192
Tabla 15-4.- Especies que pueden ser utilizadas para proyectos de revegetación y reforestación en las laderas de la quebrada de Payhua recomendadas en base al estudio florístico.	199

Tabla 15-5.- Especies que pueden ser utilizadas para proyectos de revegetación y reforestación en las laderas de las quebradas de Cusipata y Pedregal.	200
Tabla 15-6.- Medidas de infraestructura natural en las laderas de las quebradas de Pedregal, Cusipata y Payhua para la prevención de procesos de remoción en masa propuestas por el proyecto FONDES-SENAMHI.	206

## LISTA DE FIGURAS

Figura 4-1.- Cauce del río Rímac (naranja) con las quebradas priorizadas Cusipata (verde), Pedregal (azul) y Payhua (rojo).	17
Figura 5-1.- La geología de la zona baja, correspondiente a Cusipata y parte de Pedregal, es de materiales de depósito, de origen aluvial y fluvial, generando laderas empinadas de roca expuesta, correspondiente al Batolito Costanero.	23
Figura 5-2.- Depósitos Aluviales.	26
Figura 5-3.- La quebrada Payhua presenta formaciones de rocas sedimentarias e intrusivas en la Formación Colqui y volcánicas e intrusivas en la Formación Rímac, se disponen en laderas pronunciadas, generadas por el cauce fluvial de quebrada, dejando expuesto material rocoso de tobas, areniscas y andesitas en las cimas de la cuenca.	29
Figura 6-1.- Paisaje de valle en V.	34
Figura 6-2.- Cuchilla de disección en el paisaje montañoso. Las avenidas de lluvias extraordinarias cortan sobre el terreno creando zanjas profundas que se acentúan más con cada lluvia arrastrando material a las secciones bajas de la quebrada y dejando suelo expuesto. Las cuchillas de mayor profundidad se conocen como cárcavas.	39
Figura 6-3.- Paisaje de laderas bajas y terrazas agradacionales.	40
Figura 6-4.- Paisaje de terrazas prehispánicas (terraformizado) en la localidad de quebrada de Payhua- margen derecha, Anexo Ayauca. Nótese como el curso del canal Humash (a mitad de imagen) disecciona el paisaje en tierras cultivables y potreros aguas abajo y terrazas similares en abandono a mayor altitud.	48
Figura 8-1.- Formación ecológica de matorral sobre material detrítico en clima árido. Nótese cómo la vegetación prospera en los canales y patrones de drenaje.	65
Figura 8-2.- Laderas inclinadas de paisaje montañoso, localizadas en la sección baja de la cuenca de Payhua correspondiente a una formación vegetal de tipo estepa.	70
Figura 8-3.- Formación vegetal de herbazal altoandino húmedo encontrada en la sección media de la cuenca. Presenta vegetación arbustiva y cactáceas.	71
Figura 8-4.- Zona de cobertura vegetal de terrazas agrícolas prehispánicas habilitadas.	73

Figura 9-1.- Estaciones de Monitoreo de Flora y Vegetación en las Quebradas Priorizadas, octubre 2021.	79
Figura 9-2.- Estaciones de Monitoreo de Flora y Vegetación en la Quebrada Cusipata.	79
Figura 9-3.- Estaciones de Monitoreo de Flora y Vegetación en la Quebrada Pedregal.	80
Figura 9-4.- Estaciones de Monitoreo de Flora y Vegetación en la Quebrada Payhua.	80
Figura 9-5.- Transecto para Evaluar Cobertura Vegetal en las Quebradas Priorizadas, octubre 2021.	81
Figura 9-6.- Número de Familias, Géneros y Especies de Flora Registradas en las Quebradas Priorizadas, octubre 2021.	84
Figura 9-7.- Porcentaje del Número de Especies de Flora por Forma de Crecimiento en las Quebradas Priorizadas, octubre 2021.	85
Figura 9-8.- Número de Familias, Géneros y Especies de Flora en las Quebradas Priorizadas, octubre 2021.	86
Figura 11-1.- Perfil de suelo tipo litosol árido. Compuesto de rocas y material no consolidado acumulado por gravedad. Suelos muy superficiales y susceptibles a derrumbes.	109
Figura 11-2.- Paisaje de Terraza Xérica de la quebrada Cusipata en las secciones de pendientes planas e inclinadas. Estas tierras presentan el mejor potencial para la instalación de cultivos permanentes. Actualmente en proceso de arborización.	113
Figura 11-3.- Tierras de asociación de Terraza Xérica con Misceláneo Rocoso. Nótese el material transportado fino que se mantuvo en suspensión durante el momento del aluvión, una vez que el agua se infiltró, el material arcilloso se asentó en la parte más superficial.	114
Figura 11-4.- Laderas de zona árida de la quebrada Pedregal. Nótese el material rocoso angulado, el cual es un indicio de material ígneo coluvial.	116
Figura 11-5.- Tierras de Terraza Árida y laderas inclinadas (Terraza Árida Xérica).	119
Figura 11-6.- Perfil de suelo del cauce seco de la quebrada Pedregal (Cauce Pedregal - MR).	121
Figura 11-7.- Perfil de suelo (Typic Haplustepts) que corresponde a tierras de terrazas prehispánicas habilitadas. Presentan horizonte B siendo las mejores tierras para agricultura en la cuenca.	126
Figura 11-8.- Tierras de Udic Ustorthents en las zonas altas de la quebrada, presentando unas condiciones de mayor humedad favorecen el desarrollo de vegetación de matorral y páramos. Nótese cómo la vegetación crece de forma lineal y paralela, esto debido a la presencia de terrazas prehispánicas actualmente en desuso.	128
Figura 12-1.- Categorías del Sistema de Clasificación de Tierras de acuerdo a su Capacidad de Uso Mayor- CTCUM	141
Figura 12-2.- Interpretación de los códigos CUM, en las tablas y en los mapas	142

Figura 12-3.- Aptitud de tierras de acuerdo a su Capacidad De Uso Mayor en la Quebrada Cusipata.	145
Figura 12-4.- Cono de deyección de la quebrada de Cusipata ocupada por la población de Chaclacayo.	146
Figura 12-5.- parte media de la quebrada de Cusipata.	147
Figura 12-6.- Curso de la quebrada Cusipata por donde van a descender los flujos de detritus cuando haya lluvias.	148
Figura 12-7.- Mapa de Tierras de la Asociación C-X, terrazas aluviales con riesgo de inundación. En este grupo se han incluido las tierras de áreas verdes del centro poblado de Chaclacayo.	149
Figura 12-8.- Construcción de Diques de contención a lo largo de la Quebrada Cusipata.	149
Figura 12-9.- Tierras de Protección (Xi) cauce de la quebrada pedregal con riesgo de inundaciones en épocas de lluvias	151
Figura 12-10.- Malla geodinámica en la parte alta de la quebrada Pedregal estas tierras corresponden a tierras de Protección con limitaciones por suelos y riesgo de huaycos (Xsi)	152
Figura 12-11.- Construcción de diques de mampostería en la parte media de la quebrada Pedregal, la mayoría se encuentran colmatados de sedimentos. 152	
Figura 12-12.- Mapa de Tierras de Protección (Xs). Laderas empinadas con abundante material rocoso, suelto, susceptibles a aportar material suelto cuando llueve.	153
Figura 12-13.- Mapa de Tierras de protección (Xse) en la parte alta de la Quebrada Pedregal, pendientes fuertemente empinadas y abundante material rocoso.	153
Figura 12-14.- Presencia de vegetación xerofítica y arbustiva en la parte alta de la quebrada pedregal.	154
Figura 12-15.- El potencial de cultivos permanentes, con riego complementario, se perderá por las habilitaciones urbanas que están realizando los traficantes de terrenos.	155
Figura 12-16.- Paisaje representativo de tierras de pastos de baja calidad agrologica con limitaciones por suelos y erosión (P3se)	159
Figura 12-17.- Límite de terrazas en desuso y habilitadas, marcado por el trazo del canal de riego de Humash.	159
Figura 12-18.- Mapa de distribución de Tierras de protección subclase Xcei en la quebrada Payhua.	160
Figura 12-19.- Mapa de distribución de Tierras de Protección con limitaciones por clima y erosión (Xcs) en la quebrada Payhua.	161
Figura 12-20.- Mapa de distribución de Tierras de protección con limitaciones por clima, suelos y erosión (Xcse) en la quebrada de Payhua.	161
Figura 12-21.- Paisaje de tierras de protección con limitaciones por erosión en la parte alta de las laderas de la quebrada Payhua (Xe).	162
Figura 12-22.- Mapa de distribución de Tierras de Protección con limitaciones por erosión e inundación (Xei)	163

Figura 12-23.- Mapa de distribución de tierras de protección con limitaciones por suelo (Xs) en la quebrada de Payhua	163
Figura 12-24.- Cultivos en terraza prehispánica habilitada con riego de aspersión cultivo de alfalfa – Localidad Payhua – margen derecha.	164
Figura 12-25.- Mapa de distribución de la Asociación de Tierras aptas para pastos y Tierras de Protección (P3se-Xe).	165
Figura 13-1.- Aptitud de tierras de acuerdo a su Capacidad de Uso Mayor en la quebrada de Cusipata.	166
Figura 13-2.- Aptitud de tierras de acuerdo a su Capacidad de Uso Mayor en la Quebrada de Pedregal.	166
Figura 13-3.- Aptitud de tierras de acuerdo a su Capacidad de Uso Mayor de la quebrada Payhua - superficie en hectáreas.	167
Figura 13-4.- Cono de derrubio en la parte alta de la quebrada de pedregal – laderas fuertemente empinadas, caída de rocas detritus y suelo.	169
Figura 13-5.- Derrumbe de rocas fuertemente fisuradas, diaclasadas en escarpe de ladera.	169
Figura 13-6.- Corrientes de barro, flujo de detritus (huaycos).	171
Figura 13-7.- Interrupción del tráfico en la carretera central por el ingreso de flujo de detritus y suelo que baja de la Quebradas de los Cóndores y Cusipata en Chaclacayo. Marzo 2019.	172
Figura 13-8.- Casas ubicadas en el cono de deyección de la quebrada pedregal en Chosica. Muchas casas fueron destruidas por el huayco que se activó en el año 1987.	173
Figura 13-9.- Chosica se encuentra rodeada de un conjunto de quebradas muchas de ellas de alto peligro por huaycos, que ocasionan recurrentemente daños a la población.	174
Figura 13-10.- Modelo y deslizamiento en la quebrada de Payhua en Matucana. INGEMENT, 2005	175
Figura 13-11.- Vista de la zona de deslizamiento activo en la quebrada de Payhua, puede apreciarse el escarpe y saltos de terreno (INGEMET, 2005).	175
Figura 13-12.- Imagen Cicatriz y cabecera de deslizamientos activos en la margen derecha de la quebrada Payhua – Matucana.	176
Figura 14-1.- La influencia del tipo de vegetación en la infiltración del agua en el suelo.	182
Figura 14-2.- En una ladera sin vegetación la escorrentía y la erosión son muy intensas, situación que no ocurre en las con buena cobertura vegetal	184
Figura 14-3.- Es necesario poner diferentes tipos de vegetación para el control de la erosión y estabilidad en las laderas (Fuente Díaz, 1998; dibujo A.F. Carrillo, 2015)	185
Figura 14-4.- Efectos de la vegetación en el control de la erosión y estabilidad de las laderas.	185
Figura 14-5.- Talud Tipo A.	187
Figura 14-6.- Talud Tipo B.	188



Figura 14-6.1.- Árboles de molle serrano en la quebrada de pedregal, bien instalado en un suelo superficial con un sub suelos rocoso, pero fuertemente fracturado y meteorizado de granodioritas, a través del cual las raíces se distribuyen en la profundidad sin inconvenientes. Laderas de la parte alta de la Quebrada Pedregal.	188
Figura 14-7.- Talud Tipo C	189
Figura 14-8.- Talud Tipo D.	189
Figura 14-9.- Diferencias entre el desarrollo radicular y foliar que tienen diferentes especies de plantas apreciar las diferencias marcadas en entre dos tipos de pastos como en el caso de Stipa y Poa que también existen especies similares aquí en Perú.	190
Figura 14-10.- Planta bien instalada en el talud de una ladera, por su sistema de propagación vegetativa espontánea de rizomas y/o estolones.	191
Figura 14-11.- Etapas para la selección de medidas de infraestructura natural para la prevención de huaycos – PROYECTO FONDES-SENAMHI.	194
Figura 14-12.- El cono de deyección de la quebrada de Payhua en su ingreso al río Rímac. Al frente esta parte de la población Matucana y la carretera central, ya la derecha cerca el estadio de Matucana. La zona de mayor riesgo potencial.	195
Figuras 14-13 y 14-14.- Papelógrafos – mapa parlante elaborados por los pobladores participantes en el taller realizado en el Anexo Payhua el 18 de diciembre	196
Figura 14-15.- Presentación de los problemas y las alternativas para la quebrada de pedregal en el taller de difusión y validación de resultados realizado el 21 de diciembre.	197
Figura 14-16.- Viviendas mal ubicadas en las laderas de alto riesgo que no han sido declaradas como intangibles, en la parte alta de la quebrada Pedregal, entonces son invadidas o existe comercio ilegal en estas tierras.	198
Figura 14-17.- Presentación del estudio florístico en la quebrada de Payhua – Blg. Paúl Gonzáles.	199
Figura 14-18.- Resultados de 30 encuestas sobre la opinión de las plantas más comunes que crecen en la quebrada de Cusipata.	201
Figura 14-19.- Resultados de 68 encuestas sobre la opinión de las plantas más comunes que crecen en la quebrada de Pedregal.	202
Figura 14-20.- Resultados de 100 encuestas sobre la opinión de las plantas más comunes que crecen en la quebrada de Payhua.	202
Figura 14-21.- Características de las plantas para trabajos de revegetación y reforestación en laderas de huaycos en las quebradas de Cusipata, Pedregal, y Payhua.	203
Figura 14-22.- Juan Guerrero, exponiendo los peligros a remoción en masa – huaycos a los pobladores participantes.	204
Figura 14-23.- Papelógrafo sobre riesgos y alternativas en la quebrada Payhua, elaborado por los pobladores del Anexo de Payhua, parte alta de la quebrada.	205
Figura 14-24.- Participantes en el taller de difusión y validación de resultados realizado el 19 de diciembre.	205

Figura 14-25.- Papelógrafo elaborado por los participantes de Allauca sobre los problemas y alternativas para la quebrada de Payhua, 21 de diciembre	206
Figura 14-26.- Pobladores del Anexo Allauca en el taller participativo realizado en su local comunal de Matucana, 21 de diciembre.	206
Figura 14-27.- Chinchiconca Planta nativa	208
Figura 14-28.- El maguey o penca, ideal para barreras vivas, como cercos de las chacras	208
Figura 14-29.- Molle – da estabilidad a los muros de piedra de los andenes	208
Figura 14-30.- El Queñual muy conocido en la parte alta de estas quebradas, pero muy deforestado, necesitamos restaurar estos bosques nativos	208
Figura 14-31.- San pedro – cactus que menciona otros pobladores como una planta nativa importante en la zona.	208
Figura 14-32.- Infraestructura natural para la quebrada Payhua	210
Figura 14-33.- Infraestructura natural para la quebrada Payhua	211
Figura 14-34.- Ladera con buena cobertura de pastos.	212
Figura 14-35.- Sistema de damero para sacar esquejes para revegetación.	213
Figura 14-36.- Instalación de barreras vivas con pastos como festucas o calamagrostis, en laderas fuertemente empinadas (Guerrero, 2022). Esta plantación se puede realizar al inicio de las lluvias en noviembre o diciembre. 214	
Figura 14-37.- Zanja de infiltración con sus tabiques.	215
Figura 14-38.- Revegetación de pastos nativos en laderas con zanjas de infiltración (Vásquez et al, 2014).	215
Figuras 14-39 y 14-40.- Protección de áreas de revegetación de pastos nativos con zanjas de infiltración con mallas ganaderas, deben permanecer de esta manera por lo menos 3 años.	216
Figura 14-41.- Uso de champas con plantas herbáceas nativas para trabajos de revegetación.	216
Figura 14-42.- Penca y de la cortaderia en Huancavelica.	217
Figura 14-43.- La presencia del canal de riego ha determinado que las terrazas que están debajo del canal estén cultivadas y las que estén encima solo se siembran ocasionalmente con las lluvias. Se podría instalar un reservorio y una pequeña bomba para instalar sistema de riego por goteo para las terrazas que están encima del canal.	218
Figura 14-44.- La presencia de andenes protege de deslizamientos por la estabilidad que dan a las laderas en la microcuenca Chucumayo en Matucana. Montoya, 2014.	219
Figura 14-45.- Molle serrano, es la planta más recomendada para estas zonas, por tolerar la falta de agua, crecer en suelos pedregosos, cascajos de las laderas de las quebradas de pedregal y Cusipata.	220
Figura 14-46.- Huarango, especie altamente rústica, tolera sequías y crece en suelos arenosos, cascajos típicos de las laderas de las dos quebradas.	220
Figura 14-47.- Eucalipto.	220
Figura 14-48.- Cactus.	220

Figura 14-49.- Infraestructura natural quebrada Pedregal	222
Figura 14-50.- Infraestructura natural quebrada Pedregal	223
Figura 14-51.- Infraestructura natural quebrada Cusipata	224
Figura 14-52.- <b>Infraestructura natural quebrada Pedregal</b>	225
Figura 14-53.- La planta ornamental exótica denominada “yuca” podría servir para dar estabilidad a las laderas inestables de la quebrada pedregal como muy poca demanda de agua, crece en suelos arenosos y se auto multiplica por esquejes.	226
Figura 14-54.- Aplicación de hidrogel en el momento de la plantación de árboles.	227
Figura 14-55.- Plantación de árboles de huaranhuay con “hidrogel” que permite mejorar la retención de humedad en el suelo, por lo que permite regar las plantas cada 15 días.	227
Figura 14-56.- Características del hoyo de plantación de árboles según SERPAR.	228
Figura 14-57. Construcción de hoyos en curvas a nivel.	228
Foto 14-58.- Plantación de árboles exitosa a cargo del SERPAR, en una ladera seca en Chosica.	229
Figura 14-59.- Muros de piedra en contorno, PIRCAS, en una ladera empinada de la quebrada Pedregal, parte alta, margen derecha, frente al cementerio.	230
Figura 14-60.- Muros de piedra con parkinsonia.	230
Figura 14-61.- Malla geodinámica de acero y dique en el cauce de la quebrada en la cual no se han realizado trabajo en los taludes casi verticales con abundante material suelto, inversiones no sostenibles en caso de que ocurran lluvias intensas.	231
Figura 14-62.- Zona de alto riesgo por caída de rocas, por la pendiente casi vertical y materia rocoso fuertemente alterado, puede ocurrir este evento en cualquier momento, si hubiera un movimiento sísmico. Esta roca debió haber sido retirada antes de instalar los diques y las mallas, cuando ocurra este proceso de caída de las rocas quedará el cauce de la quebrada represado.	231
Figura 14-63.- Cauce estrecho de una quebrada tributaria con laderas fuertemente inclinadas y abundante material rocoso expuesto, en las cuales aún se han realizado trabajos de estabilización con geotecnia.	232

## RESUMEN EJECUTIVO

El SENAMHI en el marco de sus funciones y competencias tiene a cargo realizar investigación sobre los eventos climáticos extremos que generen riesgos sobre la población o medios de vida. En el marco del Fondo para intervenciones ante la ocurrencia de desastres naturales-FONDES, la Dirección de Agrometeorología desarrollo un “Estudio de Aptitud de las Tierras asociado a la pérdida de suelos ante peligros hidrometeorológicos en las Quebradas Pedregal, Cusipata y Payhua” con la finalidad de brindar conocimiento técnico-científico a los tomadores de decisión sobre la vulnerabilidad de las quebradas ante la ocurrencia de peligros asociados a fenómenos físicos (remoción en masa), y finalmente, realizar una propuesta de medidas a implementar mediante infraestructura natural con la finalidad de reducir estos riesgos que afectan los medios de vida de la población local.

El estudio está estructurado de la siguiente manera: a) una fase de generación y análisis de información relacionada a la caracterización del medio físico (clima, hidrografía, geología, geomorfología, fisiografía, zonas de vida, suelos y capacidad de uso mayor de las tierras) y biológico (cobertura vegetal, flora nativa) de las quebradas a partir del análisis de información in-situ, así como los procesos de erosión hídrica o estimación de la pérdida de suelos a partir del modelo RUSLE, además se realiza b) un análisis de la vulnerabilidad de los territorios ante la ocurrencia de peligros asociados a fenómenos físicos (remoción en masa), y finalmente, c) una propuesta de medidas de infraestructura natural para la gestión de riesgos a procesos de remoción en masa en laderas fuertemente empinadas.

El conocimiento adquirido fue socializado mediante talleres participativos orientados a la población local y sus autoridades, así como a los Equipos Técnicos de la Subgerencia de Riesgos de Desastres-GRD de las Municipalidades de Chaclacayo, Lurigancho-Chosica y Matucana.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los fenómenos de remoción en masa (deslizamientos, huaycos, derrumbes, caídas de rocas), en las quebradas del río Rímac, se hacen presentes cuando la intensidad de las lluvias, durante el verano, aumentan considerablemente principalmente cuando ocurre el Fenómeno El Niño.

De acuerdo a fuentes como INGEMMET (2005), en la Quebrada Payhua se presentan importantes peligros geológicos tipificados como remoción en masa: como son los deslizamientos, caídas de rocas y huaycos; así como también erosión de laderas; los que por una parte afecta los terrenos de cultivo y por otra aportan gran cantidad de material detrítico a la quebrada, lo que condiciona la ocurrencia de desastres. En caso de una activación de los movimientos en masa, en la cuenca, es muy probable que generen huaycos de gran magnitud que podrían incidir sobre un sector de la ciudad de Matucana, así como represar total o parcialmente el río Rímac y aumentar el daño sobre la ciudad y centros poblados situados aguas arriba y aguas abajo del Rímac, como ocurrió en el pasado.

PREDES (2000) hace mención que en Chosica en los últimos 15 años han caído huaycos de regulares dimensiones en los años 1976 y 1983. Según versiones recogidas, en el año 1925, un huayco descendió por las quebradas arrastrando a su paso gran cantidad de lodo y de piedras y que por encontrarse poco habilitada y ser en esencia grandes extensiones agrícolas y/o áreas semi-rústicas, no causó daños ni pérdidas mayores. En 1936 nuevas lluvias torrenciales provocaron inundaciones y activan las quebradas de Chosica, descendiendo otro huayco, de menor magnitud por la Quebrada Pedregal; se dice que causó daños sobre algunas viviendas, a pesar de que fue canalizada por el cauce existente que, en ese entonces, tenía una dimensión de mayor. Así también se recuerda a marzo de 1987, cuando comenzó a correr agua por el cauce libre del huayco de la Quebrada Pedregal, ese mismo día se activó en la margen izquierda del Río Rímac, la quebrada de La Cantuta, causando diversos daños en la vía férrea. Y el día lunes 09 de marzo, un huayco se deslizó violentamente por la Quebrada Pedregal, por su zona de mayor pendiente, depositando gran cantidad de material sólido en su cono deyeectivo, donde precisamente se encuentran ubicadas seis de los siete asentamientos humanos que conforman la quebrada, causando gran destrucción especialmente en los asentamientos de San Antonio y San Miguel de Pedregal; desviando luego el torrente hacia el casco urbano por la calle Piroxenitas y San José, permitiendo esto, el anegamiento hasta el Jr. Tacna, lateral de la Plaza de Armas de Chosica.

En cuanto a la Quebrada Cusipata, esta también presenta registros de remoción en masa, así lo demuestra el reporte complementario del COEN N°630 del 2019, para el 25 de febrero se registró fuertes precipitaciones que activó las quebradas Los Cóndores, La Floresta, Cusipata y Huascarán en el distrito de Chaclacayo.

El presente estudio presenta información base para la adecuada implementación de obras de infraestructura natural en las quebradas estudiadas, Cusipata, Pedregal y Payhua, proponiendo como una alternativa complementaria a las obras de infraestructura física, con el objetivo de reducir en mayor medida los riesgos asociados a lluvias intensas que pueden ocasionar pérdidas de vidas humanas, medios de vida e infraestructura; y aunque suelen registrarse en años específicos, debido al tipo de suelo y pendiente, y la misma fisiografía del terreno, los daños en las partes bajas pueden llegar a ser notorios sobre las poblaciones que se ven afectadas.

## **2. OBJETIVOS**

- Identificar las zonas de mayor riesgo ante deslizamientos por lluvias intensas.
- Identificar la aptitud de los suelos en las quebradas estudiadas.
- Identificar las especies nativas o introducidas con potencial de infraestructura natural.
- Proponer medidas de infraestructura natural en las zonas de alto riesgo a deslizamientos.

## **3. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

### **3.1. Cuenca del río Rímac**

La cuenca del río Rímac se origina en la vertiente occidental de la cordillera de los Andes a una altitud máxima de aproximadamente 5,500 metros sobre el nivel del mar en el nevado Paca y aproximadamente a 132 kilómetros al noreste de la ciudad de Lima, desembocando por el Callao, en el Océano Pacífico. El área total de captación es de 3,132 km<sup>2</sup>, que incluye aquella de sus principales tributarios, Santa Eulalia (1,097.7 km<sup>2</sup>) y Río Blanco (193.7 km<sup>2</sup>), tiene en total 191 lagunas.

Las Quebradas Cusipata, Pedregal y Payhua, ubicadas en esta cuenca, han sido priorizadas para el proyecto FONDOS-SENAMHI, por ser escenarios de riesgos a procesos de erosión asociados a eventos hidrometeorológicos, tales como huaycos, flujos de lodo, y deslizamientos, las cuales han sido evaluadas en el presente estudio. Sus patrones de drenaje se activan con las lluvias estacionales, eventos atípicos y Fenómeno del Niño, específicos para cada uno de ellas, debido a que se encuentran en



diferentes zonas de vida: Cusipata y Pedregal se ubican en “Desierto” en cambio Payhua que es la más grande tienes 3 zona de vida: Estepa, Tundra Pluvial y Páramo Altoandino.

### **3.2. Quebrada Cusipata**

La Quebrada Cusipata se localiza en el distrito de Chaclacayo, como referencia se encuentra en las coordenadas 306779E, 8674850N con acceso por la carretera Central. La quebrada discurre con dirección de sur a norte, donde contribuye con el río Rímac; se accede a la quebrada al pasar ingreso de Propiedad de Menorca. Ocupa un área aproximada de 844.52 ha, en zona de vida de “Desierto”.

### **3.3. Quebrada Pedregal**

La Quebrada Pedregal se encuentra localizada en la zona limitante entre el distrito de Lurigancho y Chosica, en la Provincia de Lima. Se accede por la Carretera Central desde el C.P. de San Antonio de Pedregal, con coordenadas referenciales de 314504E, 8680175N, a la altura del Centro de Salud, desde este punto se realizaron las coordinaciones para acceder a las partes altas, del Cementerio, San Antonio Alto, y el recientemente edificado reservorio. Ocupa un área aproximada de 1,032.94 ha, en zona de vida de “Desierto”

### **3.4. Quebrada Payhua**

La Quebrada Payhua se localiza en el distrito de Matucana, provincia de Huarochirí. El acceso es por el C. P. de Matucana, localizada a la altura del Km 74 de la Carretera Central, con coordenadas referenciales UTM de 349846E, 8690850N. Hay dos vías de acceso a las márgenes de la quebrada, una ruta larga de subida hacia C.P. Payhua y un acceso frente a Matucana hacia el C. P. San Juan de Ayauca. Ocupa un área de 1,593.36 hectáreas. Zonas de vida: Estepa, Tundra Pluvial y Páramo Altoandino.



**Figura 4-1.- Cauce del río Rímac (naranja) con las quebradas priorizadas Cusipata (verde), Pedregal (azul) y Payhua (rojo).**

## 4. CLIMA Y METEOROLOGÍA

### 4.1. Características del clima y meteorología del Valle del río Rímac

#### 4.1.1. Precipitación

De acuerdo a la distribución de lluvias en la cuenca del río Rímac, pueden identificarse dos sectores bien definidos, uno caracterizado como “cuenca seca” comprendido desde el nivel del mar y la cota de los 2,000 y 2,200 msnm, con precipitaciones anuales menores de 250 mm, razón por la que carece de escorrentía superficial siendo nulo su aporte efectivo al caudal de los ríos; el otro sector sería el de “cuenca húmeda” comprendida desde los 2,200 msnm y la divisoria continental en el nivel altitudinal superior, cuyo promedio de precipitación oscilaría entre los 250 y 1,000 mm, constituyéndose de esta manera en el área de aporte de escorrentía superficial y subterránea al caudal de los ríos.

Para el caso de las quebradas de Cusipata y Pedregal, ubicadas en las zonas más bajas del área de estudio, que comprenden desde el litoral marino hasta por debajo de los 800 msnm registran un promedio de alrededor de 20 mm, mientras que las estaciones de Santa Eulalia y Antioquía, localizadas por encima de los 1,000 msnm, registran un promedio alrededor de los 100 mm anuales.

En el caso de la Quebrada Payhua, entre las cotas de los 3,100 y 3,800 msnm registran un promedio de 500 mm; y en el siguiente sector, comprendido entre los 3,800 y 4,800 msnm, la lluvia se hace más intensa, registrándose un promedio de 850 mm de precipitación anual, distribuidos estacionalmente entre los meses de diciembre a abril.

#### **4.1.2. Temperatura**

En el caso de la cuenca del río Rímac, la variación de la temperatura se encuentra ligado al factor altitudinal. De acuerdo a las estaciones cercanas a la localidad de Chaclacayo (Von Humboldt, La Molina, Ñaña, Chosica, Manchay) la temperatura promedio anual es de 18.8°C. Estas temperaturas promedio presentan dos épocas bien marcadas durante el año, mayores en verano presentando valores muy elevados en febrero (23°C), y menores en invierno, con valores más bajos durante los meses de julio y agosto (14°C) Registrándose variaciones máximas extremas en los meses de verano, de forma extraordinaria como ocurrió en el verano de 1982-83, 1997-98, 2014-16.

En el sector altitudinal comprendido entre los 2,200 y 3,100 msnm, se cuenta con registros históricos de estación de Matucana la cual ha estimado una temperatura promedio que fluctúa entre 15°C en los primeros niveles y 13°C en los niveles más altos. En el sector intermedio superior, situado entre los 3,100 y 3,800 msnm, se espera instalar nuevos medidores meteorológicos, cercano al C.P. Payhua; sin embargo, la información actual de temperatura promedio anual de 10°C, pudiendo bajar a valores cercanos a 0°C en las cotas más elevadas. A altitudes superiores a 3,800 msnm se cuenta con data de apoyo de estaciones privadas que arrojan un promedio anual que varía de 1 a 4°C

#### **4.1.3. Humedad Relativa**

Para la cuenca del río Rímac, la humedad relativa es mayor en la costa, cerca al litoral, tienen valores de 83% (quebradas de Cusipata y Pedregal), que en caso de la Quebrada Payhua con variaciones altitudinales mayores, en el sector de sierra baja ubicada de 2,200 a 3,100 msnm (63%), habiendo una diferencia mensual, siendo en la parte baja mayor en los meses de invierno, que en la sierra se registran con mayor intensidad en los meses de verano. Esta tendencia se mantiene en los sectores de mayor altitud, en la Sierra y Puna (3100 a 4,200 msnm), donde puede registrarse humedad relativa promedio de 50%, igualmente, menores durante el invierno y mayores durante el verano, en relación directa con la precipitación.

## **5. GEOLOGÍA**

### **5.1. Geología regional**

El río Rímac se forma a 3,400 msnm por la confluencia del río Blanco, alimentado por el nevado Tatajaico a 5,000 msnm de altura con el Yauliyaco, que nace en Ticlio, a 4,820 msnm. Presenta escasa vegetación en sus flancos, lo cual favorece una mayor erosión del suelo. Todo el material de erosión ha sido depositado en el cono de deyección del río Rímac, donde se ubica la ciudad de Lima.

Geológicamente, este río y sus afluentes, de la parte alta al cono de deyección, han erosionado rocas sedimentarias de lutitas y volcánicas del Paleógeno-Neógeno con erosión de calizas del Cretáceo medio a superior y del Triásico-Jurásico, ubicadas a la misma altura de los volcánicos por fallas que levantaron estos bloques de calizas. A menor cota, desde Corcona, en Chosica, hasta Vitarte, afloran intrusivos, en su mayoría de composición intermedia del Cretáceo superior, en una distancia de 30 km. Más al oeste, se presenta el afloramiento de estos en los bordes del cono de deyección del Rímac. Se considera la edad del cono de deyección en aproximadamente 1 millón de años. Es decir, pertenece al Cuaternario-Pleistoceno. El río Rímac, durante ese tiempo, no ha tenido un curso fijo. En algunos sectores aledaños a la ribera actual del río Rímac, se observan terrazas fluviales. Al estudiar los cantos rodados del río Rímac, se concluye que todos son rocas ígneas y volcánicas con composición andesítica e intrusivas.

### **5.2. Geología de la Quebrada Cusipata**

Se encuentra constituido por planicies y conos deyección presentando amplias superficies cubiertas por gravas y arenas provenientes del transporte y sedimentación del río Rímac, lo que fue una depresión, ahora rellena por gravas, arenas y arcillas formando un potente apilamiento, cuyo grosor completo se desconoce.

Las estribaciones de la Cordillera Occidental, corresponde a las laderas y crestas marginales de la Cordillera Andina de topografía abrupta formada por rocas plutónicas y stocks del Batolito Costanero, emplazado con rumbo NO-SE, el mismo que ha sido disectado por los ríos y quebradas que se abren camino hacia la costa. La Quebrada Cusipata es una de ellas, alzándose desde 650 hasta 1,500 msnm.

Presenta las siguientes unidades: Depósito fluvial, depósito aluvial y batolito de la costa, que presenta minerales de tonalita, diorita o granodiorita, de forma bien diferenciada. Los resultados se pueden apreciar en la Tabla 5-1

**Tabla 5-1.- Unidades geológicas identificadas en la Quebrada Cusipata.**

UNIDAD	SÍMBOLO	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	EDAD MÁXIMA	EDAD MÍNIMA	AMBIENTE	AREA (ha)	%
Depósito fluvial	Q-fl	Bloques, arcillas, limos, arenas	Bloques rocosos heterométricos y heterogéneos, redondeados a subredondeados, con matriz de arcillas, limos y arenas	Cuaternario	Cuaternario	Continental (fluvial)	32.6	3.86%
Depósito aluvial	Qh-al	Fragmentos rocosos	Acumulaciones de fragmentos rocosos, redondeados a subredondeados, depositados en forma de terrazas	Cuaternario Holoceno	Cuaternario Holoceno	Continental (aluvial)	47.3	5.59%
Batolito de la Costa - Super Unidad Santa Rosa - tonalita, diorita	Ks-bc/sr-tn,di	Tonalita, diorita	Diorita	Cretácico superior	Cretácico superior	Plutónico	44.2	5.23%
Batolito de la Costa - Super Unidad Santa Rosa - tonalita, diorita	Ks-bc/sr-tn,di	Tonalita, diorita	Tonalita, diorita				263	31.10%
Batolito de la Costa - Super Unidad Patap - gabrodiorita	Ki-bc/pt-gbdi	Gabrodiorita	Gabrodiorita	Cretácico inferior	Cretácico inferior	Plutónico	458.5	54.22%
<b>ÁREA TOTAL</b>							845.6	100%

Elaboración: SENAMHI( 2021)

Descripción de Unidades Geológicas identificadas en la Quebrada Cusipata:

### **5.2.1. Depósito Fluvial (Q-fl)**

Esta unidad ocupa un aproximado de 32.6 ha que corresponden al 3.86% del área de estudio de la Quebrada Cusipata. Presenta una litología de bloques, arcillas, limos, arenas. Están depositados a lo largo de los cauces de los ríos y quebradas principales. Los suelos que se forman a partir de estos materiales transportados son de composición heterogénea, profundidad variable y de mediana permeabilidad.

### **5.2.2. Depósito Aluvial (Qh-al)**

Esta unidad ocupa un aproximado de 47.3 ha que corresponden al 5.59% del área de estudio de la Quebrada Cusipata. Presenta una litología de fragmentos rocosos, redondeados a subredondeados (cantos rodados). Se encuentran a lo largo del valle del río Rímac. Puede formar suelos transportados: areno arcillosos, profundos, de permeabilidad variable. Son suelos adaptables para la siembra.

### **5.2.3. Batolito de la Costa**

Constituidos de ígneas intrusivas: tonalitas y dioritas; granitos, granodioritas. Intrusiones menores: andesita, dacita, diabasa y monzonita. Están ampliamente distribuidas en el flanco occidental de la cordillera de los andes. Se encuentra muy diaclasado tubularmente por causa de esfuerzos tensionales al consolidarse el magma, siendo causa principal de los cambios tectónicos que ocurren: fallas, plegamientos y levantamientos. Estas rocas ígneas originan suelos residuales, arenosos y areno arcillosos, de profundidad y permeabilidad variables.

Se encuentra en el área de estudio en dos super unidades:

#### ***Super Unidad Santa Rosa***

Súper Unidad Santa Rosa - tonalita diorita (Ks-bc/sr-tn,di) la cual ocupa un aproximado de 44.2 ha que corresponden al 5.23% del área de estudio de la Quebrada Cusipata; y la Súper Unidad Santa Rosa - tonalita diorita (Ks-bc/sr-tn,di) la cual ocupa un aproximado de 263 ha que corresponden al 31.10% del área de estudio de la Quebrada Cusipata.

#### ***Super Unidad Patap***

Súper Unidad Patap - gabrodiorita (Ki-bc/pt-gbdi)) la cual ocupa un aproximado de 428.3 ha que corresponden al 50.65% del área de estudio de la Quebrada Cusipata; y la Super Unidad Batolito de la Costa - Súper Unidad Patap - gabrodiorita (Ks-bc/pt-gbdi) la cual



ocupa un aproximado de 30.2 ha que corresponden al 3.57% del área de estudio de la Quebrada Cusipata. Esta unidad se constituye de cuerpos de gabros y dioritas, los cuerpos de gabro presentan en sus partes marginales gradación a una diorita básica de color oscuro por los ferromagnesianos que contiene y que la hacen diferente a las dioritas de las otras super unidades, mostrando en su parte interna variaciones complejas de anfíboles y piroxenos. Las dioritas presentan texturas holocristalinas, resaltando las plagioclasas, así como hornblendas, también muestran adiciones de cuarzo en los contactos con las tonalitas de Super unidad Santa Rosa, así como calcita en las zonas de intrusión a las secuencias calcáreas, produciendo la alteración de las hornblendas o del material carbonatado. Se considera los minerales que conforman esta unidad como las más antiguas del batolito.



***Figura 5-1.- La geología de la zona baja, correspondiente a Cusipata y parte de Pedregal, es de materiales de depósito, de origen aluvial y fluvial, generando laderas empinadas de roca expuesta, correspondiente al Batolito Costanero.***

### **5.3. Geología de la Quebrada Pedregal**

Se encuentra constituido por planicies y conos de deyección presentando amplias superficies cubiertas por gravas y arenas provenientes del transporte y sedimentación del río Rímac, en su sección baja, con un perfil formado por gravas, arenas y arcillas formando un potente apilamiento, cuyo grosor completo se desconoce.

Las estribaciones de la Cordillera Occidental, corresponde a las laderas y crestas marginales de la Cordillera Andina de topografía abrupta formada por rocas plutónicas y stocks del Batolito Costanero, emplazado con rumbo NO-SE, el mismo que ha sido disectado por los ríos y quebradas que se abren camino hacia la costa. La Quebrada Pedregal es una de ellas, alzándose desde 850 hasta 2,300 msnm.

En el caso de la Quebrada Pedregal, se han identificado las principales unidades: depósito fluvial, depósito aluvial y la superunidad Santa Rosa que forma parte del

Batolito de la Costa. La descripción de estas unidades se muestra a continuación: en la Tabla 5-2.

**Tabla 5-2.- Unidades geológicas identificadas en la Quebrada Pedregal.**

UNIDAD	SÍMBOLO	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	EDAD MÁXIMA	EDAD MÍNIMA	AMBIENTE	ÁREA (ha)	%
Depósito fluvial	Q-fl	Bloques, arcillas, limos, arena	Bloques rocosos heterométricos y heterogéneos, redondeados a subredondeado, con matriz de arcillas, limos y arenas	Cuaternario	Cuaternario	Continental (fluvial)	17.4	1.68%
Depósito aluvial	Qh-al	Fragmentos rocosos	Acumulaciones de fragmentos rocosos, redondeados a subredondeados, depositados en forma de terrazas	Cuaternario Holoceno	Cuaternario Holoceno	Continental (aluvial)	129.9	12.56%
Batolito de la Costa - Super Unidad Santa Rosa - tonalita, diorita	Ks-bc/sr-tn,di	Tonalita, diorita	Tonalita, diorita				886.6	85.75%
<b>ÁREA TOTAL</b>							<b>1033.9</b>	<b>100.00%</b>

Elaboración: SENAMHI, 2021.

*Descripción de Unidades Geológicas identificadas en la Quebrada Pedregal:*

### **5.3.1. Deposito Fluvial (Q-fl)**

Esta unidad ocupa un aproximado de 17.4 ha que representan 1.68% del área de estudio de la Quebrada Pedregal. Presenta una litología de arenas, arcillas, limos, gravas y rodados de diversos tamaños y mineralogía. Están depositados a lo largo de los cauces de los ríos y quebradas principales. Los suelos que se forman a partir de estos materiales transportados son de composición heterogénea, profundidad variable y de mediana permeabilidad.

### **5.3.2. Deposito Aluvial (Qh-al)**

Esta unidad ocupa un aproximado de 129.9 ha que representan 12.56% del área de estudio de la Quebrada pedregal. Presenta una litología de arenas, arcillas, limos, gravas y conglomerados, adoptando posición horizontal. Se encuentran a lo largo del valle del río Rímac. Puede formas suelos transportados: arenoarcillosos, profundos, de permeabilidad variable. Son suelos adaptables para la siembra.



**Figura 5-2.- Depósitos Aluviales**

### **5.3.3. Batolito de la Costa - Super Unidad Santa Rosa - tonalita, diorita (Ks-bc/sr-tn,di)**

Esta unidad ocupa un aproximado de 886.6 ha que representan 85.75% del área de estudio de la Quebrada Pedregal. Esta super unidad se constituye de cuerpos tonalítico-

dioríticos y tonalítico granodioríticos, emplazándose con posterioridad a los gabros y dioritas de la Super unidad Patap a los que intruye con contactos definidos y casi verticales. Están ampliamente distribuidas en el flanco occidental de la cordillera de los andes. Se encuentra muy diaclasado (fracturas en la roca), por causa de esfuerzos tensionales al consolidarse el magma, siendo causa principal de los cambios tectónicos que ocurren: fallas, plegamientos y levantamientos. Estas rocas ígneas, cuyas fracturas favorecen la erosión, originan suelos residuales, arenosos y areno arcillosos, de profundidad y permeabilidad variables.

#### **5.4. Geología de la Quebrada Payhua**

Corresponde a la geología de la Zona Andina, comprendiendo a una serie de mesetas y altiplanicies que se continúan al este de Matucana y Huarochirí. El relieve presenta superficies suaves onduladas con contornos irregulares y cotas hasta de 2,800 msnm donde sobresalen los picos o cumbres formados en volcánicos piroclásticos que se elevan hasta los 3,500 msnm y superiores. En estas mesetas tienen su nacimiento numerosas quebradas que bajan a la costa y discurren por el valle del río Rímac.

En general, la geología de la Quebrada Payhua se divide en zona de depósitos aluviales, influenciados por la quebrada e influenciados por el río Rímac (río principal), las secciones media y alta de la cuenca se compone de materiales de origen volcánico antiguo, siendo representados en el Grupo Rímac (material volcánico) y la Formación Colqui (material sedimentario y volcánico). Esta quebrada es la más grande las tres estudiadas y donde el estudio de la geología tiene una importancia especial, ante la presencia de una falla geológica a lo largo de la quebrada. La cuenca del Payhua se encuentra entre los 2,400 y 4,600 msnm. La descripción de estas unidades se muestra a continuación: en la Tabla 5-3.

**Tabla 5-3.- Unidades geológicas identificadas en la Quebrada Payhua**

UNIDAD	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	EDAD MÁXIMA	EDAD MÍNIMA	AMBIENTE	ÁREA (ha)	%
Depósito aluvial	Q-al	Acumulaciones de fragmentos rocosos, redondeados a subredondeados, depositados en forma de terrazas	Cuaternario Pleistoceno	Cuaternario Pleistoceno	Continental (aluvial)	389.8	24.45%
Depósito aluvial-fluvial	Q-alf	Fragmentos rocosos angulosos y cantos rodados en matriz arenolimsa	Cuaternario	Cuaternario	Continental (aluvial, fluvial)	9.0	0.56%
Grupo Rímac	P-r	Andesitas verdes y violáceas con brechas y volcanoclásticos	Paleógeno	Paleógeno	Continental	222.1	13.93%
Grupo Rímac-andesitas, tobas	P-r/and,tb	Andesitas grises a violáceas de textura porfirítica y algunos niveles de tobas de ceniza gris claro	Paleógeno	Paleógeno	Volcánico	385.6	24.18%
Formación Colqui – areniscas tobáceas	PN-col/artb	Areniscas y limolitas tobáceas color rojizo con niveles de calizas beige a gris claro deformadas	Paleógeno	Neógeno	Volcánico	512.5	32.14%
Formación Colqui – tobas y areniscas tobáceas	PN-col/2	Niveles de tobas de lapilli, color gris verdosos, violáceo intercalado con niveles volcanoclásticos	Paleógeno	Neógeno	Volcánico	75.4	4.73%
<b>ÁREA TOTAL</b>						<b>1594.4</b>	<b>100.00%</b>

Elaboración: SENAMHI, 2021.



Descripción de Unidades Geológicas identificadas en la Quebrada Payhua:

#### **5.4.1. Depósito Aluvial (Qh-al)**

Esta unidad ocupa un aproximado de 389.8 ha lo cual representa el 24.45% del área de estudio de la Quebrada Payhua. Presenta una litología de fragmentos rocosos angulosos y cantos rodados en matriz arenolimososa. Se encuentran a lo largo del valle del río Rímac. Puede formar suelos transportados: arenoarcillosos, profundos, de permeabilidad variable. Se refiere a los suelos distribuidos en la colindancia al cauce de la quebrada, la mayor parte de estas tierras se encuentran dispuestas en forma de terrazas de construcción antigua, prehispánica, muchas de estas terrazas se han recuperado y se utilizan para cultivo en secano y en algunas partes con riego de canal. Son suelos bien adaptados para la siembra.

#### **5.4.2. Depósito aluvial-fluvial (Q-alf)**

Esta unidad ocupa un aproximado de 9 ha lo cual representa el 0.56% del área de estudio de la Quebrada Payhua. Presenta una litología de arena, arcillas, gravas y fragmentos rocosos angulares a subangulares; sin selección y sin estratificación. Se encuentran cubriendo la parte inferior de las laderas del valle del río Rímac, como también algunas partes bajas de las cuencas. Suelos formados transportados de composición heterogénea, de profundidad variable y de mediana permeabilidad. Se distribuyen en la sección baja de la cuenca, suelos de buena fertilidad, directamente relacionados al cauce del río Rímac.

#### **5.4.3. Grupo Rímac (P-r)**

Se considera material de origen volcánico. Esta unidad ocupa un aproximado de 222.1 ha lo cual representa el 13.93% del área de estudio de la Quebrada Payhua. Presenta una litología de andesitas verdes y violáceas con brechas y volcanoclásticos. Corresponde a periodos de fuerte deformación compresional, evidenciada por plegamientos que afectan la Cordillera Occidental central produciendo efecto de imbricamiento a lo largo de las fallas, seguido de una actividad erosiva intensa y luego un vulcanismo activo, tal como evidencia el Grupo Rímac.



**Figura 5-3.- La Quebrada Payhua presenta formaciones de rocas sedimentarias e intrusivas en la Formación Colqui y volcánicas e intrusivas en la Formación Rímac, se disponen en laderas pronunciadas, generadas por el cauce fluvial de quebrada, dejando expuesto material rocoso de tobas, areniscas y andesitas en las cimas de la cuenca.**

#### **5.4.4. Grupo Rímac- andesitas, tobas (P-r/and,tb)**

Se considera material de origen volcánico. Esta unidad ocupa un aproximado de 385.6 ha lo cual representa el 24.18% del área de estudio de la Quebrada Payhua. Presenta una litología de andesitas grises a violáceas de textura porfiritica y algunos niveles de tobas de ceniza gris claro. Corresponde a periodos de fuerte deformación compresional, evidenciada por plegamientos que afectan la Cordillera Occidental central produciendo efecto de imbricamiento a lo largo de las fallas, seguido de una actividad erosiva intensa y luego un vulcanismo activo, tal como evidencia el Grupo Rímac.

#### **5.4.5. Formación Colqui - areniscas tobáceas (PN-col/artb)**

Esta unidad ocupa un aproximado de 512 ha lo cual representa el 32.14% del área de estudio de la Quebrada Payhua. Presenta una litología de areniscas y limolitas tobáceas color rojizo con niveles de calizas beige a gris claro deformadas. Representa un período de renovado levantamiento de los Andes, llegando a alturas que sobrepasan los 3000 msnm, acompañado por una actividad volcánica principalmente andesítica. Se desarrollan secuencias locales alrededor de muchos aparatos volcánicos, con fases explosivas y efusivas. Los levantamientos presentes en la zona de Matucana evidencian el levantamiento en bloques y doblamiento de las capas superiores. Material mayormente sedimentario.

#### **5.4.6. Formación Colqui - tobas y areniscas tobáceas (PN-col/2)**

Esta unidad ocupa un aproximado de 75.4 ha lo cual representa el 4.73% del área de estudio de la Quebrada Payhua. Presenta una litología de niveles de tobas de lapilli, color gris verdosos, violáceo intercalado con niveles volcánico-clásticos. Representa un periodo de renovado levantamiento de los Andes, llegando a alturas que sobrepasan los 3,000 msnm, acompañado por una actividad volcánica principalmente andesítica. Se desarrollan secuencias locales alrededor de muchos aparatos volcánicos, con fases explosivas y efusivas. Los levantamientos presentes en la zona de Matucana evidencian el levantamiento en bloques y doblamiento de las capas superiores. Material mayormente sedimentario.

## **6. FISIOGRAFÍA**

### **6.1. Fisiografía Regional**

El río Rímac se forma a 3,400 msnm por la confluencia del río Blanco, alimentado por el nevado Tatajaico a 5,000 msnm de altura con el Yauliyaco, que nace en Ticlio, a 4,820 msnm. Presenta escasa vegetación en sus flancos, lo cual favorece una mayor erosión de suelo. Ese fenómeno lo ocasionan las lluvias que van al lecho del río. La edad del valle del río Rímac se estima en 1 millón de años. El flujo del río erosiona el fondo de su lecho. Luego, las grandes cumbres a ambos lados del río, cuyas alturas superan los 1,000 m sobre el lecho del río, han sido formadas por la erosión del río Rímac. Todo el material de erosión ha sido depositado en el cono de deyección del río Rímac.

A lo largo del río Rímac y sus afluentes, se ubican secciones transversales en forma cóncava. Esto quiere decir que aparecen secciones de valle glaciar sobre los 4,000 msnm de altura, y transversales en forma de V o trapecio invertido a menor altitud. Todas estas forman valles fluviales, valles aluviales, valles fluvio-aluviales y secciones con paredes verticales, lo cual origina cañones u otros combinados con paredes verticales y en forma de V.

Un tema muy importante es la geodinámica externa del río Rímac, que da lugar a aluviones (huaycos), desprendimientos de rocas, deslizamientos y asentamientos que afectan a las obras viales y a las poblaciones. La cuenca del río Rímac de las zonas altas, sobre los 2,200 msnm de altura hasta los 4,820 msnm, en la sección más alta de la cuenca, se puede considerar como la zona "A" de lavado. Las aguas lavan el suelo de los flancos de los valles y la arrastran al cauce del río. Todo ese material es depositado a cotas menores entre los 2,200 a 1,800 msnm de altura, lo cual destroza

las poblaciones ubicadas a lo largo de las terrazas fluviales, terrazas aluviales y terrazas fluvio-aluviales.

Este mismo fenómeno se produce en los ríos tributarios del Rímac, como el Santa Eulalia y en quebradas como en Pedregal. A esta zona destruida por el aluvión la consideramos como la zona «B». A cota menor, donde termina el aluvión en cada uno de esos ríos o quebradas, se ubica la zona «C» solo de aguas turbias, porque lleva, en suspensión, arena, limo y arcilla. Por lo expuesto, no tenemos aluviones en la parte baja del río Rímac, es decir, en su cono de deyección, donde está la ciudad de Lima.

La cuenca del río Rímac se ubica en el flanco oeste de la Cordillera Occidental y muestra un relieve caracterizado por fuertes contrastes topográficos. De acuerdo a la bibliografía, los procesos geomorfológicos de la cuenca del río Rímac, muestran sus primeras actividades a través del levantamiento de los Andes, con deformaciones restringidas al ámbito de la costa. A continuación, durante el Cretácico, se presenta una fase caracterizada por plegamientos intensos en la costa, durante el Eoceno, los plegamientos y levantamientos se manifiestan con más intensidad, y hacia el Mioceno, se produce el mayor levantamiento del sector andino, caracterizado por intenso fallamiento y gran actividad volcánica. Es durante este periodo, que la mayoría de los valles de la costa alcanzan su nivel presente. Sobre esta tierra emergida se han producido los movimientos del Cuaternario, en que los procesos de erosión y deposición son manifiestamente activos. Se ha postulado por esto, que la evolución morfológica de la cuenca del río Rímac en los últimos 200 años ha tenido como causa preponderante los procesos geomórficos.

A continuación, se presenta la descripción de la fisiografía de las tres quebradas priorizadas, habiendo utilizado la metodología de Villota para la evaluación de las unidades geomorfológicas.

## **6.2. Fisiografía de la Quebrada Cusipata**

La cuenca de drenaje del Cusipata se encuentra rodeada por una cadena de cerros bajos, constituidos en gran parte por el Batolito de la Costa y un envolvente volcánico-clástico que se levantan al este del cono deyección principal, extendiéndose en ambos márgenes de la quebrada, aumentando en altitud y relieve.

Descripción de Unidades Fisiográficas identificadas en la Quebrada Cusipata:

### 6.2.1. Unidades de Gran Paisaje

#### *Colinas Fluvio erosionales*

Representan el total del área de estudio de la Quebrada Cusipata, correspondiente a 845.5 ha. Se refiere a tierras de pendientes suaves, compuesto por material heterogéneo de cantos rodados de tamaños diversos, cementados por grava, arena y arcilla, formado por un proceso fluvial, donde los depósitos jóvenes yacen sobre los depósitos antiguos sin solución de continuidad. En el caso de la cuenca de la Quebrada Cusipata, la cuenca alta mantiene la mayoría de su material de origen, constituido por el batolito de la costa y roca expuesta en la superficie.

**Tabla 6-1.- Fisiografía de la Quebrada Cusipata**

GRAN PAISAJE	PAISAJE	SUB PAISAJE	SÍMBOLO PAISAJE-SUB PAISAJE	ÁREA (ha)	%
Colinas fluvioerosionales	Colinas	Cuchillas de disección	co-cd	139.6	16.51%
		Lecho de río	co-lr	6.5	0.77%
		Cima	co-ci	60.7	7.18%
		Laderas	co-l	254.1	30.05%
	Vallecito concavo	Cima	vc-ci	18	2.13%
		Coluvios	vc-co	1.2	0.14%
		Cono aluvial	vc-cal	63.7	7.53%
		Cuchillas de disección	vc-cd	14.9	1.76%
		Ladera baja	vc-lb	18.8	2.22%
		Ladera media	vc-lm	17.2	2.03%
		Laderas	vc-cd	37.2	4.40%
	Vallecito en V	Cima	vv-ci	21.4	2.53%
		Coluvios	vv-co	13.3	1.57%
		Cuchillas de disección	vv-cd	25	2.96%
		Escarpe menor	vv-em	19.5	2.31%
		Ladera baja	vv-lb	27.4	3.24%
		Ladera media	vv-lm	49.6	5.87%
		Laderas	vv-l	52	6.15%
	Lecho de río	vv-lr	5.4	0.64%	
	<b>ÁREA TOTAL</b>				<b>845.5</b>

Elaboración SENAMHI (2021).

## 6.2.2. Unidades de Paisaje

### *Colinas*

Término usado para señalar pequeñas elevaciones de terreno con pendientes suaves. En el caso de la Quebrada Cusipata, corresponde la sección alta de la cuenca, que alcanza una altitud de 1,500 msnm. Zona de paisaje ondulado, corresponde a la divisoria de aguas con las quebradas del río Lurín.

### *Vallecito Cóncavo*

El valle se origina a partir de un plegamiento sinclinal, en el cual los estratos buzcan en sentido convergente hacia el centro o plano axial. Es un pliegue de tipo cóncavo que generalmente forma una depresión sobre la cual se ubican los valles subsecuentes. Corresponde a la sección baja de la quebrada, que se une al río Rímac formando un valle relativamente amplio y cóncavo, mayormente ocupado por actividades antrópicas.

### *Vallecito en V*

Valle de perfil transversal en forma de V, característica de la geomorfología fluvial. Corresponde a la sección media de la cuenca del Cusipata, y es característicamente transicional entre la llanura semiconcavas y el paisaje colinoso de la sección alta, presentando pendientes empinadas y relieve accidentado.



**Figura 6-1.- Paisaje de valle en V**

### 6.2.3. Unidades de Subpaisaje

#### *Cuchillas de Disección (co-cd), (vc-cd)*

Esta unidad se encuentra en las unidades de paisaje Colinas (co-cd) donde ocupa 139.6 ha, que corresponden a 16.51% del área de estudio, Vallecito Cóncavo (vc-cd) donde ocupa 14.9 ha, que corresponden a 1.76% del área de estudio y Vallecito en V (w-cd) donde ocupa 25 ha, que corresponden a 2.96% del área de estudio de la Quebrada Cusipata. Se refiere al trabajo realizado por los agentes erosivos sobre un determinado paisaje, presentando un efecto de socavamiento, percibiéndose como un cambio abrupto, donde las pendientes son muy pronunciadas. Este tipo de subpaisaje es uno de los más susceptibles a transformarse en cárcavas u otros procesos erosivos similares.

#### *Lecho de río (co-lr), (w-lr)*

Esta unidad se encuentra en las unidades de paisaje Colinas (co-lr) donde ocupa 6.5 ha, que corresponden a 0.77% del área de estudio y Vallecito en V (w-lr) donde ocupa 5.4 ha, que corresponden a 0.64% del área de estudio de la Quebrada Cusipata. Es el canal excavado por las aguas y los materiales, durante todo su desarrollo y evolución, dejando marcado la forma del talweg, de las vertientes, del perfil transversal y en general de todas las formas del paisaje fluvial. El lecho menor es el cauce por donde circulan las aguas en períodos de sequía.

#### *Cima (co-ci), (vc-ci), (w-ci)*

Esta unidad se encuentra en las unidades de paisaje Colinas (co-ci) donde ocupa 60.7 ha, que corresponden a 7.18% del área de estudio, Vallecito Concavo (vc-ci) donde ocupa 18 ha, que corresponden a 2.13% del área de estudio y Vallecito en V (w-ci) donde ocupa 21.4 ha, que corresponden a 2.53% del área de estudio de la Quebrada Cusipata. Se refiere a la parte más elevada de un cerro, montaña o colina. En el caso de la Quebrada Cusipata, se refiere a toda masa de tierra que se mantiene en las partes más elevadas del relieve, constituida por rocas y otros detritos.

#### *Laderas(co-l), (vc-l), (w-l)*

Esta unidad se encuentra en las unidades de paisaje Colinas (co-l) donde ocupa 254.1 ha, que corresponden a 30.05% del área de estudio, Vallecito Concavo (vc-l) donde ocupa 37.2 ha, que corresponden a 4.4% del área de estudio y Vallecito en V (w-l) donde ocupa 52 ha, que corresponden a 6.15% del área de estudio de la Quebrada Cusipata.

Este término descriptivo es usado en geomorfología para designar los terrenos inclinados de una cadena montañosa, o para las pendientes de cualquier tipo de elevación de terreno. En la Quebrada Cusipata, se ve representado por todas las laderas de colina encontradas en la parte alta y media de la cuenca, donde hay un efecto de acumulación de material de tipo coluvial.

#### ***Coluvios (vc-co), (w-co)***

Esta unidad se encuentra en las unidades de paisaje Vallecito Concavo (vc-co) donde ocupa 1.2 ha, que corresponden a 0.14% del área de estudio y Vallecito en V (w-co) donde ocupa 13.3 ha, que corresponden a 1.57% del área de estudio de la Quebrada Cusipata. Material fragmentario transportado y acumulado por acción de la gravedad, generalmente se ubica en los taludes de los cerros, son heterogéneos, tanto en la forma como en el tamaño. Muchas veces es difícil separar los materiales coluviales de los aluviones, como de los residuales, porque casi siempre la acumulación es mezclada.

#### ***Cono Aluvial (vc-cal)***

Esta unidad se encuentra en la unidad de paisaje Vallecito Concavo (vc-cal) donde ocupa 63.7 ha, que corresponden a 7.53% del área de estudio de la Quebrada Cusipata. Se refiere a material detrítico depositado en forma de abanico, por una corriente acuosa, al cambio de pendiente de un torrente, o cercano a su nivel de base. Sinónimo: cono aluvial.

#### ***Escarpe Menor (w-em)***

Esta unidad se encuentra en la unidad de paisaje Vallecito en V (w-em) donde ocupa 19.5 ha, que corresponden a 2.31% del área de estudio de la Quebrada Cusipata. Se presenta como fuerte desnivel en los terrenos que delimita a dos superficies más o menos planas.

#### ***Ladera Media (vc-lm), (w-lm)***

Esta unidad se encuentra en las unidades de paisaje Vallecito Concavo (vc-lm) donde ocupa 17.2 ha, que corresponden a 2.03% del área de estudio y Vallecito en V (w-lm) donde ocupa 49.6 ha, que corresponden a 5.87% del área de estudio de la Quebrada Cusipata. Este término descriptivo es usado en geomorfología para designar los terrenos inclinados de una cadena montañosa, o para las pendientes de cualquier tipo de elevación de terreno.

#### ***Ladera Baja (vc-lb), (w-lb)***

Esta unidad se encuentra en las unidades de paisaje Vallecito Concavo (vc-lb) donde ocupa 18.8 ha, que corresponden a 2.22% del área de estudio y Vallecito en V (w-lb)



donde ocupa 27.4 ha, que corresponden a 3.24% del área de estudio de la Quebrada Cusipata. Este término descriptivo es usado en geomorfología para designar los terrenos inclinados de una cadena montañosa, o para las pendientes de cualquier tipo de elevación de terreno.

### **6.3. Fisiografía de la Quebrada Pedregal**

La subcuenca del Pedregal se encuentra en un basamento rocoso de intrusivo granítico, cuyo origen se atribuye principalmente al sistema de diaclasamiento del macizo rocoso, que por su textura granular, favorece la meteorización y su transformación a suelo residual, facilitando la plena evolución del torrente, ligado a las crisis climáticas que se presentan y originan movimientos de masas fluidas o Huaicos, que han rellenado el fondo y parte baja de la quebrada, afectando a los asentamientos humanos que se han emplazado en zona de alto riesgo frente a desastres naturales, común en la zona de Chosica. Las unidades fisiográficas identificadas en el presente estudio y la descripción de las mismas se muestran en la tabla 6-2.

**Tabla 6-2.- Fisiografía de la Quebrada Pedregal**

GRAN PAISAJE	PAISAJE	SUB PAISAJE	SÍMBOLO PAISAJE-SUB PAISAJE	ÁREA (ha)	%
Colinas fluvioerosionales	Colinas	Laderas	co-la	17.1	1.65%
	Vallecito en V	Cima	vv-ci	106.9	10.34%
		Cono aluvial	vv-ca	53.5	5.17%
		Cono deyección	vv-cy	6.4	0.62%
		Cuchillas de disección	vv-cd	137.7	13.32%
		Escarpe menor	vv-em	2.6	0.25%
		Glacis coluvial	vv-gc	24.2	2.34%
		Ladera media	vv-lm	37.1	3.59%
		Laderas	vv-la	584.2	56.50%
		Laderas bajas	vv-lb	29.2	2.82%
		Lecho de río	vv-lr	31.3	3.03%
		Terraza agradacional	vv-ta	3.8	0.37%
<b>ÁREA TOTAL</b>				<b>1034</b>	<b>100.00 %</b>

*Elaboración SENAMHI ( 2021).*

Descripción de Unidades Fisiográficas identificadas en la Quebrada Pedregal:

### **6.3.1. Unidades de Gran Paisaje**

#### ***Colinas Fluvioerosionales***

Representan el total del área de estudio de la Quebrada Pedregal, correspondiente a 1,034 ha. Se refiere a tierras de pendientes suaves, compuesto por material heterogéneo de cantos rodados de tamaños diversos, cementados por grava, arena y arcilla, formado por un proceso fluvial, donde los depósitos jóvenes yacen sobre los depósitos antiguos sin solución de continuidad.

### **6.3.2. Unidades de Paisaje**

#### ***Colinas***

Término usado para señalar pequeñas elevaciones de terreno con pendientes suaves. En el caso particular de la Quebrada Pedregal, se refiere a cerros de baja altitud, en transición entre la cordillera occidental y el litoral, alcanzando una altitud máxima de 2,300 msnm en la divisoria de aguas

#### ***Vallecito en V***

El valle en forma de V es típico de un paisaje erosionado por el flujo de agua. La erosión es más pronunciada cuando el flujo es de agua pesada y el agua acarrea partículas en suspensión, junto con fragmentos de roca. Los sedimentos son arrancados de las paredes del valle formado y son arrastrados por el agua corriente abajo, hasta donde se acumulan en un "lecho", donde la velocidad de la corriente es demasiado débil para llevarlos más lejos.

### **6.3.3. Unidades de Subpaisaje**

#### ***Laderas (co-la), (w-la)***

Esta unidad se encuentra en la unidad de paisaje Colinas (co-la) donde ocupa 17.1 ha, que corresponden a 1.65% del área de estudio y en la unidad de paisaje Vallecito en V (w-la) donde representa 584.2 ha, que corresponden a 56.5 % del área de estudio de la Quebrada Pedregal. Este término descriptivo es usado en geomorfología para designar los terrenos inclinados de una cadena montañosa, o para las pendientes de cualquier tipo de elevación de terreno.

#### ***Cima (w-ci)***

Esta unidad se encuentra en la unidad de paisaje Vallecito en V, donde ocupa 106.9 ha, que corresponden a 10.34% del área de estudio de la Quebrada Pedregal. Una cima es,

un punto de una superficie que es más elevado en altitud que todos los puntos inmediatamente adyacentes a él. En el caso de las quebradas priorizadas, se ha denominado así a las crestas y divisorias de aguas y límites superiores de las microcuencas.

#### ***Cono Aluvial (w-ca)***

Esta unidad se encuentra en la unidad de paisaje Vallecito en V, donde ocupa 53.5 ha, que corresponden a 5.17 % del área de estudio de la Quebrada Pedregal. Se refiere a material detrítico depositado en forma de abanico, por una corriente acuosa, al cambio de pendiente de un torrente, o cercano a su nivel de base. Sinónimo: cono aluvial.

#### ***Cono Deyección (w-cy)***

Esta unidad se encuentra en la unidad de paisaje Vallecito en V, donde ocupa 6.4 ha, que corresponden a 0.62% del área de estudio de la Quebrada Pedregal. Son depósitos de material detrítico que se acumula en la parte baja del curso de escurrimiento de un río o de un torrente. Estos depósitos se forman mayormente en los cambios bruscos de pendiente, en las zonas de piedemonte o en los límites entre las laderas escarpas y las zonas más o menos planas. Sinónimo: Cono aluvial, abanico aluvial.

#### ***Escarpe Menor (w-em)***

Esta unidad se encuentra en la unidad de paisaje Vallecito en V, donde ocupa 2.6 ha, que corresponden a 0.25% del área de estudio de la Quebrada Pedregal. Se presenta como fuerte desnivel en los terrenos que delimita a dos superficies más o menos planas.

#### ***Glacis Coluvial (w-gc)***

Esta unidad se encuentra en la unidad de paisaje Vallecito en V, donde ocupa 24.2 ha, que corresponden a 2.34% del área de estudio de la Quebrada Pedregal. Término utilizado por los franceses para designar a los taludes de poco declive y los materiales depositados en estos taludes. Depósitos no consolidados sobre peneplanicies.

#### ***Cuchillas de Disección (w-cd)***

Esta unidad se encuentra en la unidad de paisaje Vallecito en V, donde ocupa 137.7 ha, que corresponden a 13.32 % del área de estudio de la Quebrada Pedregal. Se refiere al trabajo realizado por los agentes erosivos sobre un determinado paisaje, presentándose como un cambio abrupto, directamente ligado a los patrones de drenaje y cortes en las laderas.



**Figura 6-2.- Cuchilla de disección en el paisaje montañoso. Las avenidas de lluvias extraordinarias cortan sobre el terreno creando zanjas profundas que se acentúan más con cada lluvia arrastrando material a las secciones bajas de la quebrada y dejando suelo expuesto. Las cuchillas de mayor profundidad se conocen como cárcavas.**

#### ***Ladera Media (w-lm)***

Esta unidad se encuentra en la unidad de paisaje Vallecito en V, donde ocupa 37.1 ha, que corresponden a 3.59% del área de estudio de la Quebrada Pedregal. Este término descriptivo es usado en geomorfología para designar los terrenos inclinados de una cadena montañosa, o para las pendientes de cualquier tipo de elevación de terreno.

#### ***Ladera Baja (w-lb)***

Esta unidad se encuentra en la unidad de paisaje Vallecito en V, donde ocupa 29.2 ha, que corresponden a 2.82% del área de estudio de la Quebrada Pedregal. Este término descriptivo es usado en geomorfología para designar los terrenos inclinados de una cadena montañosa, o para las pendientes de cualquier tipo de elevación de terreno.



**Figura 6-3.- Paisaje de laderas bajas y terrazas agradacionales.**

#### ***Lecho de río (w-lr)***

Esta unidad se encuentra en la unidad de paisaje Vallecito en V, donde ocupa 31.3 ha, que corresponden a 3.03% del área de estudio de la Quebrada Pedregal. Es el canal excavado por las aguas y los materiales, durante todo su desarrollo y evolución, dejando marcado la forma del talweg, de las vertientes, del perfil transversal y en general de todas las formas del paisaje fluvial. El lecho menor es el cauce por donde circulan las aguas en períodos de sequía.

#### ***Terraza Agradacional (w-ta)***

Esta unidad se encuentra en la unidad de paisaje Vallecito en V, donde ocupa 3.8 ha, que corresponden a 0.37% del área de estudio de la Quebrada Pedregal. Terraza es una superficie más o menos plana, horizontal o levemente inclinada, generalmente limitada por dos declives pronunciados. Las terrazas fluviales se forman generalmente por los cambios que se producen tanto en la carga fluvial como en el caudal y la energía provocando unas veces erosión y otras, sedimentación o agradación. La agradación es un proceso geológico, mediante el cual se realiza la acumulación de sedimentos en las zonas de depresión. Mediante el proceso de agradación las superficies deprimidas tienden a rellenarse.

### **6.4. Fisiografía de la Quebrada Payhua**

La Quebrada Payhua es uno de los valles y quebradas que nacen en la divisoria continental y que forman a través del altiplano y flanco occidental andino, grandes

canales de desagüe, diseñando el patrón de drenaje de la cuenca, como resultado de la erosión por procesos y agentes geomorfológicos que han actuado en combinación con los movimientos de formación de la cordillera.

En su flanco occidental andino, la sección transversal presenta un perfil típico de valle en V, ancho y abierto en la parte alta, y encañonado en la parte baja de laderas empinadas y abruptas, lo cual, guarda relación con el paisaje de valle y cañón. Se trata entonces, de una quebrada subsidiaria en evolución, en proceso de encañonamiento y erosión regresiva.

En estas áreas existen zonas sensibles a los fenómenos de geodinámica externa como deslizamientos, derrumbes, erosión en cárcavas, huaycos, entre otros, que actúan como agentes modeladores naturales; a todo esto, hay que añadir la acción del hombre como agente modificador a través de la edificación de terrazas y andenerías.

**Tabla 6-3.- Fisiografía de la Quebrada Payhua**

GRAN PAISAJE	PAISAJE	SUB PAISAJE	SÍMBOLO PAISAJE-SUB PAISAJE	ÁREA (ha)	%
Montaña estructural volcánico fluvio erosional	Cañon	Abanico aluvial	c-aa	6.2	0.39%
		Garganta	c-g	69.9	4.38%
		Plano de terraza	c-pt	2.6	0.16%
		Talud de terraza	c-tt	10.1	0.63%
		Terraza agradacional	c-ta	0.8	0.05%
	Escarpe mayor	Laderas	em-l	121.3	7.61%
	Laderas aluviales	Barranco	la-b	37.3	2.34%
		Cima	la-ci	2.4	0.15%
		Glacis coluvial	la-gc	68.5	4.30%
		Laderas	la-l	38.6	2.42%
		Lecho de río	la-lr	0.6	0.04%
		Talud de terraza	la-tt	23.8	1.49%
		Terraza coluvio-aluvial	la-tca	60.7	3.81%
	Montaña no ramificada	Cima	mnr-ci	3.3	0.21%
		Cuchillas de disección	mnr-cd	4	0.25%
		Escarpe menor	mnr-em	63.6	3.99%
		Garganta	mnr-g	21.5	1.35%
		Glacis coluvial	mnr-gc	5.5	0.34%
		Laderas	mnr-l	130	8.15%

GRAN PAISAJE	PAISAJE	SUB PAISAJE	SÍMBOLO PAISAJE-SUB PAISAJE	ÁREA (ha)	%
		Terraza agradacional	mnr-ta	0.3	0.02%
		Terraza erosional	mnr-te	1.4	0.09%
	Vallecito en V	Abanico aluvial	vv-aa	1.4	0.09%
		Cima	vv-ci	3.1	0.19%
		Cuchillas de diseccion	vv-cd	24.3	1.52%
		Escarpe menor	vv-em	40.5	2.54%
		Laderas	vv-l	104.6	6.56%
		Lecho de rio	vv-lr	1.2	0.08%
		Terraza agradacional	vv-ta	0.5	0.03%
	Vallecito indiferenciado	Abanico aluvial	vi-aa	2.2	0.14%
		Cima	vi-ci	9.5	0.60%
		Cuchillas de diseccion	vi-cd	104	6.52%
		Escarpe menor	vi-em	29.9	1.88%
		Garganta	vi-g	14.7	0.92%
		Glacis coluvial	vi-gc	4.2	0.26%
		Laderas	vi-l	484.6	30.39%
		Lecho de rio	vi-lr	13.4	0.84%
		Plano de terraza	vi-pt	17.4	1.09%
		Talud de terraza	vi-tt	21.2	1.33%
		Terraza coluvio-aluvial	vi-tca	44.3	2.78%
Terraza erosional	vi-te	1.1	0.07%		
<b>ÁREA TOTAL</b>				<b>1594.5</b>	<b>100.00 %</b>

Elaboración SENAMHI ( 2021).

Descripción de Unidades Fisiográficas identificadas en la quebrada Payhua:

#### 6.4.1. Unidades de Gran Paisaje

##### *Montaña estructural volcánico fluvioerosional*

Representan el total del área de estudio de la Quebrada Payhua, correspondiente a 1594.5 ha. Gran elevación natural del terreno, constituida por una agrupación o cadena



de cerros. La Orogénesis es la parte de la geología que estudia el origen y formación de las montañas. Las montañas se clasifican en: Montañas plegadas, montañas falladas, montañas volcánicas, montañas de erosión, montañas complejas. Esta clasificación es nada más que didáctica, pues es difícil encontrar cadenas montañosas de un solo tipo, lo más común es encontrar montañas mixtas o complejas. Según su estado de desarrollo se clasifican en: jóvenes, maduras, seniles y de rejuvenecimiento. Cuando la cadena montañosa tiene una gran extensión se le denomina cordillera, ejemplo Cordillera de los Andes, es una cadena compuesta por tres o más cordilleras; en el caso del Perú: Cordillera de la Costa, Cordillera Occidental, Cordillera Oriental y Cordillera Ultraoriental; se extiende desde la Tierra del Fuego hasta América Central y continúa por América del Norte hasta la Polinesia formando la Cadena Volcánica Circumpacífica. Es una cadena montañosa plegada y fallada de desarrollo joven.

#### **6.4.2. Unidades de Paisaje**

##### ***Cañon***

Un cañón o quebrada es un valle profundo y estrecho con laderas empinadas y rocosas. Los cañones se forman como resultado de largos períodos de erosión de origen fluvial. Un río o arroyo ejerce fuerza sobre el paisaje circundante desgastando hasta la elevación del cuerpo de agua más cercano. Una vez que este río ha alcanzado la masa de agua, las presiones sobre el paisaje disminuyen y la cantidad de erosión comienza a estabilizarse. Un cañón es un tipo de paisaje relativamente joven.

##### ***Escarpe Mayor***

El escarpe es una vertiente de roca que corta el terreno abruptamente con una pendiente muy pronunciada. De modo general, se refiere a cualquier tipo de salto que interrumpe la continuidad de un paisaje. Sin embargo, el concepto específico hace referencia a los escarpes de falla, que corresponden a los saltos o pendientes visibles en las fracturas recientes de la corteza terrestre.

##### ***Laderas Aluviales***

El paisaje de laderas es uno de los más distribuidos en el mundo, y uno de los componentes fundamentales del relieve, formando parte de los procesos de remoción en masa. Las laderas presentan diferentes grados de complejidad morfológica, lo cual debe su génesis a múltiples procesos, entre los que destacan los tectónicos, volcánicos, fluviales, gravitacionales, glaciares y periglaciares. Las laderas aluviales hacen referencia a las paredes formadas por el flujo de una corriente de agua.



### ***Montaña no Ramificada***

Se refiere a las formaciones de relieve montañoso que siguen un patrón relativamente continuo, sin presentar mayores bifurcaciones.

### ***Vallecito en V***

El valle en forma de V es típico de un paisaje erosionado por el flujo de agua. La erosión es más pronunciada cuando el flujo es de agua pesada y el agua acarrea partículas en suspensión, junto con fragmentos de roca. Los sedimentos son arrancados de las paredes del valle formado y son arrastrados por el agua corriente abajo, hasta donde se acumulan en un “lecho”, donde la velocidad de la corriente es demasiado débil para llevarlos más lejos.

### ***Vallecito Indiferenciado***

Depresión de los terrenos de forma longitudinal, de muchos kilómetros de extensión y sobre cuyos fondos (lechos fluviales) discurren los ríos. Los valles son formas del paisaje constituido por los talwegs o vertientes o sistemas de declives convergentes. Los valles se pueden clasificar según su origen: valles de sinclinal, valles de anticlinal, valles de falla, valles de diaclasa, valles de fosa o graben, valles de estructura homoclinal, valles de estructura monoclinal, valles encajonantes, etc. Según su estado de desarrollo: valles juveniles, valles maduros, valles seniles, valles rejuvenecidos. Según el proceso geológico: valles fluviales, valles glaciares, valles mixtos, etc. Según la red hidrográfica: valles principales o de primer orden, de segundo orden, de tercer orden, etc., valles afluentes, valles efluentes. Según su orientación con la estructura geológica: valles consecuentes, valles subsecuentes, valles obsecuentes, valles resecuentes, valles antecedentes, etc. Por su forma: valles en V cerrada, en V abiertas, valles en U, valles profundos o cañones, valles subterráneos (terrenos calcáreos), valles submarinos, etc.

#### **6.4.3. Unidades de Subpaisaje**

##### ***Abanico aluvial (c-aa), (vv-aa), (vi-aa)***

Esta unidad se encuentra en las unidades de paisaje Cañon (c-aa) donde ocupa 6.2 ha que corresponden a 0.39% del área de estudio, la unidad de paisaje Vallecito en V (vv-aa) donde ocupa 1.4 ha que corresponden a 0.09% del área de estudio y la unidad de paisaje Vallecito indiferenciado (vi-aa) donde ocupa 2.2 ha que corresponden a 0.14% del área de estudio de la Quebrada Payhua. Material detrítico depositado en forma de abanico, por una corriente acuosa, al cambio de pendiente de un torrente, o cercano a su nivel de base.

### ***Barranco (la-b)***

Esta unidad se encuentra en la unidad de paisaje Laderas Aluviales (la-b) donde ocupa 37.3 ha que corresponden a 2.34% del área de estudio de la Quebrada Payhua. Paisaje apretado y profundo de un valle, se usa también como sinónimo de cañón o desfiladero. Se tiene varios tipos de gargantas y están relacionados con el tipo de valle que le dio origen o a la forma particular que presentan. Ejemplo. garganta fluvial.

### ***Cima (la-ci), (mnr-ci), (vv-ci), (vi-ci)***

Esta unidad se encuentra en las unidades de paisaje Laderas Aluviales (la-ci) donde ocupa 2.4 ha que corresponden a 0.15% del área de estudio, la unidad de paisaje Montaña no ramificada (mnr-ci) donde ocupa 3.3 ha que corresponden a 0.21% del área de estudio, la unidad de paisaje Vallecito en V (vv-ci) donde ocupa 3.1 ha que corresponden a 0.19% del área de estudio y la unidad de paisaje Vallecito indiferenciado (vi-ci) donde representa 9.5 ha que corresponden a 0.60% del área de estudio de la Quebrada Payhua. Se refiere a la parte más elevada de un cerro, pico, montaña, etc.

### ***Cuchillas de Disección (mnr-cd), (vv-cd), (vi-cd)***

Esta unidad se encuentra en las unidades de paisaje Montaña no ramificada (mnr-cd) donde ocupa 4 ha que corresponden a 0.25% del área de estudio, la unidad de paisaje Vallecito en V (vv-cd) donde ocupa 24.3 ha que corresponden a 1.52% del área de estudio y la unidad de paisaje Vallecito indiferenciado (vi-cd) donde ocupa 104 ha que corresponden a 6.52% del área de estudio de la Quebrada Payhua. Se refiere al trabajo realizado por los agentes erosivos sobre un determinado paisaje, presentándose como un cambio abrupto.

### ***Escarpe Menor (mnr-em), (vv-em), (vi-em)***

Esta unidad se encuentra en las unidades de paisaje Montaña no ramificada (mnr-em) donde ocupa 63.6 ha que corresponden a 3.99% del área de estudio, la unidad de paisaje Vallecito en V (vv-em) donde ocupa 40.5 ha que corresponden a 2.54% del área de estudio y la unidad de paisaje Vallecito indiferenciado (vi-em) donde ocupa 29.9 ha que corresponden a 1.88% del área de estudio de la Quebrada Payhua. Se presenta como fuerte desnivel en los terrenos que delimita a dos superficies más o menos planas.

### ***Garganta (c-g), (mnr-g), (vi-g)***

Esta unidad se encuentra en las unidades de paisaje Cañon (c-g) donde representa 69.9 ha que corresponden a 4.38% del área de estudio, la unidad de paisaje Montaña no ramificada (mnr-g) donde ocupa 21.5 ha que corresponden a 1.35% del área de estudio

y la unidad de paisaje Vallecito indiferenciado (vi-g) donde ocupa 14.7 ha que corresponden a 0.92% del área de estudio de la Quebrada Payhua.

#### ***Glacis Coluvial (la-gc), (mnr-gc), (vi-gc)***

Esta unidad se encuentra en las unidades de paisaje Laderas Aluviales (la-gc) donde ocupa 68.5 ha que corresponden a 4.3% del área de estudio, la unidad de paisaje Montaña no ramificada (mnr-gc) donde ocupa 5.5 ha que corresponden a 0.34% del área de estudio y la unidad de paisaje Vallecito indiferenciado (vi-gc) donde ocupa 4.2 ha que corresponden a 0.26% del área de estudio de la Quebrada Payhua. Término utilizado por los franceses para designar a los taludes de poco declive y los materiales depositados en estos taludes. Depósitos no consolidados sobre peneplanicies.

#### ***Laderas (em-l), (la-l), (mnr-l), (vv-l), (vi-l)***

Esta unidad se encuentra en las unidades de paisaje Escarpe Mayor (em-l) donde ocupa 121.3 ha que corresponden a 7.61% del área de estudio, la unidad de paisaje Laderas Aluviales (la-l) donde ocupa 38.6 ha que corresponden a 2.42% del área de estudio, la unidad de paisaje Montaña no ramificada (mnr-l) donde ocupa 130 ha que corresponden a 8.15% del área de estudio, la unidad de paisaje Vallecito en V (vv-l) donde ocupa 104.6 ha que corresponden a 6.56% del área de estudio y la unidad de paisaje Vallecito indiferenciado (vi-l) donde ocupa 484.6 ha que corresponden a 30.39% del área de estudio de la Quebrada Payhua. Este término descriptivo es usado en geomorfología para designar los terrenos inclinados de una cadena montañosa, o para las pendientes de cualquier tipo de elevación de terreno.

#### ***Lecho de río (la-lr), (vv-lr), (vi-lr)***

Esta unidad se encuentra en las unidades de paisaje Laderas Aluviales (la-lr) donde ocupa 0.6 ha que corresponden a 0.04% del área de estudio, la unidad de paisaje Vallecito en V (vv-lr) donde ocupa 1.2 ha que corresponden a 0.08% del área de estudio y la unidad de paisaje Vallecito indiferenciado (vi-lr) donde ocupa 13.4 ha que corresponden a 0.84% del área de estudio de la Quebrada Payhua. Es el canal excavado por las aguas y los materiales, durante todo su desarrollo y evolución, dejando marcado la forma del talweg, de las vertientes, del perfil transversal y en general de todas las formas del paisaje fluvial. El lecho menor es el cauce por donde circulan las aguas en períodos de sequía.

#### ***Plano de terraza (c-pt), (vi-pt)***

Esta unidad se encuentra en las unidades de paisaje Cañon (c-pt) donde ocupa 2.6 ha que corresponden a 0.16% del área de estudio y la unidad de paisaje Vallecito

indiferenciado (vi-pt) donde ocupa 17.4 ha que corresponden a 1.09% del área de estudio de la Quebrada Payhua. Superficie más o menos lisa, con pocos accidentes, cercana a la horizontal, producto de la sedimentación de los materiales de origen aluvial.

#### ***Talud de terraza (c-tt), (la-tt), (vi-tt)***

Esta unidad se encuentra en las unidades de paisaje Cañon (c-tt) donde ocupa 10.1 ha que corresponden a 0.63% del área de estudio, unidad de paisaje Laderas Aluviales (la-tt) donde ocupa 23.8 ha que corresponden a 1.49% del área de estudio y la unidad de paisaje Vallecito indiferenciado (vi-tt) donde ocupa 21.2 ha que corresponden a 1.33% del área de estudio de la Quebrada Payhua. Superficie inclinada del terreno que se extiende desde la base a la superficie llana de una terraza aluvial.

#### ***Terraza Agradacional (c-ta), (mnr-ta), (vv-ta)***

Esta unidad se encuentra en las unidades de paisaje Cañon (c-ta) donde ocupa 0.8 ha que corresponden a 0.05% del área de estudio, la unidad de paisaje Montaña no ramificada (mnr-ta) donde ocupa 0.3 ha que corresponden a 0.02% del área de estudio y la unidad de paisaje Vallecito en V (vv-ta) donde ocupa 0.5 ha que corresponden a 0.03% del área de estudio de la Quebrada Payhua. Terraza es una superficie más o menos plana, horizontal o levemente inclinada, generalmente limitada por dos declives pronunciados. Las terrazas fluviales se forman generalmente por los cambios que se producen tanto en la carga fluvial como en el caudal y la energía provocando unas veces erosión y otras, sedimentación o agradación. La agradación es un proceso geológico, mediante el cual se realiza la acumulación de sedimentos en las zonas de depresión. Mediante el proceso de agradación las superficies deprimidas tienden a rellenarse.

#### ***Terraza coluvio-aluvial (la-tca), (vi-tca)***

Esta unidad se encuentra en las unidades de paisaje Laderas Aluviales (la-tca) donde ocupa 60.7 ha que corresponden a 3.81% del área de estudio y la unidad de paisaje Vallecito indiferenciado (vi-tca) donde ocupa 44.3 ha que corresponden a 2.78% del área de estudio de la Quebrada Payhua. Superficie más o menos plana, horizontal o levemente inclinada, generalmente limitada por dos declives pronunciados. Las terrazas pueden ser terrazas de erosión o terrazas de sedimentación o compuestas.

#### ***Terraza Erosional (mnr-te), (vi-te)***

Esta unidad se encuentra en las unidades de paisaje Montaña no ramificada (mnr-te) donde ocupa 1.4 ha que corresponden a 0.09% del área de estudio y la unidad de paisaje Vallecito indiferenciado (vi-te) donde ocupa 1.1 ha que corresponden a 0.07% del área de estudio de la Quebrada Payhua. La terraza corresponde a una superficie

erosional, excavada bien sea sobre depósitos aluviales o bien sobre el sustrato rocoso. En el primer caso se denomina terraza aluvial (erosional) y en el segundo terraza rocosa.



**Figura 6-4.- Paisaje de terrazas prehispánicas (terraformizado) en la margen derecha-Quebrada de Payhua, Anexo San Juan de Allauca. Nótese como el curso del canal Humash (a mitad de imagen) disecciona el paisaje en tierras cultivables y potreros aguas abajo y terrazas similares en abandono a mayor altitud.**

## 7. ZONAS DE VIDA

### 7.1. Introducción

Las quebradas priorizadas son muy distintas en cuanto a cobertura vegetal y zonas de vida, por ello es necesaria una caracterización detallada de esta zonificación para entender cuáles son las áreas donde habitan las especies de interés para la instalación de infraestructuras naturales. Por tal motivo este informe contempla el estudio descriptivo de la cobertura vegetal y zonas de vida en estas tres quebradas priorizadas.

Los primeros esbozos del establecimiento de las zonas de vida en Perú se realizaron en función a datos meteorológicos de la década de los 50s (Tosi, 1960). Dos décadas después, con más datos disponibles y bajo el mismo enfoque, se elaboró la segunda versión del mapa ecológico del Perú (ONERN, 1976). La cual ha sido reimpresso por el Instituto Nacional de Recursos Naturales y puesto a disposición de todo usuario (INRENA, 1995). En esta última versión se incluye el manual que se aplicó para determinar las zonas de vida, con la finalidad de que sea usado como una herramienta técnica y de gestión ambiental para el desarrollo del país. Actualmente, el SENAMHI

viene actualizando este mapa ecológico en base al análisis y tratamiento de la información histórica de todas las estaciones meteorológicas (Aybar-Camacho et al., 2017).

Para la clasificación de las zonas de vida se ha seguido el modelo de Holdridge (1966), quien buscaba caracterizar los ecosistemas naturales. Este sistema clasifica las áreas terrestres acorde al comportamiento de las variables climáticas temperatura (Bioclima) y precipitación, asociado a la ubicación latitudinal y altitudinal. Esto favorece a la caracterización fisonómica de la vegetación denominándolas como: desiertos, montes, matorrales, estepas, páramos y tundras; y en función a la humedad ambiental se denominan: desierto perárido, monte espinoso, matorral desértico, etc.; y acorde con la altitud puede ser premontano, montano bajo, montano, subalpino, alpino y nival y finalmente obedeciendo a la posición latitudinal pueden ser tropical, subtropical, templada cálida, templada fría, boreal, subpolar y polar (Holdridge 1966, 1982).

El Perú está conformado por 84 zonas de vida y 17 zonas transicionales en tres regiones (tropical, subtropical y templado cálido) (ONERN, 1976; INRENA, 1995). Según el mapa ecológico del Perú el área priorizada Cusipata se clasifica en dos zonas de vida (Desierto perárido – Premontano Tropical y Desierto superárido – Subtropical); Pedregal en tres (Desierto perárido – Premontano Tropical, Matorral desértico – Montano Bajo Tropical y Matorral desértico – Premontano Tropical); y Payhua en cinco (Tundra pluvial – Alpino Tropical, Páramo muy húmedo – Subalpino Tropical, Estepa espinosa – Montano Bajo Tropical, Estepa – Montano Tropical y Bosque húmedo – Montano Tropical).

La cuenca del río Rímac se origina en la vertiente occidental de la cordillera de los Andes a una altitud máxima de aproximadamente 5,508 metros sobre el nivel del mar en el nevado Paca y aproximadamente a 132 kilómetros al nor-este de la ciudad de Lima, desembocando por el Callao, en el océano Pacífico. Presenta zonas relacionadas directamente con la altitud. La totalidad de estas zonas de vida se encuentran representadas en la evaluación de las quebradas priorizadas, así se tiene que el desierto desecado forma parte de la Quebrada Cusipata y la sección baja de la Quebrada Pedregal, el matorral desértico se distribuye en la zona media y alta de Pedregal, mientras que la Quebrada Payhua presenta zonas de vida de estepas, páramo y tundra. La distribución por altitud y sus características climáticas se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 7-1.- Características principales de las formaciones ecológicas y zonas de vida del ámbito de estudio Cuenca Río Rímac.**

Formación Ecológica	Altitud (m.s.n.m.)	Temperatura Promedio Anual °C	Precipitación Promedio Anual (mm.)	Tipo de Actividad	Potencial Agropecuario	Quebradas Priorizadas
Desierto Sub-Tropical	0 -800	18.6	20	Agricultura intensiva a semi- intensiva. Explotación ganadera estabulada.	Muy Bueno	Cusipata y Pedregal
Matorral Desértico Sub-Tropical	800-2,200	18	125	Agricultura intensiva y de subsistencia. Explotación frutícola especialmente pomoideos. Pastoreo estacional de caprinos en partes altas de la formación.	Regular	Pedregal
Estepa Espinosa Montano Bajo	2,200-3,100	14.4	350	Agricultura semi- intensiva y de subsistencia. Explotación frutícola (pomóideos). Pastoreo estacional de caprinos. Forestación con eucaliptos.	Bueno	Payhua
Estepa Montano	3,100-3,800	10	500	Agricultura semi intensiva de subsistencia. Pastoreo de vacunos y ovinos. Forestación con eucaliptos y alisos.	Bueno	Payhua
Páramo Muy Húmedo Sub-Alpino	3,800-4,800	5	350	Pastoreo extensivo de vacunos y ovinos.	Regular a bueno	Payhua
Tundra Pluvial Alpino	4,800-5,000	2.0	850	Pastoreo limitado de ovinos y auquénidos	Pobre a muy pobre	Payhua

Elaboración: SENAMHI ( 2021).

### 7.1.1. Materiales y métodos

#### *Materiales*

Los materiales utilizados son el mapa ecológico del Perú, el cual contiene las zonas de vida del Perú a una escala de 1/1'000000, con clasificación bajo el sistema de Holdridge, en el formato tipo shapefile (Fuente: MINAM).

Para el mapa de cobertura se calculó en base al NDVI, así también se usaron parámetros como la inclinación (pendiente), el subpaisaje y el uso de la tierra, así también se usaron imágenes satelitales de alta resolución tipo ráster obtenido de ArcGIS.

#### *Métodos*

Se superpuso el mapa de zonas de vida sobre el mapa de imágenes satelital, los cuales fueron delimitados para cada polígono de cada quebrada priorizada.

Tanto para el mapa de zonas de vida, así como para el mapa de cobertura vegetal se obtuvo un mosaico uniendo las imágenes exportadas desde el arcmap empleando la herramienta del arctoolbox "Mosaic to new raster" Fuente: ESRI satélite: World view 3 Fecha toma: 06/09/2020 (Cusipata y Pedregal), 31/10/2020 (Payhua). Resolución espacial: 0.31 m (Cusipata y Pedregal), 0.46 m (Payhua).

#### *Resultados*

En las tres áreas priorizadas se han identificado nueve zonas de vida, la zona de vida con mayor extensión corresponde a Desierto periarido – Premontano Tropical con 1,351.56 hectáreas que representa el 38.9 % del área total de las quebradas y la de menor extensión corresponde a la zona de vida Matorral desértico – Premontano Tropical que cubre una superficie de 6.82 hectáreas que representa apenas el 0.2 % del área total del de las tres quebradas. Las zonas de vida identificadas en las tres quebradas priorizadas se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 7-2.- Zonas de Vida Identificadas en las Quebradas Priorizadas, diciembre 2021**

Quebrada	Descripción de Zona de Vida	Símbolo	Área (ha)	Porcentaje (%) por quebrada
Cusipata	Desierto periarido – Premontano Tropical	dp-PT	592.93	70%
	Desierto superárido – Subtropical	ds-S	252.55	30%
Pedregal	Desierto periarido – Premontano Tropical	dp-PT	758.63	73%
	Matorral desértico – Montano Bajo Tropical	md-MBT	268.48	26%
	Matorral desértico – Premontano Tropical	md-PT	6.82	1%
	Tundra pluvial – Alpino Tropical	tp-AT	31.65	2%



Quebrada	Descripción de Zona de Vida	Símbolo	Área (ha)	Porcentaje (%) por quebrada
Payhua	Páramo muy húmedo – Subalpino Tropical	pmh-SaT	450.05	28%
	Estepa espinosa – Montano Bajo Tropical	ee-MBT	173.8	11%
	Estepa – Montano Tropical	e-MT	340.63	21%
	Bosque húmedo – Montano Tropical	bh-MT	598.43	38%

Elaboración: SENAMHI, 2021.

En el **ANEXO 4** se muestra el Mapa de Zonas de Vida en Quebrada Cusipata

En el **ANEXO 5** se muestra el Mapa de Zonas de Vida en Quebrada Pedregal

En el **ANEXO 6** se muestra el Mapa de Zonas de Vida en Quebrada Payhua

## **7.2. Zonas de Vida en la Quebrada Cusipata**

En la Quebrada Cusipata se han identificado dos zonas de vida, la zona de vida con mayor extensión corresponde a Desierto periarido – Premontano Tropical con 592.93 hectáreas que representa el 70 % del área total de la quebrada y con menor extensión corresponde a la zona de vida Desierto superárido – Subtropical que cubre una superficie de 252.55 hectáreas y representa el 30 % del área total del de la quebrada.

### **7.2.1. Desierto superárido – Subtropical (ds-S)**

Esta formación se encuentra distribuida en la parte baja de la cuenca, entre los 600 y 1,000 msnm, sobre una extensión superficial de 552.55 ha, equivalente al 30 % del área. El medio ambiente de esta formación se caracteriza por presentar un clima extremadamente árido y semicálido, es decir, las precipitaciones son muy reducidas, siendo del orden de los 20 mm de promedio anual y las temperaturas medias del orden de los 18.6 °C. Además, la evapotranspiración potencial anual varía entre 16 y 32 veces la precipitación. En este sentido, la escasa precipitación obliga a realizar toda la actividad agrícola bajo riego.

El relieve varía desde plano u ondulado hasta inclinado a empinado. La combinación del factor climático con el topográfico ha dado lugar a la formación de suelos de diferente origen y grado de fertilidad, caracterizándose el área agrícola de valle por tener suelos aluviales que varían desde muy profundos a muy superficiales, de textura moderadamente fina a gruesa y de fertilidad entre buena y baja. El área agrícola de quebrada está constituida por suelos aluviales y coluvio aluviales superficiales a moderadamente profundos, de textura gruesa a moderadamente gruesa. Las pampas eriazas poseen suelos aluviales, coluvio aluviales y eólicos, variando de muy superficiales a profundos, textura media a gruesa, de fertilidad media a baja.

Biológicamente, la formación se caracteriza por presentar una vegetación natural de tipo xerofítico con gramíneas efímeras, compuesta por Bromeliáceas (*Tillandsia* spp) cuya densidad varía disminuyendo hacia el nivel altitudinal superior, donde es reemplazado gradualmente por cactáceas del género *Haageocereus*, donde sobresale especies como el “gigantón” *Neoraimondia arequipensis*, que se sustenta con la humedad proveniente de la parte alta de los cerros, los cuales por razón de su altitud logran captar y condensar el vapor de agua de los vientos procedentes del Pacífico.

### **7.2.2. Desierto periárido – Premontano Tropical (dp-PT)**

Esta formación se encuentra distribuida en la parte alta de la cuenca, entre los 1,000 y 1,650 msnm, sobre una extensión superficial de 592.93 ha, equivalente al 70 % del área. El medio ambiente de esta formación se caracteriza por presentar un clima árido y semicálido, es decir, las precipitaciones son reducidas, siendo del orden de los 22 mm de promedio anual mínimo y las temperaturas medias del orden de los 20.5 °C. Además, la evapotranspiración potencial anual varía entre 8 y 16 veces la precipitación. En este sentido, la escasa precipitación obliga a realizar toda la actividad agrícola bajo riego.

El relieve varía desde suave plano hasta colinado y muy accidentado. La combinación del factor climático con el topográfico ha dado lugar a la formación de suelos de diferente origen y grado de fertilidad, caracterizándose el área agrícola de valle por tener suelos aluviales y de textura variada (fluviosoles) que varían desde muy profundos a muy superficiales, de textura moderadamente fina a gruesa y de fertilidad entre buena y baja. Las pampas eriazas de la vertiente occidental andina poseen suelos aluviales, coluvio aluviales y eólicos, variando de muy superficiales a profundos, textura media a gruesa, de fertilidad media a baja. Generalmente son rocosos o peñascosos y muy someros (litosoles y formaciones líticas).

Biológicamente, la formación vegetal es más abundante que en el desierto superárido. Se caracteriza por presentar una vegetación natural de tipo xerofítico con gramíneas efímeras donde sobresalen especies de cactus como el “gigantón” *Neoraimondia arequipensis*.

### **7.3. Zonas de Vida en la Quebrada Pedregal**

En la Quebrada Pedregal se han identificado tres zonas de vida, la zona de vida con mayor extensión corresponde a Desierto periárido – Premontano Tropical con 758.63 hectáreas que representa el 73 % del área total de la quebrada, seguido por el Matorral desértico – Montano Bajo Tropical con 268.48 hectáreas que representa el 26 % del área total de la quebrada; y con menor extensión corresponde a la zona de vida Matorral desértico – Premontano Tropical que cubre una superficie de 6.82 hectáreas y representa el 1 % del área total del de la quebrada.

### 7.3.1. Desierto periárido – Premontano Tropical (dp-PT)

Esta formación se encuentra distribuida en la parte alta de la cuenca, entre los 800 y 1,850 msnm, sobre una extensión superficial de 758.63 ha, equivalente al 73 % del área. El medio ambiente de esta formación se caracteriza por presentar un clima árido y semicálido, es decir, las precipitaciones son reducidas, siendo del orden de los 22 mm de promedio anual mínimo y las temperaturas medias del orden de los 20.5 °C. Además, la evapotranspiración potencial anual varía entre 8 y 16 veces la precipitación. En este sentido, la escasa precipitación obliga a realizar toda la actividad agrícola bajo riego.

El relieve varía desde suave plano hasta colinado y muy accidentado. La combinación del factor climático con el topográfico ha dado lugar a la formación de suelos de diferente origen y grado de fertilidad, caracterizándose el área agrícola de valle por tener suelos aluviales y de textura variada (fluviosoles) que varían desde muy profundos a muy superficiales, de textura moderadamente fina a gruesa y de fertilidad entre buena y baja. Las pampas eriazas de la vertiente occidental andina poseen suelos aluviales, coluvio aluviales y eólicos, variando de muy superficiales a profundos, textura media a gruesa, de fertilidad media a baja. Generalmente son rocosos o peñascosos y muy someros (litosoles y formaciones líticas).

Biológicamente, la formación vegetal es más abundante que en el desierto superárido. Se caracteriza por presentar una vegetación natural de tipo xerofítico con gramíneas efímeras donde sobresalen especies de cactus como el “gigantón” *Neoraimondia arequipensis*, que se sustenta con la humedad proveniente de la parte alta de los cerros, los cuales por razón de su altitud logran captar y condensar el vapor de agua de los vientos procedentes del Pacífico.

### 7.3.2. Matorral desértico – Premontano Tropical (md-PT)

Esta zona de vida se extiende inmediatamente por encima del desierto subtropical desde 1750, hasta alcanzar una latitud de 1,960 msnm, en el área de estudio. sobre una extensión superficial de 6.82 ha, equivalente al 1 % del área. Su medio ambiente se caracteriza por presentar un clima árido y semicálido, es decir que la precipitación promedio se estima por encima de 125 mm anuales y la temperatura promedio anual entre 22 y 25 °C. Además, la evapotranspiración potencial anual varía entre 4 y 8 veces la precipitación.

Dentro de esta área no se presentan mayores problemas para la agricultura, pero en lo que respecta a precipitaciones fluviales, estas son tan reducidas que no permiten la actividad agrícola de secano, siendo indispensable la aplicación del riego suplementario para el desarrollo de cultivos.

El relieve topográfico varía entre ondulado y quebrado con algunas áreas de pendiente suave. El área agrícola de valle se caracteriza por tener suelos aluviales que varían de muy profundos a muy superficiales y son de textura moderadamente fina a gruesa y de fertilidad entre buena y baja. Los suelos del área agrícola de quebrada son coluviales y coluvio aluviales en el

pedemonte, de profundidad variable, de textura media a fina y de fertilidad media. En el sector montañoso, los suelos son residuales, de poca profundidad, generalmente esqueléticos, de textura media y de fertilidad media a baja.

La vegetación natural está compuesta principalmente por cactáceas columnares, apreciándose un paisaje árido que presenta especies predominantes: el “giganton” *Neoraimondia arequipensis*, cactáceas de los géneros *Cleistocactus* y *Melocactus*, asociadas con arbustos y herbáceas tales como el “huanarpo macho” *Jatropha macrantha*, el “huancoi” *Orthopterygium huaucui*. Siendo este último el componente de mayor importancia. Los pastos estacionales se desarrollan durante el periodo de lluvias veraniegas, que son utilizados para el pastoreo de ganado caprino en forma temporal.

### **7.3.3. Matorral desértico – Montano Bajo Tropical (md-MBT)**

Esta zona de vida se extiende inmediatamente por encima del Desierto Subtropical desde 1,000 msnm, y colinda con el Matorral desértico – Premontano Tropical hasta alcanzar una latitud que varía entre los 2,200 y 2,300 msnm, en el área de estudio. Sobre una extensión superficial de 268.48 ha, equivalente al 26 % del área. Su medio ambiente se caracteriza por presentar un clima árido templado cálido, es decir que la precipitación promedio se estima por entre 125 y 250 mm anuales y la temperatura promedio anual alrededor de 17°C. Además, la evapotranspiración potencial anual varía entre 4 y 8 veces la precipitación.

Dentro de esta área no se presentan mayores problemas para la agricultura, pero en lo que respecta a precipitaciones fluviales, estas son tan reducidas que no permiten la actividad agrícola de secano, siendo indispensable la aplicación del riego suplementario para el desarrollo de cultivos.

El relieve topográfico por lo general va de quebrado a abrupto, siendo muy escasas las áreas con paisaje ondulado o suave. Los suelos son por lo general, superficiales, de naturaleza litosólica y en los lugares donde la topografía se torna suave, aparecen grupos de suelos un tanto más profundos. Los suelos del área agrícola de quebrada son coluviales y coluvio aluviales en el piedemonte, de profundidad variable, de textura media a fina y de fertilidad media. En el sector montañoso, los suelos son residuales, de poca profundidad, generalmente esqueléticos, de textura media y de fertilidad media a baja.

La vegetación natural está compuesta principalmente por cactáceas columnares, cuya densidad aumenta sobre la cota de los 1,000 msnm, apreciándose un paisaje árido que presenta especies predominantes: el “giganton” *Neoraimondia arequipensis*, cactáceas de los géneros *Cleistocactus* y *Melocactus*, asociadas con arbustos y herbáceas tales como el “huanarpo macho” *Jatropha macrantha*, el “huancoi” *Orthopterygium huaucui* (Siendo este último el componente de mayor importancia en el estrato superior de esta zona de vida), el “suncho” *Aldama*. El monte ribereño, colindante a la quebrada presenta “Huarango” (*Acacia*

*macracantha*), “molle” (*Schinus molle*), el “palo verde” *Parkinsonia aculeata* y otras arbustivas. Los pastos estacionales se desarrollan durante el periodo de lluvias veraniegas, que son utilizados para el pastoreo de ganado caprino en forma temporal.

#### **7.4. Zonas de Vida en la Quebrada Payhua**

En la Quebrada Payhua se han identificado cinco zonas de vida, la zona de vida con mayor extensión corresponde al Bosque húmedo – Montano Tropical con 598.43 hectáreas que representa el 38 % del área total de la quebrada, seguido por el Páramo muy húmedo – Subalpino Tropical con 450.05 hectáreas que representa el 28 % del área total de la quebrada; la Estepa – Montano Tropical con 340.63 hectáreas que representa el 21 % del área total de la quebrada; la Estepa espinosa – Montano Bajo Tropical con 173.8 hectáreas que representa el 11 % del área total de la quebrada; y con menor extensión corresponde a la zona de vida Tundra pluvial – Alpino Tropical que cubre una superficie de 31.65 hectáreas y representa el 2 % del área total del de la quebrada.

##### **7.4.1. Estepa espinosa – Montano Bajo Tropical (ee-MBT)**

Esta zona de vida se ubica por encima del Matorral desértico Subtropical ocupando el área que se conoce con el nombre de “sierra baja”, por encima de los 2,400 y alcanzando los 3,100 msnm en el área de estudio. Sobre una extensión superficial de 173.8 ha, equivalente al 11 % del área. Su medio ambiente se caracteriza por presentar un clima de tipo semiárido y templado con precipitaciones medias anuales del orden de los 350 mm. La temperatura promedio anual se encuentra alrededor de 14°C. Además, la evapotranspiración potencial anual varía entre 2 y 4 veces la precipitación.

El régimen de lluvias permite llevar una agricultura bajo un sistema mixto de secano y riego. Se presentan temperaturas bajas sin llegar a causar problemas de consideración, durante la época de inactividad agrícola. Se suelen cultivar productos de pan llevar y frutales como manzanos y duraznos.

El relieve es predominantemente empinado. Topográficamente se presentan dos áreas bien diferenciadas: una constituida por el área agrícola de ladera y piedemonte, de relieve semiaccidentado, de suelos residuales cuya profundidad es variable y de textura media, drenaje bueno y de fertilidad media; y otra conformada por las montañas semiáridas de suelos residuales de poca profundidad generalmente esqueléticos, de textura media y de fertilidad media a baja.

Es muy común que anualmente, con la presencia de las lluvias de la sierra, se produzcan deslizamientos de barro fluido mezclados con rocas, constituyendo los denominados huaicos en la cuenca del río Rímac. Se considera como principales causas: el uso irracional de la tierra, empleando para la producción agrícola tierras sin vocación para esta actividad; no

utilización de prácticas de conservación de suelos, crianza y sobrepastoreo de ganado caprino, destruyen todo potencial tipo de vegetación y dejan los suelos desprovistos de la protección que le otorga su vegetación natural.

La vegetación natural se encuentra representada por cactáceas dispersas que disminuyen a mayor altitud encontrándose luego especies arbustivas como la “chamana” *Dodonaea viscosa* y árboles como el “molle” *Schinus molle* y caulirosetas de los géneros *Puya*, entre otras plantas como *Ambrosia*, *Baccharis*, *Opuntia*, *Datura*, *Urtica* y miembros de la familia Malvaceae. Se observa vegetación arbórea como el “aliso” *Alnus acuminata*, y el “chachacomo” *Escallonia resinosa*. Los pastos estacionales se desarrollan durante el periodo de lluvias veraniegas, que son utilizados para el pastoreo de ganado caprino en forma temporal. Entre las gramíneas más notables se encuentran las de los géneros *Jarava*, *Cenchrus*, *Eragrostis*.

#### **7.4.2. Estepa – Montano Tropical (e-MT)**

Esta formación ecológica se ubica inmediatamente por encima de la Estepa espinosa Montano Bajo Tropical desarrollándose entre los 3,100 y 3,400 msnm en el área de estudio. Sobre una extensión superficial de 340.63 ha, equivalente al 21 % del área. El medio ambiente se caracteriza por un clima de tipo subhúmedo y templado frío en las partes bajas, y húmedo y templado frío en las partes altas, con una precipitación promedio de 500 mm. Se estima una temperatura promedio de 10°C. Además, la evapotranspiración potencial anual varía entre 1 y 2 veces la precipitación.

En las localidades del sector, donde la dotación de agua lo permite, se conducen campos de cultivo en un sistema mixto de secano-riego. El régimen de precipitación es bastante regular, concentrándose de octubre a abril, siendo suficientemente húmedo para asegurar el desarrollo de la vegetación natural existente, básicamente constituida por especies gramíneas de tipo forrajero. El factor limitante es la baja eficiencia térmica debido a que continuamente ocurren temperaturas por debajo de 0°C.

El relieve topográfico es predominantemente empinado, con escasas áreas de topografía un tanto suave. Los suelos son un tanto profundos y de textura media, generalmente de naturaleza calcárea y también de influencia volcánica. También están los litosoles que dominan las superficies muy empinadas y de escasa cubierta edáfica.

Entre las especies que se observan se encuentra el “chocho silvestre” *Lupinus* spp., “chilca” *Baccharis* spp., algunas cactáceas asociadas con gramíneas donde sobresalen especies de los géneros *Festuca*, *Cinnagrostis*, *Agrostis* y *Poa*; entre las especies arbóreas resalta el “queñual” *Polylepis* spp. Entre las especies indicadoras típicas se encuentra el cactus denominado “caruacasha” *Austrocylindropuntia subulata*.

La actividad agrícola se desarrolla en los lugares con terrenos aparentes y con disponibilidad de agua para regar, así como se desarrolla una agricultura de secano, mayormente con

cebada, papa, y alfalfa, siendo este cultivo que caracteriza esta zona de vida, que inclusive sirve para su identificación.

### 7.4.3. Bosque húmedo – Montano Tropical (bh-MT)

Esta formación ecológica se ubica inmediatamente por encima de la Estepa Montano Tropical desarrollándose entre los 3,400 y 3,800 msnm en el área de estudio. Sobre una extensión superficial de 340.63 ha, equivalente al 38 % del área. El medio ambiente se caracteriza por un clima de tipo húmedo y templado frío, con una precipitación entre 500 y 1,100 mm. Se estima una temperatura promedio que oscila entre 6 y 13 °C. Además, la evapotranspiración potencial anual varía entre 0.5 y 1 vez la precipitación.

En las localidades del sector, se conducen campos de cultivo en un sistema mixto de secano-riego. El régimen de precipitación es bastante regular, concentrándose de octubre a abril, siendo suficientemente húmedo para asegurar el desarrollo de la vegetación natural existente, básicamente constituida por especies gramíneas de tipo forrajero. El factor limitante es la baja eficiencia térmica (heladas) debido a que continuamente ocurren temperaturas por debajo de 0°C.

El relieve topográfico es predominantemente empinado, ya que conforma el borde o parte superior de las laderas que enmarcan este valle, haciendo un tanto más suave en su límite superior que presenta pendiente moderada por efecto de la acción glacial pasada. Por lo general aquí dominan suelos relativamente profundos, arcillosos, de reacción ácida, de tonalidad rojiza a pardo y que asimilan al grupo edafogénico de Phaeozems. En las áreas muy empinadas los suelos son delgados.

La cobertura vegetal de esta zona de vida está compuesta principalmente por plantaciones forestales exóticas, bosques nativos y vegetación arbustiva arbórea, en esta zona de vida se desarrollan actividades agrícolas con cultivos bajo secano y cultivos en agroforestería. La vegetación natural clímax prácticamente no existe y se reduce a pequeños bosques relictos dominadas por especies de “chachacomo” *Escallonia resinosa*, “queñual” *Polylepis* spp. O géneros comunes como *Gynoxys*, *Berberis*, *Senecio*, *Baccharis*, *Oreopanax*, *Solanum*, entre otros.

Entre los cultivos frecuentes se pueden encontrar a el “sauco” *Sambucus peruviana*, el “chocho o tarwi” *Lupinus mutabilis*. En las partes altas de esta zona de vida se observa la presencia de grandes extensiones de pastos naturales altoandinos constituidas principalmente por gramíneas de porte amacollante de los géneros *Jarava*, *Festuca* y *Cinnagrostis*.

#### 7.4.4. Páramo muy húmedo – Subalpino Tropical (pmh-SaT)

Esta formación se encuentra ubicada en el sector andino conocido como puna y se extiende entre las cotas de los 3,800 y 4,800 msnm. Sobre una extensión superficial de 450.05 ha, equivalente al 28 % del área. El medio ambiente se caracteriza por presentar un clima muy húmedo y frígido; es decir, con precipitaciones cuyo promedio anual está alrededor de 850 mm, con una oscilación de 700 a 1000 mm, relacionada directamente con la altitud. Las temperaturas son bajas y su promedio anual está alrededor de 5°C. Esta condición hace que la zona no sea apropiada para la agricultura, aunque el régimen de lluvias y humedad sean buenos; en cambio la ganadería de ovinos y vacunos presenta desarrollo. Además, la evapotranspiración potencial anual varía entre la cuarta parte (0.25) y la mitad 0.5 del promedio de la precipitación.

Topográficamente, el área es variada, presentando sectores de relieve ondulado o semiaccidentado (zona de pradera) y sectores de topografía abrupta o muy accidentada (afloramientos rocosos), situación que limita el aprovechamiento de las superficies de pastoreo. Los suelos en su mayoría son residuales, de poca profundidad, textura media, drenaje imperfecto y fertilidad de media a baja.

La cubierta vegetal está constituida casi exclusivamente por macollos de gramíneas de tipo forrajero con una vegetación natural herbácea que presenta los géneros *Festuca*, *Cinnagrostis*, *Jarava*, *Poa*, *Muhlenbergia*, *Bromus* y *Lachemilla*, entre los más importantes. Las especies frecuentes y más dominantes son *Festuca dolichophylla*, *Cinnagrostis intermedia*, *C. rigida*, *C. vicunarum*, *Jarava ichu*, *Luzula racemosa*, *Trifolium amabile* y *Agrostis breviculmis*.

En las zonas con abundante pastoreo son frecuentes la “huamanpinta” *Chuquiraga spinosa*, el “garbancillo” *Astragalus garbancillo*, el cactus *Austrocyllindropuntia floccosa* y el “pacco pacco” *Aciachne pulvinata*. Entre las plantaciones forestales están el “queñual” *Polylepis racemosa*, el “colle” *Buddleja incana* y *B. coriácea* y los rodales de “achupalla o titanka” *Puya Raimondi*.

#### 7.4.5. Tundra pluvial – Alpino Tropical (tp-AT)

Se presenta sobre el límite superior de la formación Páramo muy húmedo – Subalpino Tropical, se aprecia una faja altitudinal bastante angosta y continuamente interrumpida por los nevados (4,800 a 5,200 msnm). Sobre una extensión superficial de 31.65 ha, equivalente al 2 % del área. El medio ambiente se caracteriza por presentar un clima tipo pluvial gélido, es decir, que es muy lluvioso; es decir, con precipitaciones cuyo promedio anual está alrededor de 850 mm, con una oscilación de 700 a 1,000 mm, relacionada directamente con la altitud. Las temperaturas son bajas y su promedio anual está alrededor de 3.5°C. Esta condición hace que la zona no sea apropiada para la agricultura, aunque el régimen de lluvias y humedad sean buenos; en cambio la ganadería de ovinos y vacunos presenta desarrollo. Además, la



evapotranspiración potencial anual varía entre la octava parte (0.125) y la cuarta parte 0.25 del promedio de la precipitación.

El relieve topográfico es generalmente accidentado variando a colinado y ondulado, este último propio del modelaje glacial. El escenario edáfico está constituido por los Paramosoles (suelo de naturaleza ácida y con un horizonte A oscuro, rico en materia orgánica).

Uno de los componentes más conspicuos en las laderas húmedas es *Distichia muscoides* de forma almohadilladas convexas que crecen continuamente sus partes superiores mientras que, en sus partes inferiores, sus raíces más profundas se van convirtiendo en lo que comúnmente se denomina turba. Además, se desarrollan especies vegetales de almohadillas o arrosetadas, entre las que sobresalen los géneros *Werneria*, y *Lucilia*, así como también géneros de *Aciachne*, *Lachemilla* y *Saxifraga*. Entremezclada con esta vegetación arrosetada y cespitosa se aprecian algunas gramíneas, aunque de desarrollo relativamente reducido si se las compara con especies graminales de los pisos altitudinales inferiores. Los suelos en su mayoría son residuales y muy superficiales, existiendo en algunos sectores depósitos fluvio-glaciares de profundidad variable. También es posible observar la existencia de Líquenes y musgos en altitudes superiores hasta sobrepasar los 4400 msnm.

Las tierras de esta zona de vida son utilizadas para el pastoreo trashumante, la mayoría de las veces, esta sobrepasa largamente la capacidad de carga animal que es capaz de soportar estas tierras, sin causar pérdidas cuantitativas y cualitativas del recurso.

## **8. COBERTURA VEGETAL**

### **8.1. Fitoma**

Corresponde a un paisaje bioclimático o área biótica que comparte el clima y flora. Se refiere al conjunto de ecosistemas característicos de una zona biogeográfica que está definido a partir de su vegetación y las especies que predominan. Es la expresión de las condiciones ecológicas del lugar en el plano regional o continental: el clima y el suelo determinan las condiciones ecológicas a las que responden las comunidades de plantas en el fitoma en cuestión.

En función de la latitud, altitud, la temperatura y las precipitaciones, se puede dividir la tierra en zonas de características semejantes; en cada una de esas zonas se desarrolla una vegetación (fitocenosis) y una fauna (zoocenosis) que cuando están relacionadas, definen un bioma, la que comprende las nociones de comunidad y la interacción entre suelo, plantas y animales.

Los fitomas a menudo son conocidos por sus nombres locales. Por ejemplo, los fitomas de desierto de las quebradas Pedregal y Cusipata o las zonas de páramo altoandino de las zonas más elevadas de la cuenca, formas vegetales que se extienden por gran parte de la cordillera de los Andes.

Se han identificado distintos tipos de fitomas en las quebradas priorizadas, estos son descritos en mayor detalle con ayuda de los siguientes cuadros.

Para cada quebrada se presenta su correspondiente Formación ecológica (denominado también Fitoma). Adicionalmente se relaciona cada Fitoma con diferentes factores como el grado de cobertura, el subpaisaje o forma de la tierra, el nivel de inclinación del terreno (pendiente), y finalmente el uso de la tierra.

La pendiente es un factor cuya delimitación es constante en las tres quebradas, esto ha permitido establecer hasta ocho niveles dependiendo de cada quebrada: Plano (0-2°), Casi nivel (2-4°), Ligeramente inclinado (4-8°), Moderadamente inclinado (8-15°), Empinado (15-25°), Moderadamente empinado (25-50°), Muy empinado (50-75°), Extremadamente empinado (75-90°).

## **8.2. Cobertura vegetal en la Quebrada Cusipata**

El Mapa de la cobertura vegetal en la Quebrada Cusipata se muestra en el **ANEXO 7**.

### **8.2.1. Formación ecológica - Fitoma**

#### *Desierto perárido*

La zona desértica conocida como perárida no presenta mayor potencial de recursos edáficos ni vegetales, debido a los factores limitantes como la excesiva aridez y la topografía fuertemente accidentada que no permiten la formación de suelos aprovechables. Abarca un área total de 592.5 ha (70% de la quebrada).

#### *Desierto superárido*

la formación se caracteriza por presentar una vegetación natural de tipo xerofítico con gramíneas efímeras, compuesta por Bromeliáceas (*Tillandsia* spp) cuya densidad varía disminuyendo hacia el nivel altitudinal superior, donde es reemplazado gradualmente por cactáceas del género *Haageocereus*, donde sobresale especies como el “gigantón” *Neoraimondia arequipensis*, que se sustenta con la humedad proveniente de la parte alta de los cerros, los cuales por razón de su altitud logran captar y condensar el vapor de agua de los vientos procedentes del Pacífico. Abarca un área total de 552.2 ha (30 % de la quebrada).

### **8.2.3. Grado de cobertura**

Se han identificado cinco grados de cobertura en el Desierto perárido y seis en el Desierto superárido En esta quebrada existen extensas áreas sin cobertura vegetal tanto en el Desierto perárido (18%) así como en el Desierto superárido (14%). En la parte baja de la quebrada correspondiente al desierto superárido, el grado de cobertura va desde muy baja cobertura xerofítica hasta baja cobertura xerofítica, predominando aquí las áreas con mínima cobertura xerofítica. En este mismo sector se desarrolla el grado de cobertura denominado Arbolado o

matorral o herbazal antrópico, correspondiente al 1.4%, correspondiendo a zonas de jardines o parques.

**Tabla 8-1.- Grado de cobertura vegetal en la Quebrada Cusipata**

Formación Ecológica	Grado de Cobertura vegetal	Área (ha)	% de GCV en la quebrada
<b>Desierto perárido</b>	Baja cobertura xerofítica	0	-
	Mediana cobertura xerofítica	0	-
	Mínima cobertura xerofítica	416.92	49.37
	Muy baja cobertura xerofítica	22.02	2.61
	Sin cobertura vegetal	153.36	18.16
<b>Desierto superárido</b>	Arbolado o matorral o herbazal antrópico	12.03	1.42
	Baja cobertura xerofítica	0.69	0.08
	Mediana cobertura xerofítica	0.05	0.01
	Mínima cobertura xerofítica	115.65	13.69
	Muy baja cobertura xerofítica	4.28	0.51
	Sin cobertura vegetal	119.53	14.15
<b>TOTAL</b>		<b>844.53</b>	<b>100</b>

Elaboración: SENAMHI (2021).

#### 8.2.4. Subpaisaje o forma de la tierra

Se han identificado ocho subpaisaje en el Desierto perárido y nueve en el Desierto superárido. En el desierto perárido de la quebrada, los subpaisajes predominantes son las laderas (35%) y las Cuchillas de disección (18.5%). En cambio, en el desierto superárido predomina el subpaisaje denominado como aluvial (7.5%) y las laderas medias (5.5%) y baja (4.3%). Los Lechos de ríos representan un porcentaje muy bajo.

**Tabla 8-2.- Subpaisaje o forma de la tierra en la Quebrada Cusipata**

Formación Ecológica	Subpaisaje	Área (ha)	% de subpaisaje
<b>Desierto perárido</b>	Cima	78.49	9.29
	Coluvios	4.53	0.54

Formación Ecológica	Subpaisaje	Área (ha)	% de subpaisaje
	Cuchillas de disección	156.6	18.54
	Escarpe menor	17.67	2.09
	Ladera baja	9.83	1.16
	Ladera media	20.23	2.40
	Laderas	296.19	35.07
	Lecho de río	8.76	1.04
Desierto superárido	Cima	20.74	2.46
	Coluvios	9.96	1.18
	Cono aluvial	63.62	7.53
	Cuchillas de disección	22.92	2.71
	Escarpe menor	1.84	0.22
	Ladera baja	36.35	4.30
	Ladera media	46.56	5.51
	Laderas	47.08	5.57
	Lecho de río	3.15	0.37
<b>TOTAL</b>		<b>844.53</b>	<b>100</b>

Elaboración: SENAMHI (2021).

### 8.2.5. Nivel de inclinación del terreno

La pendiente predominante en toda la quebrada es moderadamente empinado, tanto en el desierto perárido (30%) como en el superárido (19%). Sin embargo, en esta última formación vegetal, ubicada en la parte baja de la quebrada, predomina laderas con pendiente empinado (30%). En esta área no se ha registrado zonas Extremadamente empinado.

**Tabla 9-3.- Nivel de inclinación del terreno en la Quebrada Cusipata**

Formación Ecológica	Pendiente	Área (ha)	% de cobertura
	Casi a nivel	2.53	0.30

<b>Desierto perárido</b>	Empinado	256.22	30.34
	Ligeramente inclinado	12.29	1.46
	Moderadamente empinado	251.4	29.77
	Moderadamente inclinado	68.58	8.12
	Muy empinado	0.47	0.06
	Plano	0.80	0.09
<b>Desierto superárido</b>	Casi a nivel	5.87	0.70
	Empinado	30.72	3.64
	Ligeramente inclinado	17.77	2.10
	Moderadamente empinado	160.21	18.97
	Moderadamente inclinado	35.40	4.19
	Muy empinado	0.02	0.00
	Plano	2.23	0.26
<b>TOTAL</b>		<b>844.53</b>	<b>100</b>

Elaboración: SENAMHI( 2021)

### **8.3. Cobertura vegetal en la quebrada Pedregal**

El Mapa de la cobertura vegetal en la Quebrada Pedregal se muestra en el **ANEXO 8**.

#### **8.3.1. Formación ecológica – Fitoma**

##### ***Desierto perárido***

La zona desértica conocida como perárida no presenta mayor potencial de recursos edáficos ni vegetales, debido a los factores limitantes como la excesiva aridez y la topografía fuertemente accidentada que no permiten la formación de suelos aprovechables. Abarca un área total de 758 ha (73% de la quebrada).

##### ***Matorral desértico***

La vegetación natural está compuesta principalmente por cactáceas columnares, cuya densidad aumenta sobre la cota de los 1,000 msnm, apreciándose un paisaje árido que

presenta especies predominantes: el “gigantón” *Neoraimondia arequipensis*, cactáceas de los géneros *Cleistocactus* y *Melocactus*, asociadas con arbustos y herbáceas tales como el “huanarpo macho” *Jatropha macrantha*, el “huancoi” *Orthopterygium huaucui* (Siendo este último el componente de mayor importancia en el estrato superior de esta zona de vida), el “suncho” *Aldama*. El monte ribereño, colindante a la quebrada presenta “Huarango” (*Acacia macracantha*), “molle” (*Schinus molle*), el “palo verde” *Parkinsonia aculeata* y otras arbustivas. Los pastos estacionales se desarrollan durante el periodo de lluvias veraniegas, que son utilizados para el pastoreo de ganado caprino en forma temporal. En general, la vegetación natural del Matorral Desértico no tiene uso real o potencial desde la perspectiva de uso forestal comercial. Sin embargo, algunos árboles y arbustos leñosos son aprovechados para leña y usos domésticos y el carrizo es utilizado para fabricación de esteras y canastos de uso cotidiano. Abarca un área total de 275 ha (27% de la quebrada).



**Figura 8-1.- Formación ecológica de matorral sobre material detrítico en clima árido. Nótese como la vegetación prospera en los canales y patrones de drenaje.**

### 8.3.2. Grado de cobertura

Se han identificado cuatro grados de cobertura en el Desierto perárido y cuatro en el Matorral desértico desde sin cobertura hasta baja cobertura xerofítica. En esta quebrada existen extensas áreas sin cobertura vegetal en el Desierto perárido (34.9%) a comparación del matorral desértico (5.5%). En la parte baja (desierto perárido) predomina las áreas con mínima cobertura xerofítica. En el matorral desértico el grado de cobertura predominante esta entre Muy baja cobertura xerofítica a Mínima cobertura xerofítica.

**Tabla 8-4.- Grado de cobertura vegetal en la Quebrada Pedregal**

Formación Ecológica	Grado cobertura vegetal	Área (ha)	% de GCV en la quebrada
	Baja cobertura xerofítica	0.55	0.05

<b>Desierto perárido</b>	Mínima cobertura xerofítica	373.99	36.21
	Muy baja cobertura xerofítica	23.08	2.23
	Sin cobertura vegetal	360.32	34.88
<b>Matorral desértico</b>	Baja cobertura xerofítica	10.91	1.06
	Mínima cobertura xerofítica	123.9	12.00
	Muy baja cobertura xerofítica	83.16	8.05
	Sin cobertura vegetal	57.02	5.52
<b>TOTAL</b>		1032.93	100

Elaboración: SENAMHI (2021).

### 8.3.3. Subpaisaje o forma de la tierra

Se han identificado 11 subpaisaje en el Desierto perárido y cinco en el Matorral desértico. En el Desierto perárido de la quebrada, los subpaisajes predominantes son las laderas (41%) y las Cuchillas de disección (8.3%). De manera similar, en el Matorral desértico predomina el subpaisaje los subpaisajes predominantes son las laderas (17%) y las Cuchillas de disección (5%). Las Cimas también conforman un paisaje importante en ambas formaciones ecológicas.

**Tabla 8-5.- Subpaisaje o forma de la tierra en la Quebrada Pedregal**

Formación Ecológica	Subpaisaje	Área (ha)	% de subpaisaje
<b>Desierto perárido</b>	Cima	66.3	6.42
	Cono aluvial	53.37	5.17
	Cono deyección	6.42	0.62
	Cuchillas de disección	85.82	8.31
	Escarpe menor	0.88	0.09
	Glacis coluvial	24.2	2.34
	Ladera media	37.09	3.59
	Laderas	424.49	41.09

Formación Ecológica	Subpaisaje	Área (ha)	% de subpaisaje
	Laderas bajas	29.18	2.82
	Lecho de río	26.42	2.56
	Terraza agradacional	3.79	0.37
<b>Matorral desértico</b>	Cima	39.78	3.85
	Cuchillas de disección	51.85	5.02
	Escarpe menor	1.72	0.17
	Laderas	176.78	17.11
	Lecho de río	4.86	0.47
<b>TOTAL</b>		1032.93	100

Elaboración: SENAMHI(2021).

#### 8.3.4. Nivel de inclinación del terreno

La pendiente predominante en toda la quebrada es Moderadamente empinada, tanto en el Desierto perárido (56%) como en el Matorral desértico (23%). Sin embargo, en el Desierto perárido, ubicada en la parte baja de la quebrada, son frecuentes también las laderas con pendiente empinado (8.3%) y moderadamente inclinado (8.5%. En esta área no se ha registrado zonas Extremadamente empinado.

**Tabla 8-6.- Nivel de inclinación del terreno en la Quebrada Pedregal**

Formación Ecológica	Pendiente	Área (ha)	% de cobertura
<b>Desierto perárido</b>	Casi a nivel	0.39	0.04
	Empinado	85.8	8.31
	Ligeramente inclinado	4.79	0.46
	Moderadamente empinado	577.51	55.91
	Moderadamente inclinado	88.21	8.54
	Muy empinado	1.11	0.11
	Plano	0.13	0.01
	Casi a nivel	0.08	0.01



Formación Ecológica	Pendiente	Área (ha)	% de cobertura
Matorral desértico	Empinado	35.29	3.42
	Ligeramente inclinado	0.48	0.05
	Moderadamente empinado	232.48	22.51
	Moderadamente inclinado	3.82	0.37
	Muy empinado	2.82	0.27
	Plano	0.03	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>1032.93</b>	<b>100</b>

Elaboración: SENAMHI (2021).

### 8.3.5. Uso de la tierra

Se han identificado ocho categorías de uso de la tierra en el Desierto perárido y solo uno en el Matorral desértico (Sin uso antrópico). En el Desierto perárido de la quebrada, predomina también las áreas sin uso de la tierra (62%). Además, gran parte de esta misma formación ecológica es utilizada como Zona urbana (7%) seguida por la zona rural agraria - Arbolado o matorral antrópico con un 1.14% y la Zona rural agraria (no arbolado) con 0.9%.

**Tabla 8-7.- Uso de la tierra en la Quebrada Pedregal**

Formación Ecológica	Uso de la tierra	Área (ha)	% de cobertura
Desierto perárido	Sin uso antrópico	650.15	62.94
	Sin uso antrópico con Arbolado o matorral antrópico	0.77	0.07
	Zona rural agraria	9.34	0.90
	Zona rural agraria - Arbolado o matorral antrópico	11.73	1.14
	Zona rural no agraria	7.81	0.76
	Zona rural no agraria - Arbolado o matorral antrópico	0.21	0.02
	Zona urbana	73	7.07
	Zona urbana - Arbolado o matorral antrópico	4.93	0.48
Matorral desértico	Sin uso antrópico	275	26.62

<b>TOTAL</b>	<b>1032.93</b>	<b>100</b>
--------------	----------------	------------

Elaboración: SENAMHI, 2021.

#### **8.4. Cobertura vegetal en la Quebrada Payhua**

El Mapa de la cobertura vegetal en la Quebrada Payhua se muestra en el **ANEXO 9**.

##### **8.4.1. Formación ecológica – Fitoma**

Se han delimitado 8 formaciones ecológicas o también denominados como fitomas. Los fitomas más amplios son el Herbazal y matorral húmedo (30%) y el Herbazal altoandino muy húmedo (27.4%), seguidos por el Herbazal y matorral de estepa (14%), el Herbazal y matorral de estepa espinosa (11%) y la Zona agropecuaria con arbolado o matorral antrópico (9.2%). Los otros Fitomas existentes apenas cubren el 8%.

**Tabla 8-8.- Formación ecológica en la Quebrada Payhua**

Formación ecológica - Fitoma	Área (ha)	% de subpaisaje
Arbolado, matorral o herbazal antrópico	33.63	2.11
Herbazal altoandino muy húmedo	436.19	27.38
Herbazal altoandino pluvial	32.99	2.07
Herbazal y matorral de estepa	229.46	14.40
Herbazal y matorral de estepa espinosa	176.23	11.06
Herbazal y matorral húmedo	477.97	30.00
Terrazas agrícolas prehispánicas sin uso	60.73	3.81
Zona agropecuaria con arbolado o matorral antrópico	146.17	9.17
<b>TOTAL</b>	<b>1593.37</b>	<b>100</b>

Elaboración: SENAMHI (2021).

#### ***Zona agropecuaria con arbolado o matorral antrópico***

El régimen de lluvias permite llevar una agricultura bajo sistema mixto de secano y riego. Se ha podido encontrar uso de riego localizado de alta frecuencia con aspersores, principalmente en las cercanías los Centros Poblados de Payhua y San Juan de Allauca, lo que permite varios meses de cultivo al año, principalmente de alfalfa. El sistema de riego en secano, lejos de los

centros poblados, visualizan épocas de inactividad agrícola. Abarca un área total de 146.17 ha (9% de la quebrada).

#### **Arbolado matorral o Herbazal antrópico**

Son zonas reforestadas principalmente por “eucalipto”. Principalmente en las zonas aledañas a los centros poblados de San Juan de Allauca y Payhua. Abarca un área total de 33.63 ha (2% de la quebrada).

El régimen de lluvias permite llevar una agricultura bajo sistema mixto de secano y riego. Se ha podido encontrar la difusión del uso de riego localizado de alta frecuencia con aspersores, principalmente en las cercanías de los Centros Poblados de Payhua (margen derecha) y San Juan de Allauca (margen izquierda), lo que permite varios meses de cultivo al año, principalmente de alfalfa. El sistema de riego es complementario para la época de secano; lejos de los centros poblados, se visualizan parcelas en descanso o inactividad agrícola, por falta de agua.

#### **Herbazal y matorral de estepa**

En las zonas de menor altitud de esta formación, la vegetación natural está compuesta por algunas especies de plantas aisladas de xerófitas, pertenecientes a los géneros *Armatocereus* y *Austrocylindropuntia*, principalmente, las que disminuyen a medida que se asciende. Se observa otras especies como el “chocho silvestre” (*Lupinus* sp.) “chincercoma” (*Mutisia acuminata*), “chilca” (*Baccharis* spp.), “zapatillo” (*Calceolaria* sp.), “llaulli llaulli” (*Barnadesia dombeyana*), “y “espina” (*Austrocylindropuntia subulata*), asociadas con gramíneas donde sobresalen los géneros *Festuca* spp., *Agrostis* sp. y *Poa* sp. Abarca un área total de 229.46 ha (14% de la quebrada).

#### **Herbazal y matorral de estepa espinosa**

Las zonas más altas de la formación son más pródigas en especies vegetales naturales, debido principalmente al mayor volumen de precipitación pluvial; destacan las gramíneas *Jarava brachyphylla*, *Bromus lanatus*, *Hordeum muticum*, *Alchemilla pinnata* y *Poa annua*; a causa del sobrepastoreo, se han extendido muchas especies de poco interés agropecuario como *Astragalus* sp., *Aciachne pulvinata* y “tola” (*Parastrephia quadrangularis*), entre otras especies espinosas como la “chaca” (*Chuquiragua spinosa*). Abarca un área total de 176.23 ha (11% de la quebrada).

Distribuidas por toda el área tanto del Herbazal y matorral de estepa y del Herbazal y matorral de estepa – estepa espinosa de esta formación ecológica, se encuentran especies de porte arbóreo como el “sauco” (*Sambucus peruvianus*), “aliso” (*Alnus acuminata*), y el “quishuar” (*Buddleja incana*).

En la mayoría de los cauces de las quebradas, se observa la vegetación mencionada, de forma tupida conformando un denso monte ribereño, notándose hacia el nivel superior, la aparición de praderas naturales.



**Figura 8-2.- Laderas inclinadas de paisaje montañoso, localizadas en la sección baja de la cuenca de Payhua correspondiente a una formación vegetal de tipo estepa.**

#### **Herbazal y matorral húmedo**

La cobertura vegetal de esta zona de vida está compuesta principalmente por bosques nativos y vegetación arbustiva arbórea, en esta área se desarrollan actividades agrícolas con cultivos bajo secano y cultivos en agroforestería. La vegetación natural está representada por pequeños bosques relictos dominadas por especies de “chachacomo” *Escallonia resinosa*, “queñual” *Polylepis* spp. o géneros comunes como *Gynoxys*, *Berberis*, *Senecio*, *Baccharis*, *Oreopanax*, *Solanum*, entre otros. Entre los cultivos frecuentes se pueden encontrar a el “sauco” *Sambucus peruviana*, el “chocho o tarwi” *Lupinus mutabilis*. En las partes altas de esta zona de vida se observa la presencia de grandes extensiones de pastos naturales altoandinos constituidas principalmente por gramíneas de porte amacollante de los géneros *Jarava*, *Festuca* y *Cinnagrostis*. Abarca un área total de 477.97 ha (30% de la quebrada).

#### **Herbazal altoandino muy húmedo**

En esta formación ecológica se encuentran asociaciones mixtas fitosociológicamente conocidas como *Festuchetum-Calamagrosetum* y *Stipetum-Calamagrosetum*. La primera está integrada principalmente por la *Festuca dolichophylla*, *Cinnagrostis vicunarum* (= *Calamagrostis vicunarum*), *C. intermedia* y en forma aislada, en zonas de humedad permanente, la *C. ovata*. Se encuentran otras especies subordinadas y cuya propagación se considera deseable, tales como *Muhlenbergia ligularis*, *Lachemilla pinnata*, *Hordeum muticum*, *Trifolium amabile*, *Vicia*

*andicola* y *Bromus lanatus*, estas especies dan valoración a la comunidad. Otras especies ampliamente difundidas pero consideradas de poco valor económico, destacan *Poa annua*, *Luzula racemosa*. Las especies *F. dolichophylla* y *C. vicunarum* son las gramíneas que predominan sobre las demás especies, presentando un buen grado de palatabilidad. La asociación *Stipetum-Calamagrosetum* está integrada principalmente por las especies *Jarava brachyphylla* (antes *Stipa*) y *C. vicunarum*, apreciándose especies subordinadas tales como *Calamagrostis heterophylla*, asociada con otras especies como *Bromus lanatus*, *Agrostis breviculmis*, *Luzula racemosa*, y *Muhlenbergia ligularis*, aunque también con frecuencia muy alta de *Chuquiraga spinosa*. La especie *C. vicunarum*, muy común de esta formación, es una especie muy rústica, pues resiste bien a la sequía y las heladas y sus brotes jóvenes son muy apetecidos por el ganado. Abarca un área total de 436.19 ha (27.4 % de la quebrada).



**Figura 8-3.- Formación vegetal de herbazal altoandino húmedo encontrada en la sección media de la cuenca. Presenta vegetación arbustiva y cactáceas.**

### **Herbazal altoandino pluvial**

Esta formación ecológica se presenta en un clima de tipo pluvial gélido; presenta una precipitación aproximada de 850 mm de promedio anual estimado y con temperatura de congelación permanentes, en donde se desarrollan especies vegetales hemcriptofíticas almohadilladas o arrosetadas, entre las que sobresalen la *Werneria*, *Distichia* y *Mniodes*, así como también géneros de *Aciachne*, *Lachemilla* y *Saxifraga*. Entremezclados con esta vegetación arrosetada y cespitosa, se aprecia algunas gramíneas de desarrollo relativamente disminuido principalmente de los géneros *Poa* y *Cinnagrostis*. Abarca un área total de 32.99 ha (2% de la quebrada).

### **Terrazas agrícolas prehispánicas sin uso**

Son zonas de terrazas y/o sistemas de andenes. Utilizadas por el hombre prehispánico. En diversos sectores, principalmente en las zonas aledañas a los centros arqueológicos. Las

cuales actualmente están cubiertas por vegetación natural y carentes de uso agrícola. Abarca un área total de 60.73 ha (4% de la quebrada).

Las terrazas de cultivo, bancales o andenes, han sido una estrategia empleada por diversas civilizaciones situadas en laderas para producir alimentos.

Los vestigios de estas edificaciones, en la Quebrada Payhua, demuestran su eficacia para detener el proceso de la degradación de la tierra por erosión hídrica (lluvias) manteniendo la fertilidad del suelo, y mejor uso del agua de riego.

En los Andes se identifican a las terrazas agrícolas como andenes: un terraplen (plataforma) y su muro de piedra), con y sin redes de riego,

Este desarrollo de andenes con plataformas casi planas pudo deberse mayormente a las sequías, los cambios de temperatura diarios y estacionales, o porque terrenos planos son ideales para el riego de maíz, debido a la creciente preocupación de organizar la producción de cultivos básicos. Con riego, este terreno pudo haber proporcionado una cosecha anual de maíz con mayor rendimiento, seguido por una campaña chica con un cultivo de rotación. Esta tendencia fue desarrollada por las culturas tardías hasta que los Incas revolucionaron otra vez el modelo del andén, al diseñar una forma más estable con un muro inclinado y diferentes capas de suelo, escogidos a efectos de retener la humedad del suelo y un buen drenaje.

Tomando en cuenta la potencialidad de las 'terrazas' y andenes para controlar la erosión y los impactos de cambios climáticos conservando el suelo y reteniendo el agua, se puede plantear proyectos exitosos de restauración de terrazas y andenes, como una estrategia de reducir el impacto de una probable disminución de precipitación en zonas montañosas, como el caso de Payhua. Las áreas con terrazas en esta quebrada se encuentran en los suelos: Tipichaplustept (uso actual – terrazas habilitadas) y litichaplustept (sin uso actual).





**Figura 8-4.- Zona de cobertura vegetal de terrazas agrícolas prehispánicas habilitadas**

#### 8.4.2. Grado de cobertura

Se han identificado nueve grados de cobertura en toda la extensión de esta quebrada. En general hay muy pocas áreas sin cobertura vegetal (3%). Un poco más del 4% está cubierto por afloramientos rocosos pudiendo ser de roca desnuda (3.5%) o con mínimo pajonal de puna (1%). Las áreas restantes van desde mínima cobertura vegetal (9.7%) hasta muy alta cobertura vegetal (0.6%). Pero las mayores áreas (79%) presentan entre muy baja cobertura vegetal a media cobertura vegetal, destacando el grado baja cobertura vegetal con 44%.

**Tabla 8-9.- Grado de cobertura vegetal en la Quebrada Payhua**

Grado de cobertura	Área (ha)	% de GCV
Afloramiento rocoso-roca desnuda	55.72	3.50
Afloramiento rocoso con mínimo pajonal de puna	17.05	1.07
Sin cobertura vegetal	47.66	2.99
mínima cobertura vegetal	155.01	9.73
Muy baja cobertura vegetal	341.44	21.43
Baja cobertura vegetal	703.89	44.18
Mediana cobertura vegetal	213.9	13.42
Alta cobertura vegetal	49	3.08

<b>Muy alta cobertura vegetal</b>	9.73	0.61
<b>TOTAL</b>	<b>1593.37</b>	<b>100</b>

Elaboración: SENAMHI, 2021.

#### 8.4.3. Subpaisaje o forma de la tierra

Se han identificado 14 subpaisaje en toda la quebrada. El subpaisaje predominante en toda la quebrada es Laderas con 875 ha, el cual representa más del 55% de toda el área. Los paisajes Cuchillas de disección, Escarpe menor, Garganta y Terraza coluvio-aluvial presentan más de 100 ha cada una, siendo las de mayor importancia. Tanto las laderas, Cuchillas y Escarpe menor tienen sus mayores extensiones en el Herbazal altoandino muy húmedo y en el Herbazal y matorral húmedo.

**Tabla 8-10.- Subpaisaje o forma de la tierra en la Quebrada Payhua**

Subpaisaje	Arbolado, matorral o herbazal antrópico	Herbazal altoandino muy húmedo	Herbazal altoandino pluvial	Herbazal y matorral de estepa	Herbazal y matorral de estepa espinosa	Herbazal y matorral húmedo	Terrazas agrícolas prehispánicas sin uso	Zona agropecuaria con arbolado o matorral antrópico	Total
<b>Abanico aluvial</b>	2.23	0.00	0.00	0.00	0.55	2.19	0.00	4.90	9.87
<b>Barranco</b>	1.20	0.00	0.00	0.00	31.60	0.00	1.51	2.89	37.20
<b>Cima</b>	0.03	7.41	0.00	2.07	0.13	5.95	1.80	0.30	17.69
<b>Cuchillas de disección</b>	2.70	39.63	0.00	20.35	3.17	63.96	0.00	2.55	132.36
<b>Escarpe menor</b>	0.21	60.50	0.00	0.28	0.00	72.67	0.18	0.00	133.84
<b>Garganta</b>	3.70	0.00	0.00	25.27	53.77	20.83	0.00	2.43	106.00
<b>Glacis coluvial</b>	5.05	4.86	0.00	6.06	0.44	2.32	45.80	13.69	78.22
<b>Laderas</b>	5.26	322.25	32.99	136.57	52.09	301.00	11.04	17.55	878.75
<b>Lecho de río</b>	0.54	1.54	0.00	3.86	5.35	3.39	0.00	0.43	15.11
<b>Plano de terraza</b>	0.60	0.00	0.00	1.58	0.77	2.77	0.00	14.35	20.07
<b>Talud de terraza</b>	5.11	0.00	0.00	18.83	18.00	2.44	0.00	10.70	55.08
<b>Terraza</b>	0.61	0.00	0.00	0.00	0.19	0.27	0.00	0.62	1.69



<b>agradacional</b>									
<b>Terraza coluvio- aluvial</b>	4.88	0.00	0.00	13.78	10.18	0.00	0.40	75.75	104.99
<b>Terraza erosional</b>	1.49	0.00	0.00	0.81	0.00	0.18	0.00	0.00	2.48

Elaboración: SENAMHI (2021).

#### 8.4.4. Nivel de inclinación del terreno

La pendiente predominante en toda la quebrada es el muy empinado con 593 ha, seguido por el extremadamente empinado con 509 ha, y por el moderadamente empinado con 404 ha. Estos tres tipos de pendiente en conjunto conforman el 94 % de toda el área. Así también, estas tres pendientes dominantes tienen sus mayores extensiones en el Herbazal altoandino muy húmedo y en el Herbazal y matorral húmedo.

**Tabla 8-11.- Nivel de inclinación del terreno en la quebrada Payhua.**

Pendiente	Arbolado, matorral o herbazal antrópico	Herbazal altoandino muy húmedo	Herbazal altoandino pluvial	Herbazal y matorral de estepa	Herbazal y matorral de estepa espinosa	Herbazal y matorral húmedo	Terrazas agrícolas prehispánicas sin uso	Zona agropecuaria con arbolado o matorral antrópico	Total ha
<b>Casi a nivel</b>	0.05	0.35	0.09	0.09	0.1	0.08	0.05	0.41	1.22
<b>Empinado</b>	2.56	15.37	3.51	4.84	4.44	8.18	4.5	18.09	61.49
<b>Extremadament e empinado</b>	8.01	137.67	2.46	79.19	83.8	181.76	4.67	11.76	509.32
<b>Ligeramente inclinado</b>	0.18	1.33	0.32	0.27	0.35	0.38	0.26	1.82	4.91
<b>Moderadamente empinado</b>	12.64	101.56	16.61	50.46	30.24	90.6	31.76	70.34	404.21
<b>Moderadamente inclinado</b>	0.73	5.26	1.06	1.17	1.35	1.91	1.11	6.55	19.14
<b>Muy empinado</b>	9.47	174.53	8.92	93.42	55.93	195.04	18.34	37.05	592.7
<b>Plano</b>	0	0.1	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.15	0.37

Elaboración: SENAMHI (2021).

#### 8.4.5. Uso de la tierra

Se han identificado tres categorías de uso de la tierra en toda la quebrada (Zona rural agraria, Zona urbano rural y Sin o muy reducido uso antrópico). La formación ecológica Arbolado, matorral o herbazal antrópico y la Zona agropecuaria con arbolado o matorral antrópico en su totalidad tienen un tipo de uso de la tierra rural agraria representando un 2 y 9 % respectivamente. El uso de la tierra denominado Sin o muy reducido uso antrópico es el más predominante en toda la quebrada cubriendo más del 55% de toda el área; siendo el Herbazal y matorral húmedo la formación ecológica con mayor área de este tipo de uso.

**Tabla 8-12.- Uso de la tierra en la Quebrada Payhua**

Formación Ecológica	Uso de la tierra	Área (ha)	% de cobertura
Arbolado, matorral o herbazal antrópico	Zona rural agraria	33.63	2.11
Herbazal altoandino muy húmedo	Sin o muy reducido uso antrópico	436.19	27.38
Herbazal altoandino pluvial	Sin o muy reducido uso antrópico	32.99	2.07
Herbazal y matorral de estepa	Sin o muy reducido uso antrópico	227.01	14.25
Herbazal y matorral de estepa	Zona urbano rural	2.45	0.15
Herbazal y matorral de estepa espinosa	Sin o muy reducido uso antrópico	174.81	10.97
Herbazal y matorral de estepa espinosa	Zona urbano rural	1.42	0.09
Herbazal y matorral húmedo	Sin o muy reducido uso antrópico	477.97	30.00
Terrazas agrícolas prehispánicas sin uso	Zona rural agraria	60.73	3.81
Zona agropecuaria con arbolado o matorral antrópico	Zona rural agraria	146.17	9.17
<b>TOTAL</b>		<b>1593.37</b>	<b>100</b>

Elaboración: SENAMHI (2021).

## 9. FLORA Y VEGETACIÓN

### 9.1. Introducción

La flora se define como un conjunto de especies de plantas de un determinado lugar; por otro lado, por vegetación se hace referencia a la estructura de la distribución de las especies vegetales en un área. Ambos, son actores que juegan un rol sumamente importante en el ciclo del agua y apaciguan sus efectos sobre el suelo. En primera instancia las plantas permiten infiltrar en el suelo el agua de las precipitaciones que, a modo de esponja, la almacena y luego la suelta. También reduce la erosión superficial y otras formas más graves de pérdida de suelo, evitando que los sedimentos lleguen a los cursos de agua y formen aluviones.

A pesar de que las plantas pueden crecer en casi todos los lugares incluidas laderas muy agrestes, su factor limitante es la escasez de agua y esto es bien notorio en zonas con alto estrés hídrico como la zona donde se intercepta la costa con la sierra. En este caso han surgido especies que han adaptado su mecanismo de captación y almacenaje de agua que les ha permitido conquistar estos lugares tan agrestes.

Las quebradas priorizadas son muy distintas en cuanto a composición y dominancia de las especies vegetales, por ello es necesaria una caracterización detallada de su flora para entender cuáles son las especies que habitan en cada lugar. Por tal motivo este capítulo contempla el estudio florístico y de vegetación de estas tres quebradas priorizadas.

En un capítulo siguiente se trata sobre la selección de especies vegetales con características promisorias que permitan ser empleadas como infraestructura natural ante desastres hidrometeorológicos. Aquí se ha seleccionado un número reducido de plantas resultado de un análisis de su biología y de la apreciación bastante acertada de los pobladores de cada quebrada.

Futuros pasos deben contemplar el estudio de la distribución de estas especies de interés (especies clave) ya sea recopilando datos en campo o de revisión bibliográfica para entender los patrones que siguen en cada una de las quebradas y así poder correlacionarlas con parámetros climáticos y de suelo y tener un mejor entendimiento de su distribución y adaptabilidad a los diferentes ecosistemas.

El objetivo principal del monitoreo es generar la información que formará parte del estudio de aptitud de las tierras y la propuesta de infraestructura natural ante peligros hidrometeorológicos en las quebradas Pedregal, Cusipata y Payhua (provincia y región Lima), con la finalidad intrínseca de identificar especies de plantas de interés para ser utilizadas como infraestructura natural.

## **9.2. Métodos de Muestreo**

### **9.2.1. Evaluación de Flora y Vegetación**

La evaluación de flora y vegetación se realizó entre el 16 y 19 de agosto de 2021 durante la época seca en la Quebrada Payhua (distrito de Matucana, provincia de Huarochirí, departamento de Lima), del 3 al 4 de setiembre del 2021 en las Quebradas Pedregal y Cusipata (distritos de Chosica y Chaclacayo, provincia de Lima, departamento de Lima). Este trabajo de campo contó con la participación de un biólogo del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (MHN-UNMSM) de Lima, con amplia experiencia en el desarrollo de estudios de la flora y vegetación en el Perú.

La flora es el conjunto de especies vegetales que se pueden encontrar en una región geográfica y que pueden ocupar un hábitat determinado, es decir, hace referencia a la composición de

especies; mientras que, la vegetación se refiere a la distribución del conjunto de especies de acuerdo con la proporción, cobertura o tamaño de los individuos.

El presente estudio incluyó la evaluación de las tres quebradas priorizadas. En cada quebrada de evaluación se registraron las coordenadas geográficas, la elevación (msnm) y las características del tipo de vegetación.

### 9.2.2. Estaciones de Monitoreo

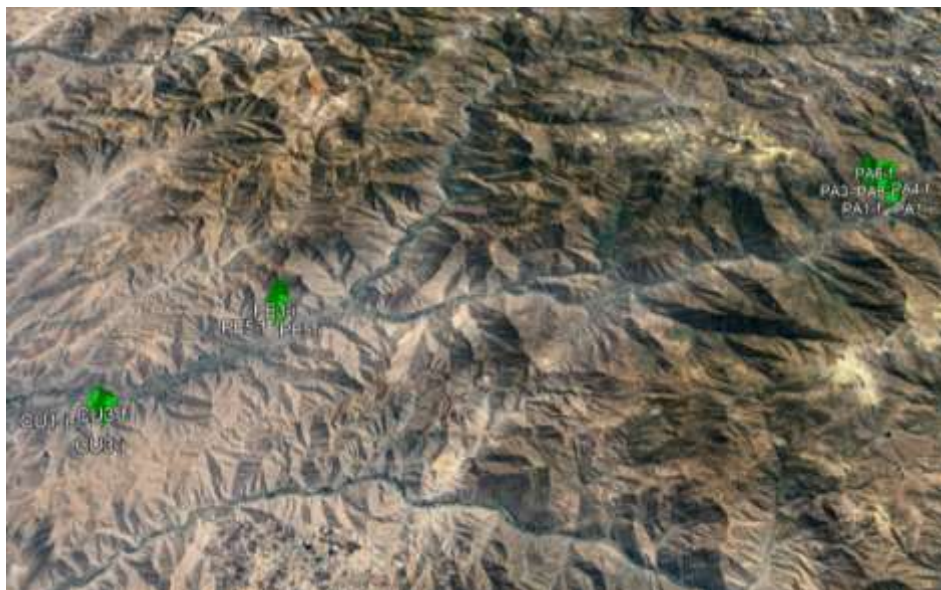
Para la evaluación de la flora y vegetación se establecieron 20 estaciones de evaluación (4 en Cusipata, 6 en Pedregal y 10 en Payhua). En cada estación se estableció un transecto de evaluación (Tabla 9-1 y Figura 9-1). Las evaluaciones se realizaron en las tres quebradas priorizadas y en los siguientes tipos de vegetación: Estepa de gramíneas con arbustos dispersos, Piso de cactáceas columnares y Piso desértico en las Quebradas Payhua, Pedregal y Cusipata respectivamente.

**Tabla 9-1.- Estaciones de Monitoreo de Flora y Vegetación en las Quebradas Priorizadas, octubre 2021.**

Localidad	Transecto	Coordenada inicial	Coordenada inicial 2	Altitud	Coordenada final	Coordenada final 2	Altitud final	Pendiente (°)
Cusipata	CU1	307005	8674546	704	306978	8674507	714	20
	CU2	307450	8674252	773	307484	8674285	772	0
	CU3	307739	8673767	832	307738	8674027	825	5
	CU4	307253	8674515	729	307294	8674494	736	5
Payhua	PA1	349486	8690807	2460	349450	8690830	2490	30
	PA2	349765	8691163	2538	349814	8691179	2535	5
	PA3	348542	8692505	3086	348514	8692509	3091	10
	PA4	349904	8693031	3236	349915	8692985	3226	30
	PA5	348523	8693636	3406	348493	8693671	3426	20
	PA6	349250	8693375	3248	349280	8693340	3237	20
	PA7	349536	8692764	3050	349507	8692738	3031	40
	PA8	348916	8691492	2926	348946	8691526	2904	30
	PA9	349604	8691843	2734	349617	8691805	2729	10
	PA10	348362	8693059	3239	348339	8693100	3244	15
Pedregal	PE1	314407	8682089	1163	314406	8682039	1174	5
	PE2	314573	8681674	1109	314606	8681709	1125	20

	PE3	314766	8681145	1036	314745	8681191	1043	5
	PE4	314663	8682238	1224	314647	8682191	1210	10
	PE5	314747	8680660	980	314756	8680708	983	2
	PE6	314317	8681873	1156	314270	8681852	1166	10

Elaboración: SENAMHI (2021).



**Figura 9-1.- Estaciones de Monitoreo de Flora y Vegetación en las Quebradas Priorizadas, octubre 2021**



**Figura 9-2.- Estaciones de Monitoreo de Flora y Vegetación en la Quebrada Cusipata**





**Figura 9-3.- Estaciones de Monitoreo de Flora y Vegetación en la Quebrada Pedregal**



**Figura 9-4.- Estaciones de Monitoreo de Flora y Vegetación en la Quebrada Payhua**

### 9.2.3. Evaluación de la Flora: Inventario Florístico

Este método corresponde a la evaluación cualitativa. Los inventarios florísticos se realizaron mediante la colecta de plantas vasculares. Las plantas se recolectaron siguiendo las técnicas estándar para estudios florísticos, como las recomendadas por Cerrate (1969). Se aplicó el método llamado búsqueda intensiva que consistió en recorrer el máximo área posible en busca de la mayor cantidad de especies diferentes. Una vez encontrada una determinada especie, se registró en una libreta de notas, siempre y cuando se tuviera certeza de su identidad; de no ser conocida, se tomaron fotografías y/o se realizó una colección científica. Para la colección, también llamado voucher de herbario, se seccionó una o varias ramas de 30 centímetros con ayuda de tijeras de jardinero y de tijeras telescópicas, procurando que en estas ramas se encontraran estructuras reproductivas como flores y/o frutos. Estos fragmentos fueron colocados dentro de periódicos, para ser codificados y prensados. Se agruparon alrededor de 20 colecciones en paquetes de 10 cm de grosor, los cuales fueron amarrados, colocados dentro de una bolsa e inmediatamente embebidos con una solución de alcohol al 50%. Finalmente se amarraron las bolsas para ser transportados a la ciudad de Lima y terminar con el secado bajo una estufa a 70°C.

### 9.2.4. Evaluación de la Vegetación: Transectos

Para caracterizar los diferentes tipos de vegetación en las tres quebradas priorizadas, se utilizó el método de transectos de intercepción de punto (Mueller-Dombois and Ellenberg. 1974). Este método corresponde a la evaluación cuantitativa y consistió en extender una cinta métrica de 50 m, sobre la cual se contó el número de veces (toques) que una varilla contactaba cada planta al descender hasta el suelo, registrando un total de 100 puntos por cada transecto.





**Figura 9-5.- Transecto para Evaluar Cobertura Vegetal en las en las Quebradas Priorizadas, octubre 2021**

La información obtenida por transectos permitió analizar y describir la cobertura de las especies de flora por tipo de vegetación. La cobertura fue expresada como porcentaje. Siguiendo el método empleado, se consideró que el total de cobertura de todas las especies en un tipo de vegetación podría exceder el 100%, debido al traslape (cobertura estratificada) de las especies en dicha comunidad (Greig-Smith 1983). Los datos de campo se complementaron con registros fotográficos y observaciones adicionales, como forma de crecimiento.

En cada transecto se obtuvieron los siguientes datos: coordenadas geográficas, elevación, pendiente, y porcentaje de cobertura de las especies registradas.

### **9.2.5. Identificación de Muestras**

Las colecciones se identificaron utilizando claves taxonómicas y descripciones disponibles en la literatura botánica (Macbride and collaborators, 1932; Tryon and Stolze, 1989a, 1989b, 1994; Tryon, 1990; Tovar, 1993; Gentry and Vasquez, 1995). Las especies consideradas endémicas nacionales se registraron a partir de León et al. (2006) actualizada con literatura reciente para cada grupo taxonómico. Seguimos los sistemas de clasificación de Angiosperm Phylogeny Group IV (APG IV, 2016) para el manejo de los taxones de angiospermas y Pteridophyte Phylogeny Group I (PPG I, 2016) para los lycófitas y helechos. Todas las muestras se depositarán en el herbario USM.

## **9.3. Análisis de datos**

### **9.3.1. Flora y Vegetación**

#### ***Formas de Crecimiento***

Para describir la estructura de las comunidades vegetales terrestres se caracterizaron las clases mayores de plantas por su forma de crecimiento. Se tomaron en consideración las formas de crecimiento, basadas en las descripciones de Shreve (1951) y Whittaker (1970):

- Arbustos: plantas leñosas que tienen menos de 3 m de alto;
- Cauliroseta: plantas con crecimiento arrosetada y que tienen un tallo único (inflorescencia);
- Cactus: plantas de tallos suculentos;
- Hierbas: plantas sin tallos leñosos; y
- Subarbustos: arbustos enanos que se ramifican cerca del suelo y que miden menos de 25 cm de alto.

#### ***Riqueza***

La riqueza de especies se define como el número total de especies presentes en la muestra o en el total de muestras (Odum, 1985; Begon et al., 2005). Es una medida significativa de la biodiversidad aplicada a nivel de hábitat (Colwell & Coddington, 1994). Se calculó con los datos

obtenidos durante el inventario florístico y los transectos de muestreo, indicando su clasificación taxonómica y su registro en los diferentes tipos de vegetación.

### ***Cobertura***

La cobertura vegetal puede ser definida como la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre. Se calculó dividiendo la sumatoria de los toques de una determinada especie entre el total de puntos (100 puntos en cada transecto), para finalmente tener una proporción expresada en porcentaje para cada especie en cada transecto o conjunto de transectos.

### ***Determinación de Especies de Interés para la Conservación***

#### ***a) Especies Endémicas***

Se determinaron las especies endémicas presentes en las quebradas priorizadas al contrastar la información de las especies registradas con la información disponible sobre especies endémicas del territorio peruano. Para propósitos de la presente evaluación se utilizó información contenida en el libro rojo de las plantas endémicas del Perú (León et al., 2006) y en la base de datos Trópicos (Trópicos, 2021).

### ***Selección de Especies de Plantas como Infraestructura Natural ante Peligros Hidrometeorológicos***

En base a un estudio de aptitud de cada una de las especies de plantas se han seleccionado un grupo de especies con alta potencialidad para ser empleados en programas de mantenimiento y/o revegetación con fines de prevención de desastres asociados a peligros meteorológicos. Se siguieron dos criterios complementarios.

A partir del listado de especies registrado durante el trabajo de campo en cada quebrada priorizada, se filtraron todas las especies que sean de vida perenne (sean hierbas, arbustos o árboles), sobre esta selección se identificaron y se seleccionaron las especies que por su forma de crecimiento desarrollan mayor cobertura frondosa, mayor densidad radicular y/o sean plantas con alta capacidad para vivir a largos periodos anuales de escasez de agua (tolerantes a la sequía) (ver Anexo).

Adicionalmente se ha encuestado (ver Anexo) a personas conocedoras de las especies vegetales que crecen en cada una de las quebradas y nos han sugerido un listado de especies que, según sus criterios, podrían ser muy buenas para nuestros fines.

### ***Análisis de distribución de las especies con alta potencialidad para su uso como infraestructura natural***

Se ha evaluado la presencia/ausencia de cada una de las 20 especies seleccionadas en cada una de las 20 estaciones de monitoreo donde se han instalado los transectos de vegetación (10 en Payhua, 6 en Pedregal y 4 en Cusipata). Se obtuvieron 20 localidades georreferenciadas

con datos de presencia/ausencia para cada una de las especies. Ante la escasez de datos de presencia para algunas de las especies, se ha recopilado información sobre su distribución en el departamento de Lima, para con ello tener la información necesaria para poder correlacionar su distribución con los parámetros meteorológicos de clima y suelo, y obtener áreas potencialmente idóneas para su presencia en las tres quebradas priorizadas.

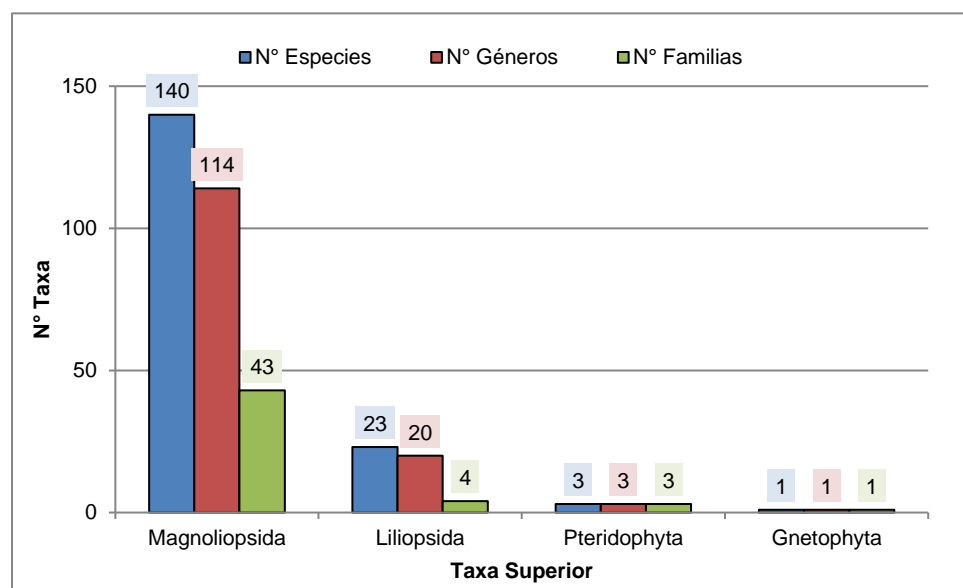
## **9.4. Resultados**

### **9.4.1. Descripción General de la Flora**

Para el análisis de la composición de especies se consideró el total de registros obtenidos mediante transectos e inventarios en las tres quebradas priorizadas. En total se registraron 167 especies, distribuidas en 138 géneros y 51 familias. El total de especies estuvo representado por cuatro divisiones o taxa superiores: Magnoliopsida, que incluye a las dicotiledóneas (140 especies); Liliopsida, que incluye a las monocotiledóneas (23 especies); Pteridophyta, que incluye a las plantas vasculares sin semillas (3 especies); y Gnetophyta, que incluye a las plantas vasculares con semillas desnudas (una especie) (Figura 9-6 y ver Anexo).

Al analizar la riqueza de especies por familia, del total de 51 familias registradas en el presente estudio, once familias incluyeron el 61% del total de especies; 41 familias registraron entre dos y tres especies cada una (25% del total de especies); y 24 familias fueron representadas por una sola especie (14% del total de especies) (Tabla 9-2).

Las familias Asteraceae (27 especies) y Poaceae (17 especies) fueron las más diversas de la flora vascular en el área de estudio. En conjunto representaron el 26% del total de las especies registradas, lo cual es un patrón común en la flora de las vertientes occidentales (González et al. 2015), que se caracteriza por la dominancia de estas dos familias (Tabla 9-2).



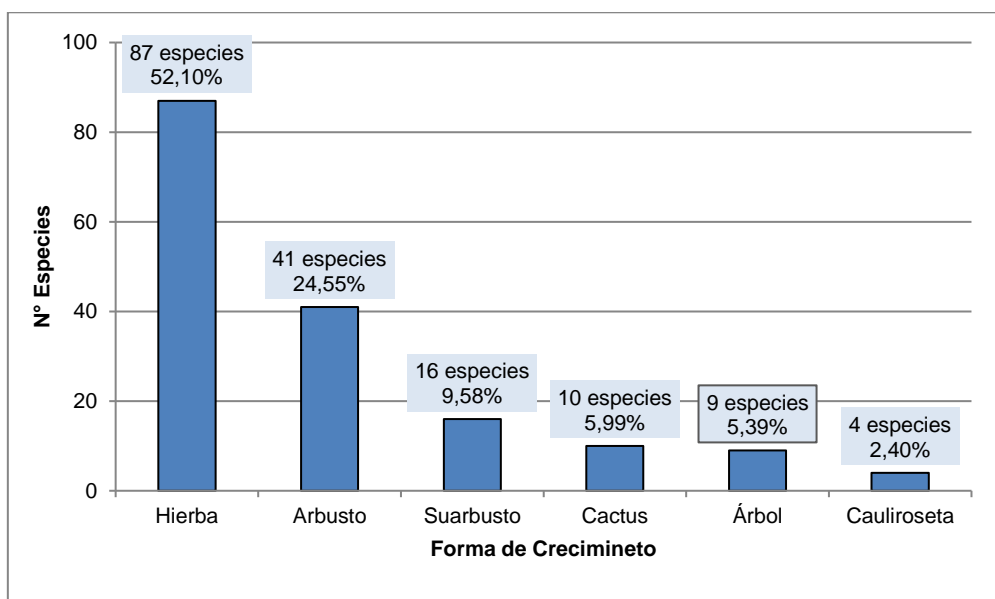
**Figura 9-6.- Número de Familias, Géneros y Especies de Flora Registradas en las Quebradas Priorizadas, octubre 2021**

**Tabla 9-2.- Número de Familias, Géneros y Especies de Flora en las Quebradas Priorizadas, octubre 2021**

Familia	Géneros		Especies	
	Número	Porcentaje (%)	Número	Porcentaje (%)
ASTERACEAE	22	15.94	27	16.17
POACEAE	15	10.87	17	10.18
CACTACEAE	10	7.25	10	5.99
SOLANACEAE	5	3.62	10	5.99
BORAGINACEAE	5	3.62	9	5.39
EUPHORBIACEAE	6	4.35	7	4.19
FABACEAE	4	2.9	5	2.99
LAMIACEAE	4	2.9	5	2.99
CALCEOLARIACEAE	1	0.72	4	2.4
SCROPHULARIACEAE	3	2.17	4	2.4
MALVACEAE	4	2.9	4	2.4
Familias con 2 a 3 especies (20)	35	25.36	41	24.55
Familias con 1 especie (26)	24	17.39	24	14.37
<b>Total</b>	<b>138</b>	<b>100</b>	<b>167</b>	<b>100</b>

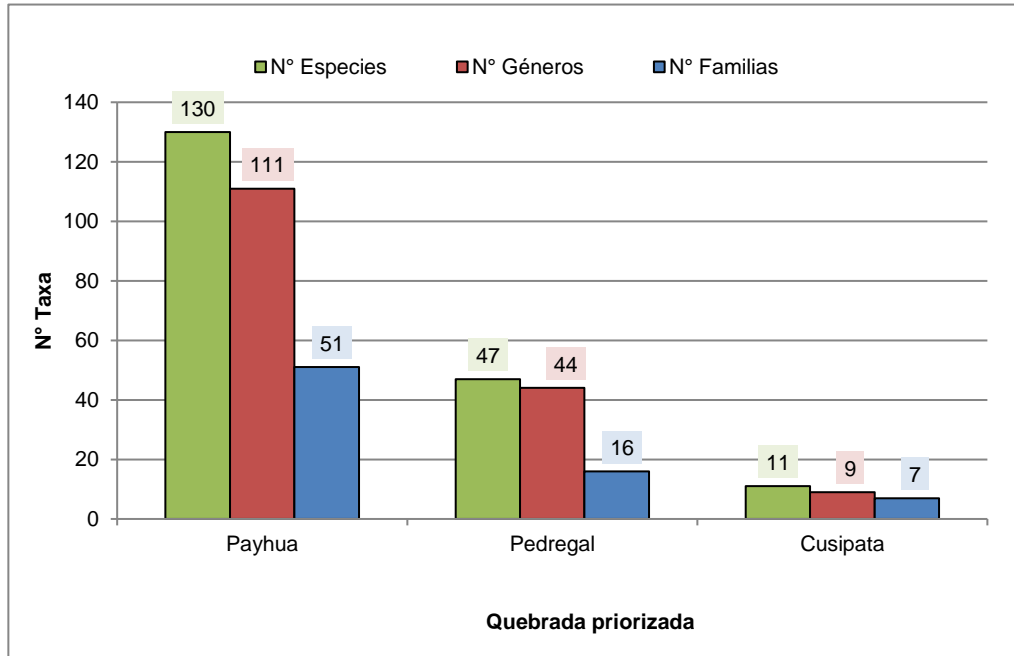
Elaboración: SENAMHI (2021).

Con respecto a las formas de crecimiento, las hierbas (87 especies) fueron predominantes y representaron el 52% del total de especies registradas (Figura 10-7). El 48% restante estuvo conformado por los arbustos (41 especies), subarbustos (16 especies), cactus (10 especies), árboles (9 especies) y caulirosetas (cuatro especies). Este patrón es común para la vegetación andina (Weberbauer 1945, Gonzáles et al., 2015; Aquino et al. 2017, 2018).



**Figura 9-7.- Porcentaje del Número de Especies de Flora por Forma de Crecimiento en las Quebradas Priorizadas, octubre 2021**

En general, el análisis de los resultados por quebrada priorizada indicó que el número de familias, géneros y especies fue mayor en la Quebrada Payhua seguida de la quebrada Pedregal. La menor riqueza fue registrada en la Quebrada Cusipata (Figura 9-8).



**Figura 9-8.- Número de Familias, Géneros y Especies de Flora en las Quebradas Priorizadas, octubre 2021**

En la Tabla 9-3, se presenta el resumen de la información cuantitativa obtenida de los datos registrados en campo mediante transectos. A partir de esta información, el Matorral (Estepa de gramíneas más arbustos dispersos) presentó la mayor riqueza de especies seguido del Piso de cactáceas columnares y finalmente el piso desértico. El porcentaje de cobertura fue mayor en el Matorral de Payhua (Tabla 9-3, ver Anexo).

**Tabla 9-3.- Cobertura Vegetal y Riqueza en las Quebradas Priorizadas, octubre 2021**

Quebrada	Tipo de vegetación	Transecto	Riqueza <sup>a</sup>	Cobertura vegetal (%)
Cusipata	Piso desértico	CU1	1	1
		CU2	3	18
		CU3	4	14
Payhua	Matorral (Estepa de gramíneas más arbustos dispersos)	PA1	11	97
		PA2	19	101
		PA3	16	196

Quebrada	Tipo de vegetación	Transecto	Riqueza <sup>a</sup>	Cobertura vegetal (%)
		PA4	11	81
		PA5	22	135
		PA6	12	83
		PA7	19	103
		PA8	8	68
		PA9	13	101
		PA10	14	79
Pedregal	Piso de cactáceas columnares	PE1	4	4
		PE2	6	9
		PE3	3	11
		PE4	9	33
		PE5	5	9
		PE6	4	7

<sup>a</sup> Número de especies registrado en los transectos (evaluación cuantitativa).

Elaboración: SENAMHI(2021).

#### 9.4.2. Descripción de Flora y Vegetación por Quebrada

Para el análisis de la riqueza de especies por quebrada priorizada se consideró las especies registradas en las estaciones de muestreo por el método de transecto y el método de inventario florístico. Mientras que, para la descripción y análisis de la vegetación de cada quebrada se consideraron solamente los datos cuantitativos obtenidos en los transectos establecidos en las estaciones de monitoreo.

##### *Payhua*

En la Quebrada Payhua se registraron 130 especies, 111 géneros y 51 familias (Figura 9-8).

##### *a) Descripción y Análisis de Vegetación*

El tipo de vegetación evaluado en esta quebrada es un Matorral o también conocido como estepa de gramíneas con arbustos dispersos (Weberbauer, 1945).

La cobertura vegetal se analizó en base a los datos cuantitativos obtenidos mediante transectos. En la quebrada Payhua se evaluaron diez estaciones de monitoreo. En cada estación de monitoreo se evaluó un transecto.

La cobertura vegetal tuvo un valor promedio de 104,4%, con un total de 74 especies en todas las estaciones en conjunto (Tabla 9-3). La especie dominante, fue *Ophryosporus peruvianus*, la cual alcanzó mayor cobertura en las estaciones PA5 y PA8; seguida de la hierba *Medicago sativa* (cultivada) y del arbusto *Ambrosia arborescens* y del árbol *Schinus molle* (Tabla 9-3), así como las hierbas *Tagetes multiflora* y *Cenchrus clandestinus* las cuales se desarrollan principalmente como estepa o en forma rastrera.

**Tabla 9-4.- Especies de Flora con Mayor Cobertura Vegetal (%) por Transecto en las Quebradas Priorizadas, octubre 2021**

Especie	Transecto									
	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6	PA7	PA8	PA9	PA10
<i>Ophryosporus peruvianus</i>	0	1	4	6	56	28	41	43	29	31
<i>Medicago sativa</i>	23	31	60	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ambrosia arborescens</i>	0	0	50	0	0	6	25	2	5	0
<i>Schinus molle</i>	22	18	0	0	0	0	0	0	44	0
<i>Tagetes multiflora</i>	0	0	0	36	10	22	2	5	0	4
<i>Cenchrus clandestinus</i>	10	26	0	0	0	7	0	0	0	17
<i>Urtica magellanica</i>	0	0	24	0	0	0	0	0	0	6
<i>Vulpia megalura</i>	0	0	0	13	11	0	1	1	0	2
<i>Senecio abadianus</i>	0	0	0	0	22	2	2	0	0	1
<i>Eucalyptus globulus</i>	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Viguiera lanceolata</i>	5	0	0	1	1	0	10	0	0	0
<i>Cestrum auriculatum</i>	0	5	5	0	0	0	0	0	5	0
<i>Avena sterilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0
<i>Mutisia acuminata</i>	0	0	0	12	1	0	0	0	0	1

Especie	Transecto									
	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6	PA7	PA8	PA9	PA10
<i>Calceolaria aurea</i>	0	0	0	0	7	5	0	0	0	0
<i>Baccharis latifolia</i>	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0
<i>Alnus acuminata</i>	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
<i>Austrocylindropuntia subulata</i>	0	0	0	0	5	0	2	1	1	1
<i>Prunus serotina</i>	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
<i>Croton ruizianus</i>	6	0	0	2	0	0	0	0	0	1
<i>Jungia schuerae</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8
<i>Minthostachys mollis</i>	0	0	3	2	1	2	0	0	0	0
<i>Erodium moschatum</i>	1	1	0	0	0	0	5	0	0	0
<i>Nassella inconspicua</i>	0	1	0	0	0	1	4	1	0	0
<i>Hesperomeles cuneata</i>	0	0	0	1	1	5	0	0	0	0
<i>Calceolaria bicolor</i>	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eriochloa pacifica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0
<i>Echinopsis pachanoi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
<i>Sonchus oleraceus</i>	1	3	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Tecoma stans var. sambucifolia</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Dicliptera hookeriana</i>	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0
<i>Heliopsis buphthalmoides</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4
<i>Ageratina sternbergiana</i>	0	0	0	3	1	0	0	0	0	1
<i>Cronquistianthus glomeratus</i>	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0
<i>Marrubium vulgare</i>	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calceolaria glauca</i>	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0



Especie	Transecto									
	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6	PA7	PA8	PA9	PA10
<i>Stevia melissiaefolia</i>	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Baccharis tricuneata</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
<i>Euphorbia peplus</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fuertesimalva peruviana</i>	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Malus domestica</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>plantago limensis</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Bromus catharticus</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Agrostis tolucensis</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Senecio richii</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Nassella meyeniana</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Stellaria cuspidata</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>Echeveria chilensis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Peperomia galioides</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Veronica persica</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Monnina salicifolia</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Muehlenbeckia volcanica</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Anagallis arvensis</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Vasconcellea candicans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Tarasa urbaniana</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Dicliptera ruiziana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Rosa domestica</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalictrum longistylum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Especie	Transecto									
	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6	PA7	PA8	PA9	PA10
<i>Rumex conglomeratus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erodium cicutarium</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Alternanthera porrigens var. porrigens</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Cinnagrostis heterophylla</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Lantana tiliifolia</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eragrostis mexicana subsp. virescens</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bidens pilosa</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Cynanchum formosum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Sisymbrium officinale</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Verbena litoralis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Cerastium glomeratum</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago linearis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Galinsoga parviflora</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Woodsia montevidensis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Medicago polymorpha</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cuscuta grandiflora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Total general</b>	<b>97</b>	<b>101</b>	<b>196</b>	<b>81</b>	<b>135</b>	<b>83</b>	<b>103</b>	<b>68</b>	<b>101</b>	<b>79</b>

Elaboración: SENAMHI (2021).

### **Pedregal**

En la Quebrada Pedregal se registraron 47 especies, 44 géneros y 16 familias (Figura 9-8).

#### **a) Descripción y Análisis de Vegetación**

El tipo de vegetación evaluado en esta quebrada es el denominado piso de cactáceas columnares (Weberbauer, 1945).

La cobertura vegetal se analizó en base a los datos cuantitativos obtenidos mediante transectos. En la quebrada Pedregal se evaluaron seis estaciones de monitoreo. En cada estación de monitoreo se evaluó un transecto.

La cobertura vegetal tuvo un valor promedio de 20,9%, con un total de 21 especies en todas las estaciones en conjunto (Tabla 9-3). La especie dominante, fue *Alternanthera pubiflora*, la cual alcanzó mayor cobertura en las estaciones PE4; seguida de los arbustos *Lycium boerhaviifolium*, *Ephedra americana* y *Trixis cacalioides* (Tabla 9-3), así como del cactus *Neoraimondia arequipensis*.

**Tabla 9-5.- Especies de Flora con Mayor Cobertura Vegetal (%) por Transecto en las Quebradas Priorizadas, octubre 2021**

Especie	Transecto					
	PE1	PE2	PE3	PE4	PE5	PE6
<i>Alternanthera pubiflora</i>	0	0	0	10	0	0
<i>Lycium boerhaviifolium</i>	0	0	8	0	0	0
<i>Ephedra americana</i>	0	0	0	7	0	0
<i>Trixis cacalioides</i>	0	2	1	3	0	0
<i>Neoraimondia arequipensis</i>	0	2	0	0	0	4
<i>Heliotropium pilosum</i>	0	1	0	4	0	0
<i>Pteromonnina pterocarpa</i>	0	0	0	0	4	0
<i>Heliotropium rufipilum</i>	0	1	0	0	2	0
<i>Ophryosporus pubescens</i>	0	0	0	3	0	0
<i>Melocactus peruvianus</i>	1	0	0	1	0	1
<i>Commicarpus tuberosus</i>	0	0	0	1	1	0
<i>Schinus molle</i>	0	0	2	0	0	0
<i>Hoffmannseggia prostrata</i>	0	0	0	2	0	0
<i>Mentzelia aungurate</i>	0	0	0	2	0	0
<i>Viguiera lanceolata</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Cnidoscopus basiacanthus</i>	1	1	0	0	0	0

Especie	Transecto					
	PE1	PE2	PE3	PE4	PE5	PE6
<i>Parkinsonia aculeata</i>	0	2	0	0	0	0
<i>Nicotiana glauca</i>	0	0	0	0	1	0
<i>Austrocylindropuntia pachypus</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Haageocereus pseudomelanostele</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Tiquilia paronychioides</i>	0	0	0	0	1	0
<b>Total general</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>33</b>	<b>9</b>	<b>7</b>

Elaboración: SENAMHI (2021).

### Cusipata

En la Quebrada Cusipata se registraron 11 especies, nueve géneros y siete familias (Figura 9-8).

#### a) Descripción y Análisis de Vegetación

El tipo de vegetación evaluado en esta quebrada es el denominado piso desértico (Weberbauer, 1945).

La cobertura vegetal se analizó en base a los datos cuantitativos obtenidos mediante transectos. En la quebrada Cusipata se evaluaron cuatro estaciones de monitoreo. En cada estación de monitoreo se evaluó un transecto.

La cobertura vegetal tuvo un valor promedio de 8,25%, con un total de seis especies en todas las estaciones en conjunto (Tabla 9-3). La especie dominante, fue *Baccharis salicifolia*, la cual alcanzó mayor cobertura en las estaciones CU2; seguida de los arbustos *Alternanthera pubiflora* y *Galvezia fruticosa* (Tabla 9-3), así como del cactus *Haageocereus pseudomelanostele*.

**Tabla 9-6.- Especies de Flora con Mayor Cobertura Vegetal (%) por Transecto en las Quebradas Priorizadas, octubre 2021**

Especie	Transecto			
	CU1	CU2	CU3	CU4
<i>Alternanthera pubiflora</i>	0	5	2	0
<i>Baccharis salicifolia</i>	0	11	0	0
<i>Galvezia fruticosa</i>	0	2	4	0

Especie	Transecto			
	CU1	CU2	CU3	CU4
<i>Haageocereus pseudomelanostele</i>	1	0	0	0
<i>Heliotropium rufipilum</i>	0	0	1	0
<i>Trixis cacalioides</i>	0	0	7	0
<b>Total general</b>	<b>1</b>	<b>18</b>	<b>14</b>	<b>0</b>

Elaboración: SENAMHI (2021).

Aquí también se desarrolla el Monte Ribereño, un tipo de vegetación muy particular que crece en los cauces Vegetación de las Quebradas Payhua y Pedregal, es una formación siempre verde, se caracteriza por la presencia de plantas de las orillas de arroyos y de la ribera del valle, constituido por arbustos, y arbolitos con diferencia altitudinal de las especies. Solo se presenta información sobre sus especies características.

Parte baja (Pedregal) - Entre los 1000 y 2000 m de altitud, predominan: árboles como *Schinus molle* y *Vachellia macracantha*; arbustos y subarbustos como: *Arundo donax*, *Baccharis salicifolia*, *Tessaria integrifolia* y la vegetación herbácea constituida principalmente por: *Cardiospermum corindum*, *Clematis dioica* y *Chloris virgata*.

Parte media (Payhua) - Entre los 2000 a 3500 m de altitud, con una vegetación densa y estable caracterizada por: árboles como *Alnus acuminata*; arbustos y subarbustos como *Cestrum auriculatum*, *Lochroma umbellata*, *Baccharis lanceolata*, *Muehlenbeckia tamnifolia*, *Colignonia parviflora* var. *Biumbellata*; y hierbas como *Cortaderia selloana* subsp. *jubata*, *Pennisetum weberbaueri*, *Solanum habrochaites*, *Minthostachys mollis* var. *mollis*, *Cynanchum formosum*, y *Thelypteris glandulosolanosa*.

#### 9.4.3. Especies de Flora de Interés para la Conservación

Las especies de flora de interés para la conservación incluyeron a las especies endémicas de Perú. Se registraron 19 especies endémicas de Perú (Tabla 9-7).

**Tabla 9-7.- Especies de Flora Endémica por Quebradas Priorizadas, octubre 2021**

FAMILIA	ESPECIE	Cusipata	Pedregal	Payhua
AMARYLLIDACEAE	<i>Stenomesson flavum</i>	-	-	x
ANACARDIACEAE	<i>Orthopterygium huaucui</i>	-	x	-
ASTERACEAE	<i>Onoseris albicans</i>	-	-	x
ASTERACEAE	<i>Ophryosporus pubescens</i>	-	x	-

ASTERACEAE	<i>Senecio abadianus</i>	-	-	X
ASTERACEAE	<i>Senecio richii</i>	-	-	X
ASTERACEAE	<i>Stevia melissiaefolia</i>	-	-	X
BORAGINACEAE	<i>Heliotropium pilosum</i>	-	X	-
CACTACEAE	<i>Austrocylindropuntia pachypus</i>	-	X	-
CACTACEAE	<i>Cleistocactus acanthurus subsp. faustianus</i>	-	-	X
CACTACEAE	<i>Haageocereus pseudomelanostele subsp. aureispinus</i>	-	X	-
CACTACEAE	<i>Matucana haynei</i>	-	-	X
CACTACEAE	<i>Neoraimondia arequipensis subsp. roseiflora</i>	-	X	-
CALCEOLARIACEAE	<i>Calceolaria angustiflora</i>	-	-	X
CALCEOLARIACEAE	<i>Calceolaria bicolor</i>	-	-	X
CALCEOLARIACEAE	<i>Calceolaria glauca</i>	-	-	X
EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha macrantha</i>	-	X	X
LOASACEAE	<i>Mentzelia angurate</i>	-	X	X
POLYGALACEAE	<i>Monnina salicifolia</i>	-	-	X

Elaboración: SENAMHI ( 2021).

#### 9.4.4. Evaluación de las Especies de Interés para la prevención de riesgos a desastres

##### *Especies de interés según su biología*

En función al tiempo de vida (perenne), y al desarrollo de fronde (medianamente frondoso y ampliamente frondoso), se han seleccionan 24 especies como altamente potenciales para la prevención de riesgos ante desastres hidrometeorológicos (especies clave), estas especies tienen altas aptitudes adecuadas para ser consideradas como infraestructura natural (Tabla 9-8, ver Anexo).

##### *Especies de interés según encuesta a pobladores y técnicos*

Se ha encuestado a cinco comuneros de la Quebrada Payhua concedores de las especies vegetales que crecen en dicha quebrada (ver Anexo). Mediante la encuesta se ha registrado a 10 especies de interés con alto potencial para ser utilizadas como infraestructura natural (Tabla 9-8). Adicionalmente, en la encuesta se han señalado tres nombres comunes más a las cuales no se le ha podido asignar un nombre científico certero. Estas especies son el Taulish, el Rengo y el Ichu.



**Tabla 9-8.- Especies de Flora de Interés para la Prevención de Riesgos a Desastres en las Quebradas Priorizadas, octubre 2021**

FAMILIA APG	ESPECIE	Nombre común	Forma biológica	Cusipata	Pedregal	Payhua	Propuesto por encuesta <sup>a</sup>	Altitud mínima	Altitud máxima	Distribución departamental
ANACARDIACEAE	<i>Schinus molle</i>	Molle	Árbol	x	x	x	1	125	3500	AN, AR, AY, CA, CU, HU, IC, JU, LI, LL, MO, PA, TA
ASPARAGACEAE	<i>Agave cordillerensis</i>	Magüey	Cauliroseta	-	-	x	1	1500	3000	AM, AN, CA, CU, HU, JU, LI, LL, PA
ASTERACEAE	<i>Ambrosia arborescens</i>	Marco	Arbusto	-	-	x	1	2000	3800	AN, AR, CA, CU, HU, HV, JU, LI, LL, MO, PA
ASTERACEAE	<i>Ophryosporus peruvianus</i>	Arenillo	Arbusto	-	-	x	1	2500	3500	AN, AP, AR, CA, CU, HV, IC, LA, LI, LL, PI
BETULACEAE	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	Árbol	-	-	x	2	2000	3800	AM, AN, AP, CA, CU, HU, JU, LA, LI, LL, PI, PU
MYRTACEAE	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	Árbol	-	x	x	1	0	4000	AM, CU, LI
ROSACEAE	<i>Polylepis racemosa</i>	Queñual	Árbol	-	-	x	2	3000	5000	AN, CA, CU, HU, JU, LI, LL
SALICACEAE	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce	Árbol	-	-	x	1	0	3000	AM, AN, AR, CA, CU, HU, JU, LI, LO, PA, TU, UC
SCROPHULARIACEAE	<i>Alonsoa meridionalis</i>	Verónica	Arbusto	-	-	x	1	1000	2800	AN, AR, AY, CA, CU, JU, LI, LL
SCROPHULARIACEAE	<i>Buddleja incana</i>	Quishuar	Árbol	-	-	x	2	2000	4000	AM, AN, CA, CU, HU, JU, LI, LL, PA

\* Presencia., <sup>a</sup> Propuesto por la encuesta (1: propuesta por un encuestado; 2: propuesta por dos encuestados),

Finalmente se contrastará el aspecto biológico con los datos recopilados en las encuestas para seleccionar 20 especies las cuales serán georreferenciadas y representadas espacialmente para finalmente correlacionarlos con las características hidrometeorológicas.

Elaboración: SENAMHI (2021).



**Tabla 9-9.- Especies de Flora de Interés para la Prevención de Riesgos a Desastres en las Quebradas Priorizadas, octubre 2021**

FAMILIA APG	ESPECIE	Nombre común	Forma biológica	Cusipata	Pedregal	Payhua	Perenne <sup>a</sup>	Frondoso <sup>b</sup>	Estrés hídrico <sup>c</sup>	Altitud mínima (m)	Altitud máxima (m)	Distribución departamental en Perú
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	Molle	Árbol	x	x	x	3	3	2	125	3500	AN, AR, AY, CA, CU, HU, IC, JU, LI, LL, MO, PA, TA
Asparagaceae	<i>Agave cordillerensis</i>	Maguey	Cactus	-	-	x	2	2	3	1500	3000	AM, AN, CA, CU, HU, JU, LI, LL, PA
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	Chilca	Arbusto	x	x	-	2	2	1	0	1500	AP, CA, JU, HU, LA, LI, LL, LO, SM
Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i>	Chilca	Arbusto	-	-	x	2	2	1	2000	4000	AM, AN, AR, AY, CA, CU, HU, HV, JU, LI, PU
Asteraceae	<i>Baccharis tricuneata</i>	Chilca	Arbusto	-	-	x	2	2	2	2500	4500	AN, AP, AR, CA, CU, HU, JU, LI, LL, PU, SM
Asteraceae	<i>Ophryosporus peruvianus</i>	Arenillo	Arbusto	-	-	x	2	2	2	2500	3500	AN, AP, AR, CA, CU, HV, IC, LA, LI, LL, PI
Berberidaceae	<i>Berberis flexuosa</i>	Tankar	Arbusto	-	-	x	2	2	2	2000	3500	AN, JU, LI
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	Árbol	-	-	x	3	3	1	2000	3800	AM, AN, AP, CA, CU, HU, JU, LA, LI, LL, PI, PU
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i> var. <i>sambucifolia</i>	Huaranhuay	Arbusto	-	-	x	3	3	2	0	2500	AN, AP, AR, AY, CA, CU, HU, HV, JU, LA, LI, LL
Cactaceae	<i>Armatocereus matucanensis</i>	Cactus	Cactus	-	-	x	2	2	3	800	2000	LI, AR; AN, LL
Cactaceae	<i>Neoraimondia arequipensis</i> subsp. <i>roseiflora</i>	Cactus	Cactus	-	x	-	2	2	3	0	1500	AR, IC, LI, PI
Caricaceae	<i>Vasconcellea candicans</i>	Mito	Arbusto	-	-	x	2	2	3	0	3000	AR, AY, CA, IC, LI, LL, MO, PI
Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Azote de cristo	Árbol	-	x	-	3	2	3	0	2000	AM, AN, IC, LA, LI, LL, PI, TU
Fabaceae	<i>Vachellia macracantha</i>	Huarango	Árbol	-	x	-	3	3	2	0	2500	AM, AN, AP, AR, AY, CA, CU, HU, HV, IC, LA, LI, LL, PI, TA, TU
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	Árbol	-	x	x	3	3	1	0	4000	AM, CU, LI
Nyctaginaceae	<i>Colignonia parviflora</i> subsp. <i>biumbellata</i>	sacha paraqai	Arbusto	-	-	x	1	2	1	2000	3500	AM, AN, AP, AY, CA, CU, HU, LL, LI, MO, PI
Poaceae	<i>Arundo donax</i>	Carrizo	Hierba	-	x	-	2	2	1	0	2500	AN, CA, CU
Poaceae	<i>Cortaderia selloana</i> subsp. <i>jubata</i>	Cortadera	Hierba	-	-	x	2	2	1	2000	3800	AM, AN, CA, CU, HU, HV, JU, LA, LI, LL, SM
Rosaceae	<i>Polylepis racemosa</i>	Queñual	Árbol	-	-	x	3	3	2	3000	5000	AN, CA, CU, HU, JU, LI, LL

Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce	Árbol	-	-	x	3	3	1	0	3000	AM, AN, AR, CA, CU, HU, JU, LI, LO, PA, TU, UC
Scrophulariaceae	<i>Buddleja incana</i>	Quishuar	Árbol	-	-	x	3	3	2	2000	4000	AM, AN, CA, CU, HU, JU, LI, LL, PA
Solanaceae	<i>Solanum habrochaites</i>	Tomate cimarrón	Hierba	-	-	x	1	2	1	2000	3500	AM, AN, HV, IC, LA, LI, LL, PI
Cactaceae	<i>Echinopsis pachanoi</i>	San Pedro	Cactus	-	-	x	2	2	3	0	3800	AN, LA, LI, LL, PI
Asteraceae	<i>Mutisia acuminata</i>	Chinchercoma	Arbusto	-	-	x	2	2	2	2000	3500	AP, AR, AY, CA, CU, JU, HV, LI, LL, MO

x Presencia., <sup>a</sup> Perenne (1: corta vida de 1 a 2 años; 2: de vida media de 2 a 5 años; 3: de larga vida más de 5 años),  
hídrico (1: bajo soporte al estrés hídrico; 2: regular soporte al estrés hídrico; 3: alto soporte al estrés hídrico).

<sup>a</sup> Fronde (2: medianamente frondoso; 3: ampliamente frondoso).

<sup>a</sup> Estrés

Elaboración: SENAMHI (2021).

## 10. APTITUD BIOCLIMÁTICA

### 10.1. Metodología

#### 10.1.1. Mapas temáticos de aptitud bioclimática

##### *Obtención de datos de ocurrencia*

Los datos de ocurrencia de las especies de interés en cada una de las tres quebradas priorizadas fueron obtenidos del inventario botánico de campo (ver Anexo). Para cada registro se consideró el nombre de la especie y sus coordenadas geográficas. Las especies presentan entre 4 y 16 datos de ocurrencia.

##### *Obtención de datos climáticos*

Siguiendo el enfoque MBS por Guisan et al. (2006), se utilizó un método de modelo de distribución de especies (SDM) para identificar áreas con hábitat potencialmente adecuados para cada especie de interés. Estos mapas de distribución potencial se elaboraron utilizando el programa QGIS y algoritmos de máxima entropía (Maxent versión 3.3.3k) sobre la base de información climática. (Tabla 10-1).

La Información climática global está conformada por 19 variables bioclimáticas a 30 segundos de resolución espacial (ca. 1 km<sup>2</sup>). Para efecto del modelamiento para el presente estudio se cortó estos archivos bajo la máscara del polígono de cada quebrada ya es necesaria tenerla todas en la misma extensión y tamaño.

**Tabla 10-1.- Variables bioclimáticas**

Código	Nombre de la variable climática
BIO 1	Temperatura promedio anual (°C)
BIO 2	Oscilación diurna de la temperatura (°C)
BIO 3	Isotermalidad (°C) (cociente entre parámetros 2 y7)
BIO 4	Estacionalidad de la temperatura (coeficiente de variación, en %)
BIO 5	Temperatura máxima promedio del periodo más cálido (°C)
BIO 6	Temperatura mínima promedio del periodo más frío (°C)
BIO 7	Oscilación anual de la temperatura (°C) (cociente entre parámetros 5 y 6)
BIO 8	Temperatura promedio del cuatrimestre más lluvioso (°C)
BIO 9	Temperatura promedio del cuatrimestre más seco (°C)
BIO 10	Temperatura promedio del cuatrimestre más cálido (°C)

Código	Nombre de la variable climática
BIO 11	Temperatura promedio del cuatrimestre más frío (°C)
BIO 12	Precipitación anual (mm)
BIO 13	Precipitación del periodo más lluvioso (mm)
BIO 14	Precipitación del periodo más seco (mm)
BIO 15	Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación, en %)
BIO 16	Precipitación del cuatrimestre más lluvioso (mm)
BIO 17	Precipitación del cuatrimestre más seco (mm)
BIO 18	Precipitación del cuatrimestre más cálido (mm)
BIO 19	Precipitación del cuatrimestre más frío (mm)

Elaboración: SENAMHI (2021).

### ***Muestreo basado en modelos (MBS) y mapas de aptitud bioclimática***

Primero se ejecutó Maxent con la configuración predeterminada (que permite la transformación de las covariables con los umbrales predeterminados para la conversión, la eliminación de registros duplicados de presencia, el número máximo de puntos de base = 10000, el número máximo de iteraciones = 500; umbral de convergencia = 0.00001; parámetro de regularización de forma = 1; defecto por prevalencia = 0.5). Para evaluar el rendimiento del modelo, se empleó la validación cruzada, donde los datos de ocurrencia se dividen aleatoriamente en dos grupos de igual tamaño y uno de ellos se utiliza para crear el modelo, mientras que la otra se utiliza para la validación del modelo. Se eligió el método de validación cruzada, ya que utiliza todos los datos para su validación, a diferencia de una sola división de entrenamiento/prueba, y es por lo tanto más adecuado cuando se trabaja con un número reducido de puntos de presencia en áreas con gran complejidad de ambientes (Hernandez et al. 2008).

El modelo se aplicó con 10 variables bioclimáticas a 30 segundos de resolución espacial (ca. 1 km<sup>2</sup>) (Hijmans et al. 2005, <http://www.worldclim.org>). Asimismo, se emplearon capas de elevación, pendiente, fisiografía, geología, geomorfología, zona de vida, cobertura vegetal, de suelos y suelos cum, para describir las áreas con aptitud bioclimática para cada especie. Las variables utilizadas en los modelos como predictores deben ser independientes de manera óptima. Las 10 variables incluyen capas que describen la estacionalidad del hábitat dadas por la precipitación y temperatura (Tabla 10-1). El modelo se desarrolló usando a cada una de las quebradas priorizadas. Como el foco de estudio, y los resultados se proyectaron a un área que

abarcar la totalidad (polígono) de la misma quebrada. Este enfoque de limitar el alcance de captación del modelo evita el sobreajuste que conduce a la subestimación de las áreas de distribución de las especies (Barve et al. 2011). En algunos casos se decidió no utilizar un enfoque de umbral, donde la predicción se divide en un mapa binario de la presencia o ausencia, debido al hecho de que sólo se tenían muy pocos registros (menos a 10 registros) para construir el modelo, porque el uso de un enfoque de umbral obviaría datos valiosos. El Modelo para cada una de las especies de interés se realizó utilizando un total de 120 registros. La salida acumulada indica aptitud relativa, mas no la probabilidad de ocurrencia, de que se produzca con valores que van de 0 a 1. Estos valores de las celdas de la grilla se calculan como la suma de las celdas con probabilidad igual o inferior a la indicada, multiplicado por 100 para obtener un porcentaje (Phillips et al. 2006). Para la versión final de los mapas se consideraron todas las áreas identificadas con una aptitud relativa mayor a 0.4 (salida de logística) como áreas potenciales de ocurrencia de la especie (aptitud bioclimática para cada especie).

Finalmente, para cada modelo de distribución se identifican las variables bioclimáticas de mayor importancia según el análisis de "jackknife". El análisis de "Jackknife" identifica dos tipos de variables de importancia. 1) La variable ambiental con mayor ganancia (soporte del modelo) cuando se usa de forma aislada, que por lo tanto parece tener la información más útil por sí misma, y 2) la variable ambiental que más disminuye la ganancia (inestabiliza el modelo) cuando se omite, que por lo tanto parece tener la mayor cantidad de información que no está presente en las otras variables (Phillips et al. 2006). En general, una ganancia alta para una variable en particular significa que la variable tiene un mayor valor predictivo, por lo tanto, en el presente estudio se identifican las variables del primer tipo.

## **12. SUELOS – SOIL TAXONOMY**

### **12.1. Definiciones**

#### **12.1.1 Levantamiento de suelos**

El levantamiento de suelos tiene como objetivo **identificar y caracterizar los diferentes tipos de suelos**, de un área determinada, a fin de establecer su uso.

Es una investigación del suelo que se apoya en la información de campo y de otras disciplinas científicas como ecología, geomorfología y geología; el resultado es un mapa en el que se muestra la distribución geográfica o espacial de los diferentes suelos del área que se evalúa, acompañado por un reporte o memoria donde se define, clasifica e

interpreta las diferentes clases de suelos. Las interpretaciones predicen el comportamiento de los suelos para los diferentes usos y cómo responden al manejo.

El término levantamiento de suelos, es equivalente a estudio agrológico, estudio de suelos o cartografía de suelos.

### **12.1.2. Mapeo de suelos**

Consiste en la localización, identificación, descripción, clasificación y delineación sobre un mapa, de las diferentes unidades edáficas de un área determinada utilizando materiales cartográficos y de sensores remotos, con el apoyo de información de otras disciplinas científicas como ecología, geomorfología y geología, además de la pedología.

### **12.1.3. Observaciones de suelos**

Consiste en la descripción, identificación y evaluación de las características de los horizontes de suelos determinados en calicatas, sondeos con barreno y/o en cortes naturales del terreno. Las observaciones de suelos son:

#### *Calicatas*

Son excavaciones en el terreno, de aproximadamente 1.50 m de largo, 0.80 m de ancho y 1.50 a 2.00 m de profundidad, aproximadamente. Esta profundidad puede variar debido a la presencia de factores limitantes tales como capas endurecidas, elevada pedregosidad dentro del perfil, límites inferiores rocosos, acuífero o napa freática cerca de la superficie, principalmente.

#### *Análisis de caracterización*

Consiste en la determinación de las características físico–mecánicas y químicas del suelo mediante procedimientos de laboratorio y comprende lo siguiente: pH, calcáreo total, materia orgánica, fósforo disponible, potasio disponible, capacidad de intercambio catiónico, cationes cambiabiles, aluminio cambiabiles (suelos de la región de la selva), conductividad eléctrica y textura.

#### *Perfil modal*

Perfil representativo de un grupo de perfiles o calicatas con características físicas, morfológicas y químicas similares, que representa a una determinada unidad taxonómica de suelos. Los perfiles modales de las calicatas evaluadas en el presente documento se encuentran en la sección de Anexos

## **11.2. Unidades Taxonómicas de los Suelos**

Una categoría taxonómica de suelos está conformada por un conjunto de suelos que son definidos dentro del mismo nivel de generalización o abstracción. La taxonomía de suelos según el Sistema del Soil Taxonomy (USDA, 1999) establece categorías:

### **11.2.1. Orden**

Categoría que agrupa suelos diferenciados por la presencia o ausencia de horizontes de diagnóstico, o por características que expresen las diferencias en el grado y clase de los procesos de formación.

### **11.2.2 Suborden**

Categoría que agrupa suelos según su homogeneidad genética. Se establece mediante la subdivisión de órdenes, en base a la presencia o ausencia de características asociadas con humedad, regímenes de humedad, regímenes de temperatura, material parental y, estado de la descomposición de la vegetación para el caso de los Histosols (suelos orgánicos).

### **11.2.3. Gran Grupo**

Categoría que agrupa suelos que tienen en común las siguientes propiedades:

- Estrecha similitud en la clase, arreglo y grado de expresión de sus horizontes
- Estrecha similitud en los regímenes de humedad y temperatura
- Presencia o ausencia de capas de diagnóstico (fragipán, duripán, etc.)
- Similitud en el nivel de saturación de bases

### **11.2.4. SubGrupo**

Categoría que agrupa suelos que tienen propiedades, que, aunque aparentemente subordinadas, aún son rasgos de procesos importantes de desarrollo edáfico.

### **11.2.5 Unidad cartográfica (unidad de mapa)**

Es el área delimitada y representada por un símbolo en el mapa de suelos; está definida y nominada en función de sus componentes dominantes, las cuales pueden ser suelos, o áreas misceláneas o ambos. Asimismo, contiene inclusiones de otros suelos o áreas misceláneas, con las que tienen estrecha vinculación geográfica.

Las principales unidades cartográficas son:

### ***Consociación***

Es una unidad cartográfica que tiene un solo componente en forma dominante, el cual puede ser suelo o área miscelánea. La cantidad total de inclusiones disimilares, en cualquier delineación, generalmente no excede del 15%. El suelo en una Consociación puede ser identificado con cualquier categoría taxonómica. En una Consociación en que predominan áreas misceláneas, las inclusiones, si son de suelos, no deben ser mayores de 15% y si son de otras clases de áreas misceláneas, no deben ser mayores de 25%.

### **Complejo**

Es una unidad de mapa que contiene dos o más suelos disimilares o áreas misceláneas, que se encuentran en patrones geográficos intrincados y cuyos componentes principales no pueden ser mapeados separadamente. La cantidad total de inclusiones disimilares a cualquiera de sus componentes principales no excede del 15% en cualquier delineación.

### **Asociación**

Es una unidad de mapa que contiene dos o más suelos o áreas misceláneas, cuyos componentes principales no se pueden separar a escalas pequeñas, pero si a escalas grandes, pues los suelos ocupan porciones geográficas considerables. Se usan en estudios de reconocimiento o más generalizados. La cantidad total de inclusiones disimilares a cualquiera de los componentes no excede del 15% en cualquier delineación.

### **Grupo indiferenciado**

Consiste de dos o más suelos que no presentan una asociación geográfica definida, pero que son mapeados juntos debido a alguna característica común tal como pendiente, pedregosidad o inundación que determina su potencial para uso y manejo similar.

## **11.3. Nivel de Ejecución del Levantamiento de Suelos**

Para el presente documento se ha remitido a la aplicación de los lineamientos correspondientes al nivel semidetallado o de tercer orden. Estos estudios se realizan para el planeamiento del uso y manejo de pastos, bosques y áreas recreacionales, así como para el planeamiento comunal, evaluación del impacto ambiental semidetallados, meso zonificación ecológica económica y usos extensivos similares. De acuerdo a las especificaciones contempladas en el Reglamento de Levantamiento de Suelos (D.S. 13-2010-AG) se predeterminaron las estaciones de evaluación y muestreo de suelos en las quebradas priorizadas, excluyendo áreas dominadas por afloramientos rocosos y de



tierras en pendientes superiores al 60%, estas áreas se presentan en las siguientes tablas:

**Tabla 11-1.- Número de calicatas correspondientes a cada quebrada de estudio.**

QUEBRADA	AREA has (pendiente menor 60%)	Nº de calicatas (1 cal por 100 has)	Calicatas predeterminadas para la fase de campo
Cusipata	680	6.8	4
Pedregal	620	6.2	6
Payhua	1002	10.02	10

Elaboración: SENAMHI, 2021.

**Tabla 11-2.- Ubicación de las Calicatas de la quebrada Cusipata.**

Calicata	Quebrada	Coords UTM-wgs84	Altitud (msnm)
CC-01	CUSIPATA	E 306975 N 8674565	735
CC-02	CUSIPATA	E 307510 N 8674263	778
CC-03	CUSIPATA	E 307807 N 8673766	884
CC-04	CUSIPATA	E 307276 N 8674526	739

Elaboración: SENAMHI, 2021.

**Tabla 11-3.- Ubicación de las Calicatas de la quebrada Pedregal.**

Calicata	Quebrada	Coords UTM-wgs84	Altitud (msnm)
PC-1	PEDREGAL	E 314393 N 8682134	1187
PC-2	PEDREGAL	E 314594 N 8681647	1121
PC-3	PEDREGAL	E 314735 N 8681166	1042
PC-4	PEDREGAL	E 314646 N 8682260	1214
PC-5	PEDREGAL	E 314688 N 8680369	964
PC-6	PEDREGAL	E 314216 N 8681878	1199

Elaboración: SENAMHI, 2021.

**Tabla 11-4.- Ubicación de las Calicatas de la quebrada Payhua.**

Calicata	Quebrada	Coords UTM-wgs84	Altitud (msnm)
C-01	PAYHUA	E 349475 N 8690815	3035
C-02	PAYHUA	E 349775 N 8691173	3035
C-03	PAYHUA	E 348537 N 8692503	3084

<b>C-04</b>	PAYHUA	E 349912 N 8692981	3213
<b>C-05</b>	PAYHUA	E 348502 N 8693650	3100
<b>C-06</b>	PAYHUA	E 349278 N 8693334	3217
<b>C-07</b>	PAYHUA	E 349492 N 8692728	3214
<b>C-08</b>	PAYHUA	E 348922 N 8691497	3035
<b>C-09</b>	PAYHUA	E 349613 N 8691826	2730
<b>C-10</b>	PAYHUA	E 348369 N 8693082	3035

*Elaboración: SENAMHI, 2021.*

#### **11.4. Diseño del Trabajo de Campo para levantamiento de suelos**

En esta sección se presenta la metodología empleada para la identificación, clasificación y caracterización de las unidades cartográficas para el desarrollo de la taxonomía de suelos y capacidad de uso mayor.

Esta actividad se basa en los lineamientos sugeridos por el Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos (D.S. 013-2010-AG) y el Soil Survey Manual (USDA, 2017). A partir de este documento se ha podido adaptar al proyecto actual y se han considerado las siguientes etapas (4):

##### **11.4.1. Etapa de Revisión y Procesamiento Inicial de Información**

El material cartográfico necesario se ha obtenido de fuentes acreditadas y con participación de las agrupaciones que forman parte del proyecto con SENAMHI, se contó con el apoyo virtual de Modelamiento de Elevación Digital (DEM), Imágenes satelitales digitalizadas para el desarrollo de la cobertura y uso actual de la tierra, y se recopiló y esquematizó información previa de estudio de suelos que se trasponen en el área de interés y se realizó el reconocimiento preliminar en gabinete del área a evaluar en las quebradas priorizadas, esto permitió identificar en el terreno los límites del estudio, reconocer vías de comunicación y familiarizarnos con las formaciones geológicas y patrones edáficos más importantes. En gabinete se ha podido georreferenciar (UTM-WGS84) las características más saltantes del paisaje, se realizó la interpretación preliminar, separando unidades de mapeo en base a factores fisiográficos, geología o litología, zona de vida, cobertura y tipo de vegetación. Esta información se traduce en zonas de interés donde se prioriza la evaluación a través de la obtención de muestras de perfil de estos suelos.

### **11.4.2. Etapa de Campo**

La salida a campo para el muestreo de suelos de la quebrada Payhua se realizó entre el 16 y 19 de agosto y del 6 al 10 de agosto para las quebradas Cusipata y Pedregal. El barrido de las estaciones previamente determinadas se realiza, mediante perforaciones con herramientas manuales (pico, pala, barreta) hasta 1.00 a 1.20 m de profundidad y a distanciamientos variables según la heterogeneidad del terreno y la presencia de límites naturales (horizontes cementados, roca expuesta, aguas subterráneas). La evaluación de las características de los suelos en cada calicata practicada permite delimitar definitivamente las unidades de suelos generadas en la fase previa, ratificando y/o corrigiendo las líneas trazadas en los mapas preliminares. En estas estaciones de evaluación se determina los indicadores más importantes para la identificación y diferenciación de los suelos que incluyen el material parental, espesor, color, textura, reacción y pH, pendiente, drenaje, profundidad efectiva, erosión, pedregosidad y distribución de horizontes. Luego de las anotaciones y descripción del perfil, se extraen muestras de cada horizonte encontrado en el perfil de cada estación o calicata, y se rotulan y embalan para el envío y análisis en laboratorio.

#### ***Materiales de Campo***

Los materiales y equipos a usarse en el desarrollo de las actividades de campo son:

- GPS
- Cámara fotográfica digital
- Eclímetro
- Tabla internacional de colores Munsell
- Winchas, escuadras, transportadores
- Guía descriptiva de perfiles de suelo (anexo)
- Etiquetas para la identificación de las muestras de suelos
- Libreta de campo
- Picota y cuchillo de edafólogo
- Herramientas para la apertura de calicatas (barreta, pico, pala y lampa)
- Bolsas de Muestreo 50 x 30 cm tipo geológicas

### **11.4.3. Etapa de Laboratorio**

Comprende la preparación de las muestras y la evaluación de los parámetros determinados de acuerdo a los protocolos de laboratorio, de acuerdo con las normativas peruanas vigentes. El laboratorio seleccionado para estos análisis es el Laboratorio de

Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes de la Facultad de Agronomía de la UNALM.

### *Equipos y Métodos de Análisis*

Las muestras de suelos obtenidas en la fase de campo, son sometidas al análisis de laboratorio con la finalidad de determinar su composición granulométrica, sus características físico-químicas, químicas y microbiológicas. Los análisis realizados son:

- Análisis textural: Método densimétrico (hidrómetro de Bouyoucos)
- Conductividad Eléctrica (CE): Extracto de saturación y lectura con celda eléctrica
- Reacción ó pH en extracto de saturación: Método potenciométrico, relación suelo-agua 1:2.5. Reacción ó pH en KCl 1N: Método potenciométrico, relación suelo-KCl 1N. 1:2.5
- Aluminio cambiante (Al): Extracción con KCl 1N, pH 7.0
- Calcáreo total: Método de neutralización ácida
- Materia orgánica: Método de Walkley y Black. % MO= % C x 1.724
- Nitrógeno total: Método de Kjeldahl. Capacidad de Cambio Catiónico: Método del acetato de amonio 1N, pH 7.0
- CIC y Cationes cambiables:  
Determinados en el extracto de acetato de amonio 1 N, pH 7.0. Calcio (Ca): Fotometría de Absorción Atómica. Magnesio (Mg): Fotometría de Absorción Atómica. Potasio (K): Fotometría de Absorción Atómica. Sodio (Na): Fotometría de Absorción Atómica.
- Elementos disponibles:  
Fósforo (P): Método de Olsen  
Potasio (K): Método de Morgan y Fotometría de llama

#### **11.4.4. Etapa de Tratamiento y Análisis de Datos**

Con los resultados de los análisis de suelos y de acuerdo a los parámetros edáficos evaluados en el mapeo de las unidades cartográficas determinadas se clasifican los suelos de acuerdo las Claves para Clasificación Taxonómica según Soil Taxonomy (2014), al Reglamento de Clasificación de Tierras por Uso Mayor (D.S. N° 017-2009-AG), Posteriormente se realiza el trazado definitivo de las líneas de cada unidad cartográfica (unidades de suelo) y la digitalización definitiva en SIG (en formato vectorial y raster).

#### *Metodología*

El mapa de suelos se ha generado a partir de los layers de las disciplinas evaluadas durante la recopilación de información. En el caso de la Quebrada Cusipata, tenemos información geológica y de zona de vida a nivel regional, implementada desde fuentes

calificadas nacionales, mientras que la información geomorfológica proviene de una interpretación asistida de imágenes satelitales actualizadas y el análisis de cobertura se respalda en el Índice diferencial de vegetación normalizado (NDVI).

### *Fases por Pendiente*

La pendiente o gradiente de pendiente es la inclinación de la superficie de la tierra con respecto al plano horizontal. Comúnmente se refiere a ella como “porcentaje de pendiente” o simplemente “pendiente”. Se calcula de la relación de la distancia vertical dividida por la distancia horizontal, multiplicado por 100. Directamente controla la energía cinética, poder erosivo y capacidad de carga de sedimentos de agua de escorrentía, cualidades que aumentan con el aumento de la gradiente. Afecta de forma inversa el tiempo que el agua puede permanecer en el perfil de suelo. Muchas prácticas de conservación de suelos, tales como las terrazas, son diseñadas principalmente para reducir la gradiente de pendiente para minimizar la erosión de suelo e incrementar la infiltración. También afecta las prácticas de manejo de la tierra limitando la capacidad operativa de distintos equipos y maquinarias, tales como tractores.

Las gradientes de pendiente consideradas en el presente estudio se muestran a continuación:

**Tabla 11-5.- Gradientes de pendientes en %.**

<b>PENDIENTE Laderas Cortas (mayores a 50 m) en (%)</b>	
Plano	0 - 2
Casi a nivel	2 - 4
Ligeramente inclinado	4 - 8
Moderadamente inclinado	8 - 15
Empinado	15 - 25
Moderadamente empinado	25 - 50
Muy empinado	50 - 75
Extremadamente empinado	> 75

*Elaboración: SENAMHI, 2021.*

## **11.5. Clasificación de los Suelos de la Quebrada Cusipata**

Descripción de Unidades de Suelos Cusipata:

### **11.5.1. Consociaciones**

#### ***Litosol Arido (Lithic Xeric Haplocambids)***

Se encuentra en zona de ladera empinada de montaña, por encima de la línea de cauce de la quebrada, habiéndose desarrollado a partir de material residuo-coluvio-aluvial con fases por pendientes de entre 16 a 31%. Ocupa un área de 167.17 ha, lo que representa el 19.79% del área de estudio de la quebrada Cusipata.

Estos suelos exhiben una secuencia de capas C1-C2-R. Se presentan en tierras de depósitos de derrubio y relieve accidentado. Se encuentran desprovistos de vegetación. La textura predominante es franco arcilloso, la estructura es de grano simple, la consistencia es suelto, mostrando colores 10YR 5/4 pardo amarillento (S). La pedregosidad superficial es extremadamente pedregosa y los modificadores texturales dentro del perfil van de 40 a 60% entre rocas, piedras y bloques. La erosión va de ligera a severa y el drenaje algo rápido.

Son de reacción neutra a ligeramente alcalina (pH: 6.93 a 7.7), la conductividad eléctrica (CE) va de 3.13 a 9.37 dS/m y con presencia de carbonatos (0.48 a 1.05%). Los contenidos de materia orgánica son bajos (0.07% a 0.46%), de fósforo disponible bajos (4.9 ppm a 6.7 ppm) y potasio disponible alto (349 ppm a 992 ppm). La capacidad de intercambio catiónico (CIC efectiva) es baja (6.08 a 8.80 me/100 g). La fertilidad natural es baja. Este suelo se encuentra representado por las calicatas CC-01 y CC-03.



**Figura 11-1.- Perfil de suelo tipo litosol árido. Compuesto de rocas y material no consolidado acumulado por gravedad. Suelos muy superficiales y susceptibles a derrumbes.**

**Tabla 11-6.- Suelos de la quebrada Cusipata**

Orden	Grupo	SoilTaxonomy	Suelo	Fase por pendientes	Area (ha)	%
<b>Consociaciones</b>						
<b>ARIDISOLS</b>	Haplocambids	Lithic Xeric Haplocambids	Litosol Árido	A, B, C, D, F, G	167.17	19.79%
	Haplocambids	Xerofluventic Haplocambids	Terraza Xérica	A, B, C, D, F	17.96	2.13%
<b>Áreas Misceláneas</b>						
Misceláneo Rocoso			MR	A, B, C, D, F, G	118.78	14.06%
Misceláneo Antropico			MA	A, B, C, D, F	36.65	4.34%
Misceláneo Patap			MP	A, B, C, D, F	138.53	16.40%
<b>Asociaciones</b>						
<b>ARIDISOLS-MR</b>	Haplocambids-MR	Lithic Xeric Haplocambids-MR	Litosol Arido-MR	A, B, C, D, F, G	85.59	10.13%
	Haplocambids-MR	Xerofluventic Haplocambids-MR	Terraza Xerica-MR	A, B, C, D, F	11.91	1.41%
<b>ARIDISOLS-MA</b>	Haplocambids-MA	Xerofluventic Haplocambids-MA	Terraza Xerica-MA	A, B, C, D, F	12.00	1.42%
Miscelaneo Patap-Miscelaneo Rocoso			Miscelaneo Patap-MR	A, B, C, D, F	256.00	30.31%
<b>Area Total</b>					<b>844.60</b>	<b>100.00%</b>

Elaboración: SENAMHI, 2021.



**Tabla 11-7.- Características Generales de los suelos de la quebrada Cusipata**

Suelo	Soil Taxonomy	Fisiografía y pendiente	Material Parental	Textura	Características principales del perfil	Drenaje	Erosión	Fertilidad	Vegetación
Litosol Árido	Lithic Xeric Haplocambids	Depósitos de derrubio, pendiente (16-31%)	Residual, coluvio-aluvial	Franco arcilloso	Reacción neutra a ligeramente alcalina (pH 6.93-7.7); materia orgánica bajo (0.07-0.46%); modificadores texturales: piedras, rocas 40-50%	Algo rápido	Ligera a severa	Baja	Desprovisto de Vegetación
Terraza Xérica	Xerofluventic Haplocambids	Depósitos de derrubio, pendiente (8-14%)	Coluvial aluvial sobre residual	Franco arenoso	Reacción neutra a moderadamente alcalina (pH 7.33-8.34); materia orgánica bajo (0.07-0.78%); modificadores texturales: piedras, rocas 30-70%	Algo rápido	Moderada a Severa	Baja	Desprovisto de Vegetación, arborización de molle

Elaboración: SENAMHI, 2021.

### ***Terraza Xerica (Xerofluventic Haplocambids)***

Suelos distribuidos en el mismo lecho del cauce de la quebrada, habiéndose desarrollado a partir de material coluvio-aluvial sobre residual; con pendientes de entre 8 a 14%. Ocupa un área de 17.96 ha, lo que representa el 2.13% del área de estudio de la quebrada Cusipata.

Estos suelos exhiben una secuencia de capas C1-Cr-R. Se presentan en tierras de depósitos de derrubio y relieve accidentado y ondulado. Se encuentran desprovistos de vegetación con arborización de molle. La textura predominante es franco arenoso, la estructura es de grano simple, la consistencia es suelto, mostrando colores 10YR 5/2 pardo grisáceo (S) y 10YR 5/3 pardo (S). La pedregosidad superficial es extremadamente pedregosa y los modificadores texturales dentro del perfil van de 30 a 70% entre rocas, piedras y bloques. La erosión va de moderada a severa y el drenaje algo rápido.

Son de reacción neutra a moderadamente alcalina (pH: 7.33 a 8.34), la conductividad eléctrica (CE) va de 0.11 a 6.6dS/m y con presencia de carbonatos (0.10%). Los contenidos de materia orgánica son bajos (0.07% a 0.78%), de fósforo disponible bajos (1.4 ppm a 4.8 ppm) y potasio disponible bajo a medio (41 ppm a 226 ppm). La capacidad de intercambio catiónico (CIC efectiva) es muy baja a baja (3.52 a 5.76 me/100 g). La fertilidad natural es baja. Este suelo se encuentra representado por las calicatas CC-02 y CC-04.



***Figura 11-2.- Paisaje de Terraza Xérica de la quebrada Cusipata en las secciones de pendientes planas e inclinadas. Estas tierras presentan el mejor potencial para instalación de cultivos permanentes. Actualmente en proceso de arborización.***

### **11.5.2. Áreas Misceláneas**

#### ***Misceláneo Antrópico***

Se refiere a todas las tierras actualmente ocupadas en actividades económicas humanas – urbanismo que incluyen remoción de tierras - nivelación, levantamiento de edificaciones e instalaciones de cercos, parques y jardines. Ocupa un área de 36.65 ha, lo que representa el 4.34% del área de estudio de la quebrada Cusipata en Chaclacayo.

#### ***Misceláneo Rocoso***

Se refiere a las tierras que actualmente se encuentran ocupadas por exposiciones rocosas o afloramientos, líticos, predominantemente encontrado en las cimas de la cuenca, son materiales que forman parte del batolito de la costa y este compuesto mayormente por tonalitas, gabros y gabrodioritas en las zonas más elevadas. Ocupa un área de 118.78 ha, lo que representa el 14.06% del área de estudio de la quebrada Cusipata.

#### ***Misceláneo Patap***

Corresponde a tierras pertenecientes a la formación Patap, donde el material meteorizado se origina de rocas de ígneas granodioritas, en la zona más alta de la cuenca, donde las pendientes tienden a ser más llanas y el paisaje más colinoso, condiciones ideales para la acumulación de material particulado y la formación de suelos con potencial de generar vegetación sostenible. Estas tierras se distribuyen por toda la formación, donde no se haya identificado roca expuesta. Ocupa un área de 138.53 ha, lo que representa el 16.40% del área de estudio de la quebrada Cusipata.

### **11.5.3. Asociaciones:**

#### ***Litosol Árido-MR (Lithic Xeric Haplocambids-MR)***

Corresponde a la asociación de suelos Litosol Árido y Misceláneo Rocoso descritos anteriormente, ocupan un área de 85.59 ha que corresponden al 10.13% del área de estudio de la quebrada Cusipata.

#### ***Terraza Xérica-MR (Xerofluventic Haplocambids-MR)***

Corresponde a la asociación de suelos Terraza Xérica y Misceláneo Rocoso descritos anteriormente, ocupan un área de 11.91 ha que corresponden al 1.41% del área de estudio de la quebrada Cusipata.



**Figura 11-3.- Tierras de asociación de Terraza Xerica con Misceláneo Rocoso. Nótese el material transportado fino que se mantuvo en suspensión durante el momento del aluvión, una vez que el agua se infiltró, el material arcilloso se asentó en la parte más superficial.**

#### ***Terraza Xerica-MA (Xerofluventic Haplocambids-MA)***

Corresponde a la asociación de suelos Terraza Xerica y Misceláneo Antrópico descritos anteriormente, ocupan un área de 12.00 ha que corresponden al 1.42% del área de estudio de la quebrada Cusipata.

#### ***Misceláneo Patap-MR (Misceláneo Patap- Misceláneo Rocoso)***

Corresponde a la asociación de suelos Misceláneo Patap y Misceláneo Rocoso descritos anteriormente, ocupan un área de 256.00 ha que corresponden al 30.31% del área de estudio de la quebrada Cusipata.

### **11.6. Clasificación de los Suelos de la Quebrada Pedregal**

Descripción de Unidades de Suelos Pedregal:

#### **11.6.1. Consociaciones:**

##### ***Cauce Pedregal (Fluventic Haplocambids)***

Son suelos desarrollados a partir de material aluvial, con pendientes de 10%. Comprende un área de 7.51 ha, lo que representa el 0.73% del área de estudio.

Estos suelos exhiben una secuencia de capas C1-C2-Cr. Se presentan en cauce de quebrada, de relieve accidentado, con vegetación arbustiva. La textura predominante es franco arcillo arenosa sobre arenosa, la estructura es de grano simple, la consistencia

es friable, mostrando colores 10YR 5/4 pardo amarillento (S) sobre 10YR 5/3 pardo (S). La pedregosidad superficial es extremadamente pedregosa y los modificadores texturales dentro del perfil van de 30 a 60% entre piedras y bloques. La erosión es severa y el drenaje algo rápido.

Son de reacción ligeramente a moderadamente alcalina (pH: 7.9 a 8.18), la conductividad eléctrica (CE) va de 0.13 a 2.53 dS/m y con presencia de carbonatos (0.1 a 0.38%). Los contenidos de materia orgánica son bajos (0.07% a 0.13%), de fósforo disponible bajo a medio (3.8 ppm a 12.7 ppm) y potasio disponible bajo (44 ppm a 90 ppm). La capacidad de intercambio catiónico (CIC efectiva) es muy baja a baja (3.84 a 5.12 me/100 g). La fertilidad natural es baja. Este suelo se encuentra representado por la calicata PC-03.

#### ***Laderas Líticas Xéricas (Lithic Xeric Haplocambids)***

Son suelos desarrollados a partir de material coluvial, con pendientes de 17 a 42%. Ocupa un área de 24.2 ha, lo que representa el 2.34% del área de estudio de la quebrada Pedregal.

Estos suelos exhiben una secuencia de capas C1-C2-R y AC-C-Cr. Se presentan en tierras de laderas de montaña y depósitos de derrubio, de relieve accidentado, con vegetación de matorral arbustivo espinoso, cactáceas y zonas desprovistas de vegetación. La textura predominante es franco y franco arcillo arenosa, la estructura es de grano simple, la consistencia es suelto, mostrando colores 10YR 6/3 pardo pálido (S), 10YR 5/4 pardo amarillento (S) y 7.5YR 5/6 pardo fuerte (S). La pedregosidad superficial es extremadamente pedregosa y los modificadores texturales dentro del perfil van de 30 a 75% entre piedras, rocas y bloques. La erosión va de ligera a moderada y el drenaje algo rápido.

Son de reacción ligeramente ácida a ligeramente alcalina (pH: 6.27 a 7.45), la conductividad eléctrica (CE) va de 0.53 a 11.18dS/m y sin presencia de carbonatos. Los contenidos de materia orgánica son bajos (0.07% a 0.26%), de fósforo disponible bajo a alto (2.5 ppm a 14.6 ppm) y potasio disponible bajo a alto (95 ppm a 411 ppm). La capacidad de intercambio catiónico (CIC efectiva) es baja (6.62 a 9.30 me/100 g). La fertilidad natural es baja. Este suelo se encuentra representado por las calicatas PC-02, PC-04 y PC-06.



**Figura 11-4.- Laderas de zona árida de la quebrada Pedregal. Nótese el material rocoso angulado, el cual es un indicio de material ígneo coluvial.**

**Tabla 11-8.- Suelos de la quebrada Pedregal**

Orden	Grupo	SoilTaxonomy	Suelo	Fase por pendientes	Área (ha)	%
<b>Consociaciones</b>						
<b>ARIDISOLS</b>	Haplocambids	Fluventic Haplocambids	Cauce Pedregal	A, B, C, D, E, F	7.50	0.73%
	Haplocambids	Lithic Xerix Haplocambids	Ladera Lítica Xérica	A, B, C, D, E, F, G	24.20	2.34%
	Haplocambids	Xerofluventic Haplocambids	Terraza Árida Xérica	B, C, D, E, F, G	3.79	0.37%
<b>ENTISOLS</b>	Torriorthents	Lithic Xerix Torriorthents	Pedregal	A, B, C, D, E, F, G	71.00	6.87%
<b>Áreas Misceláneas</b>						
<b>MR</b>	Misceláneo Rocoso		MR	A, B, C, D, E, F, G	246.43	23.85%
<b>Asociaciones</b>						
<b>ARIDISOLS - MR</b>	Haplocambids - MR	Lithic Xerix Haplocambids - MR	Ladera Lítica Xérica - MR	A, B, C, D, E, F, G	403.58	39.07%
	Haplocambids - MR	Fluventic Haplocambids - MR	Cauce Pedregal - MR	B, C, D, E, F, G	23.78	2.30%
<b>ARIDISOLS - MA</b>	Haplocambids - MA	Fluventic Haplocambids - MA	Cauce Pedregal - MA	A, B, C, D, E, F, G	52.20	5.05%
<b>ENTISOLS - MR</b>	Torriorthents - MR	Lithic Torriorthents - MR	Pedregal Matorral - MR	B, C, D, E, F, G	200.56	19.41%
<b>Área Total</b>					<b>1033.03</b>	<b>100.00%</b>

Elaboración: SENAMHI, 2021.



**Tabla 11-9.- Características Generales de los suelos de la quebrada Pedregal**

Suelo	Soil Taxonomy	Fisiografía y pendiente	Material Parental	Textura	Características principales del perfil	Drenaje	Erosión	Fertilidad	Vegetación
Cauce Pedregal	Fluventic Haplocambids	Cauce de quebrada, pendiente 10%	Aluvial	Franco arcillo arenosa	Reacción ligeramente a moderadamente alcalina (pH 7.9-8.18); materia orgánica bajo (0.07-0.13%); modificadores texturales: piedras, bloques 30-60%	Algo rápido	Severa	Baja	Arbustivas
Laderas Líticas Xéricas	Lithic Xeric Haplocambids	Laderas de Montaña y depósitos de derrubio, pendiente 17-42%	Coluvial	Franco , franco arcillo arenoso	Reacción ligeramente acida a ligeramente alcalina (pH 6.27-7.45); materia orgánica bajo (0.07-0.26%); modificadores texturales: piedras, rocas 30-75%	Algo rápido	Ligera a moderada	Baja	Matorral arbustivo, matorral espinoso, cactáceas
Terraza Árida Xérica	Xerofluventic Haplocambids	Ladera de montaña y depósitos de derrubio, pendiente 14%	Coluvial	Franco arenoso	Reacción ligeramente acida a neutra (pH 6.56-7.1); materia orgánica bajo (0.13-0.33%); modificadores texturales: piedras, bloques 25-50%	Algo rápido	Ligera a moderada	Baja	Matorral arbustivo espinoso, cactáceas
Pedregal	Lithic Xeric Torriorthents	Depósitos de derrubio, pendiente 14%	Coluvio aluvial	Franco , franco arcillo arenoso	Reacción neutra a ligeramente alcalina (pH 7.29-7.57); materia orgánica bajo (0.07-0.46%); modificadores texturales: gravas, gravillas, piedras, bloques 30-50%	Algo rápido	Ligera	Baja	Desprovisto de vegetación, algunos restos de gramíneas, árboles

Elaboración: SENAMHI, 2021.



### ***Terraza Árida Xérica (Xerofluventic Haplocambids)***

Son suelos desarrollados a partir de material coluvial, con pendientes de 14%. Ocupa un área de 3.79 ha, lo que representa el 0.37% del área de estudio de la quebrada Pedregal.

Estos suelos exhiben una secuencia de capas C1-C2-Cr. Se presentan en tierras de laderas de montaña y depósitos de derrubio, de relieve accidentado, con vegetación de matorral arbustivo espinoso, cactáceas. La textura predominante es franco arenoso, la estructura es de grano simple, la consistencia es suelto, mostrando colores 10YR 5/4 pardo amarillento (S) sobre 10YR 5/3 pardo (S). La pedregosidad superficial es extremadamente pedregosa y los modificadores texturales dentro del perfil van de 25 a 50% entre piedras y bloques. La erosión va de ligera a moderada y el drenaje algo rápido.

Son de reacción ligeramente acida a neutra (pH: 6.56 a 7.1), la conductividad eléctrica (CE) va de 5.01 a 10.45 dS/m y sin presencia de carbonatos. Los contenidos de materia orgánica son bajos (0.13% a 0.33%), de fósforo disponible bajo a medio (6.8 ppm a 8 ppm) y potasio disponible bajo a alto (66 ppm a 345 ppm). La capacidad de intercambio catiónico (CIC efectiva) es baja (6.4 a 7.04 me/100 g). La fertilidad natural es baja. Este suelo se encuentra representado por la calicata PC-01.



***Figura 11-5.- Tierras de Terraza Árida y laderas inclinadas (Terraza Árida Xérica).***

### ***Pedregal (Lithic Xeric Torriorthents)***

Son suelos desarrollados a partir de material coluvio-aluvial, con pendientes de 14%. Ocupa un área de 71.0 ha, lo que representa el 6.87% del área de estudio de la quebrada Pedregal.

Estos suelos exhiben una secuencia de capas AC-C1-C2. Se presentan en depósitos de derrubio, de relieve accidentado, desprovisto de vegetación, con algunos restos de gramíneas, arboles. La textura predominante es franco sobre franco arcillo arenosa, la estructura es de grano simple, la consistencia es friable, mostrando colores 10YR 5/3 pardo (S). La pedregosidad superficial es extremadamente pedregosa y los modificadores texturales dentro del perfil van de 30% a 50% de gravas, gravillas, piedras y bloques. La erosión es ligera y el drenaje algo rápido.

Son de reacción neutra a ligeramente alcalina (pH: 7.29 a 7.57), la conductividad eléctrica (CE) va de 0.29 a 1.23dS/m y con presencia de carbonatos (0a 0.29%). Los contenidos de materia orgánica son bajos (0.07% a 0.46%), de fósforo disponible bajo a medio (5.2 ppm a 11.1 ppm) y potasio disponible bajo a medio (88 ppm a 101 ppm). La capacidad de intercambio catiónico (CIC efectiva) es baja (4.32 a 4.80 me/100 g). La fertilidad natural es baja. Este suelo se encuentra representado por la calicata PC-05.

### **11.6.2. Áreas Misceláneas:**

#### ***Misceláneo Rocoso***

Se refiere a las tierras de exposición lítica de la formación Batolito de la Costa, constituido principalmente en las unidades geomorfológicas de cimas, escarpes y laderas altas, también se presenta en los patrones de drenaje, las cuchillas de disección y los lechos de río de las secciones más empinadas. Ocupa un área de 246.43 ha, lo que representa el 23.85% del área de estudio de la quebrada Cusipata.

#### ***Misceláneo Antrópico***

Se refiere a las tierras del cono aluvial actualmente utilizadas con edificaciones urbanas.

### **11.6.3. Asociaciones:**

#### ***Ladera Lítica Xerica - MR (Lithic Xeric Haplocambids - MR)***

Corresponde a la asociación de suelos Lithic Xerix Haplocambids y Misceláneo Rocoso descritos anteriormente, ocupan un área de 403.58 ha que corresponden al 39.07% del área de estudio de la quebrada Pedregal.

### ***Cauce Pedregal - MR (Fluventic Haplocambids - MR)***

Corresponde a la asociación de suelos Fluventic Haplocambids y Misceláneo Rocoso descritos anteriormente, ocupan un área de 23.78 ha que corresponden al 2.30% del área de estudio de la quebrada Pedregal.



***Figura 11-6.- Perfil de suelo del cauce seco de la quebrada Pedregal (Cauce Pedregal - MR).***

### ***Cauce Pedregal - MA (Fluventic Haplocambids - MA)***

Corresponde a la asociación de suelos Fluventic Haplocambids y Misceláneo Antrópico descritos anteriormente, ocupan un área de 52.20 ha que corresponden al 5.05% del área de estudio de la quebrada Pedregal.

### ***Pedregal Matorral -PM (Lithic Torriorthents)***

Perfil referencial de un suelo de clima árido, de escaso desarrollo edáfico, superficial, que se encuentra por encima de los 1800 msnm, suelo constituido de regolito (material originado in situ), de material particulado grueso, en combinación con la roca madre. Se encuentra asociado al Misceláneo Antrópico y Ocupa un área de 200.56 ha, lo que representa el 19.41% del área de estudio de la quebrada Pedregal.

## **11.7. Clasificación de los Suelos de la Quebrada Payhua**

Descripción de Unidades de Suelos Pedregal:

### **11.7.1. Consociaciones:**

#### ***Fluvial (Fluventic Haplustepts)***

Se refiere a las tierras del cono aluvial que se encuentran en el ámbito de influencia del río principal, el río Rímac. Ocupan un área de 3.05 ha, lo que representa el 0.19% del área de estudio de la quebrada Payhua.

### ***Trashuallanca (Lithic Haplustepts)***

Son suelos desarrollados a partir de material coluvial, residual y transportado, presentan pendientes de 36 a 43%. Ocupan un área de 93.84 ha, lo que representa el 5.89% del área de estudio de la quebrada Payhua.

Se presentan en ladera de montaña alta, de relieve plano ondulado a accidentado, con vegetación de pastizal, avena silvestre, matorral arbustivo, gramíneas, terrazas antiguas y huertos comunales. Estos suelos exhiben una secuencia de capas A-B-C-R. La textura predominante es franco limoso sobre franco arcillosa, la estructura es granular esférica, fina, débil sobre bloque subangular, medio, moderado sobre grano simple y masivo, la consistencia es friable, firme sobre ligeramente adhesivo, mostrando colores 5YR 3/2 pardo rojizo oscuro (H), 7.5YR 4/3 pardo (S) sobre 5YR 3/3 pardo rojizo oscuro (S). La pedregosidad superficial es ligeramente pedregosa a pedregosa, los modificadores texturales dentro del perfil van de 15% a 60% de piedras y bloques. La erosión es ligera y el drenaje algo rápido.

Son de reacción fuertemente acida a moderadamente alcalina (pH: 5.58 a 7.98), la conductividad eléctrica (CE) va de 0.36 a 0.44 dS/m y con presencia de carbonatos (0.95 a 5.62%). Los contenidos de materia orgánica son bajos (0.07% a 1.43%), de fósforo disponible bajo a alto (2.6 ppm a 15.4 ppm) y potasio disponible bajo a medio (51 ppm a 127 ppm). La capacidad de intercambio catiónico (CIC efectiva) es baja a media (10.55 a 19.20 me/100 g). La fertilidad natural es baja. Payhua Calicata 4 en zona de ladera de montaña, terraformizado en terraza antigua y abandonada. Presenta pH 5.58 en horizonte superficial. A mayor profundidad tiende a neutro. Posibles causas: liberación de exudados de vegetación (gramíneas), precipitación y lixiviación (movimiento vertical iluviación). Este suelo se encuentra representado por las calicatas PY-01 y PY04.

Tabla 11-10.- Suelos de la quebrada Payhua

Consociaciones	Grupo	Soil Taxonomy	Suelo	Fase por pendientes	Area (ha)	%
<b>Consociaciones</b>						
<b>INCEPTISOLS</b>	Haplustepts	Fluventic Haplustepts	Fluvial	A, B, C, D, E	3.05	0.19%
	Haplustepts	Lithic Haplustepts	Trashuallanca	A, B, C, D, E, F, G, H	93.84	5.89%
	Durustepts	Typic Durustepts	Chacchuma	A, B, C, D, E, F, G, H	16.58	1.04%
	Haplustepts	Typic Haplustepts	Payhua	A, B, C, D, E, F, G, H	126.5	7.94%
<b>ENTISOLS</b>	Ustorthents	Lithic Ustorthents	Matorral Lítico	A, B, C, D, E, F, G, H	527.68	33.12%
<b>Áreas Miscelaneas</b>						
Misceláneo Rocoso		Misceláneo Rocoso	MR	A, B, C, D, E, F, G, H	243.07	15.26%
Misceláneo Antrópico		Misceláneo Antrópico	MA	A, B, C, D, E, F, G, H	3.87	0.24%
<b>Asociaciones</b>						
<b>INCEPTISOLS - ENTISOLS</b>	Calciustepts - Ustorthents	Lithic Calciustepts - Lithic Ustorthents	Pacarán - Matorral Lítico	A, B, C, D, E, F, G, H	31.26	1.96%
	Haplustepts - Ustorthents	Typic Haplustepts - Lithic Ustorthents	Payhua - Matorral Lítico	A, B, C, D, E, F, G, H	18.57	1.17%
<b>ENTISOLS - INCEPTISOLS</b>	Ustorthents - Haplustepts	Lithic Ustorthents - Fluventic Haplustepts	Matorral Lítico - Fluvial	A, B, C, D, E, F, G, H	16.37	1.03%
	Ustorthents - Haplustepts	Udic Ustorthents - Fluventic Haplustepts	Ocshapampa - Fluvial	A, B, C, D, E, F, G, H	6.97	0.44%
<b>ENTISOLS - MR</b>	Ustorthents - MR	Lithic Ustorthents - MR	Matorral Lítico - MR	A, B, C, D, E, F, G, H	59.45	3.73%
	Ustorthents - MR	Udic Ustorthents - MR	Ocshapampa - MR	A, B, C, D, E, F, G, H	284.02	17.83%
<b>MCV - ENTISOLS</b>	MCv - Ustorthents	MCv - Udic Ustorthents	MCv - Ocshapampa	C, D, E, F, G, H	34.19	2.15%
	MCv - Ustorthents	MCv - Lithic Ustorthents	MCv - Matorral Lítico	B, C, D, E, F, G, H	88.28	5.54%
<b>INCEPTISOLS - MR</b>	Calciustepts - MR	Lithic Calciustepts - MR	Pacarán - MR	A, B, C, D, E, F, G, H	36.49	2.29%
	Haplustepts - MR	Fluventic Haplustepts - MR	Fluvial - MR	F, G, H	3.16	0.20%

		<b>Área Total</b>	<b>1593.37</b>	<b>100.00 %</b>
--	--	-------------------	----------------	---------------------

Elaboración: SENAMHI, 2021.

**Tabla 11-11.- Características Generales de los suelos de la quebrada Payhua**

Suelo	Soil Taxonomy	Fisiografía y pendiente	Material Parental	Textura	Características principales del perfil	Drenaje	Erosión	Fertilidad	Vegetación
Trashuallanca	Lithic Haplustepts	Laderas de Montaña alta, pendiente 36-43%	Coluvial, residual y transportado	Franco limoso, franco arcilloso	Reacción fuertemente acida a moderadamente alcalina (pH 5.58-7.98); materia orgánica bajo (0.07-1.43%); modificadores texturales: piedras, bloques 15-60%	Algo rápido	Ligera	Baja	Vegetación de pastizal, matorral arbustivo
Chacchuma	Typic Durustepts	Ladera, pendiente 12%	Coluvial y residual	Franco limoso	Reacción ligeramente alcalina (pH 7.41-7.5); materia orgánica bajo a alto (1.3-4.2%); modificadores texturales: piedras 20-40%	Bueno	Muy ligera	Alta	Matorral arbustivo y arbóreo.
Payhua	Typic Haplustepts	Terraza en ladera de montaña alta, pendiente 4-29%	Residual, coluvial, transportado	Franco limoso	Reacción ligeramente acida a ligeramente alcalina (pH 6.19-7.97); materia orgánica bajo a medio (0.39-2.93%); modificadores texturales: gravillas, piedras 10-30%	Bueno	Ligera a muy ligera	Baja	Gramíneas, arbustivas, cactáceas
Matorral Lítico	Lithic Ustorthents	Terrazas antropicas, pendiente 16%	Coluvial y transportado	Franco limoso	Reacción ligera a moderadamente alcalina (pH 7.78-8.02); materia orgánica bajo a medio (0.78-3.19%); modificadores texturales: piedras, rocas, bloques 20-80%	Moderado	Ligera	Baja	Plantas voluntarias endémicas
Ocshapampa	Udic Ustorthents	Ladera de montaña alta, pendiente 38%	Coluvial y residual	Arenoso	Reacción neutra a ligeramente alcalina (pH 6.72-7.78); materia orgánica bajo (0.13-0.39%); modificadores texturales: piedras, bloques 15-60%	Algo rápido	Ligera	Baja	Matorral arbustivo y cactáceas. Árboles de eucalipto.

Pacarán	Lithic Calciustepts	Ladera de montaña alta, pendiente 28%	Residual	Franco limoso	Reacción ligera a moderadamente alcalina (pH 7.78-8.14); materia orgánica bajo a medio (0.13-2.47%); modificadores texturales: gravas, gravillas, piedras, 20- 60%	Moderad o	Ligera	Baja	Matorral arbustivo espinoso
Patipunco	Anthroportic Ustorthents	Ladera de montaña alta, pendiente 24%	Residual y transportad o	Franco limoso	Reacción neutra a moderadamente alcalina (pH 7.2-7.9); materia orgánica alto (0.07- 1.43%); modificadores texturales: gravas, rocas, bloques 20-50%	Algo rápido	Muy ligera	Alta	Potrero, matorral de arbustivas y cactáceas

Elaboración: SENAMHI, 2021.

### ***Chacchuma (Typic Durustepts)***

Son suelos desarrollados a partir de material coluvial y residual, con pendientes de 12%. Ocupan un área de 16.58 ha, lo que representa el 1.04% del área de estudio de la quebrada Payhua.

Estos suelos exhiben una secuencia de capas A-AB-C-Cm. Se presentan en laderas, de relieve accidentado, con vegetación de matorral arbustivo y arbóreo, antiguo campo de cultivo. La textura predominante es franco limoso sobre franco, la estructura es granular esférica con bloque subangular, la consistencia es firme y friable, mostrando colores 5YR 4/2 gris rojizo oscuro (S) sobre 5YR 3/2 pardo rojizo oscuro (H). La pedregosidad superficial es moderadamente pedregosa y los modificadores texturales dentro del perfil van de 20% a 40% de piedras. La erosión es muy ligera y el drenaje bueno.

Son de reacción ligeramente alcalina (pH: 7.41 a 7.5), la conductividad eléctrica (CE) va de 0.13 a 0.26 dS/m y con presencia de carbonatos (0.1 a 0.38%). Los contenidos de materia orgánica son bajo a alto (1.3% a 4.23%), de fósforo disponible alto (15.9 ppm a 21.9 ppm) y potasio disponible medio a alto (129 ppm a 332 ppm). La capacidad de intercambio catiónico (CIC efectiva) es media (17.6 a 22.08 me/100 g). La fertilidad natural es alta. Este suelo se encuentra representado por la calicata PY-03.

### ***Payhua (Typic Haplustepts)***

Son suelos desarrollados a partir de material residual y coluvial, con pendientes de 4 a 19%. Ocupan un área de 126.50 ha, lo que representa el 7.94% del área de estudio de la quebrada Payhua.

Estos suelos exhiben una secuencia de capas AB-Bw-BC. Se presentan en ladera y terraza de montaña alta, de relieve plano y ondulado, terreno limpio alrededores matorral denso espinoso, cactáceas. La textura predominante es franco limoso sobre franco arcillosa, la estructura es migajoso con bloque subangular sobre bloque subangular y prismático, la consistencia es firme y friable, mostrando colores 7.5YR 4/2 pardo (S) y 5YR 3/2 pardo rojizo oscuro (H). La pedregosidad superficial es ligeramente pedregosa a muy pedregosa y los modificadores texturales dentro del perfil van de 10% a 30% de gravillas y piedras. La erosión es muy ligera a ligera y el drenaje bueno.

Son de reacción ligeramente ácida a ligeramente alcalina (pH: 6.19 a 7.97), la conductividad eléctrica (CE) va de 0.08 a 0.67dS/m y con presencia de carbonatos 1.13 a 4.29%. Los contenidos de materia orgánica son bajos (0.39% a 2.93%), de fósforo disponible bajo a medio (3.8 ppm a 12.8 ppm) y potasio disponible medio a alto (68 ppm



a 1323 ppm). La capacidad de intercambio catiónico (CIC efectiva) es media (19.16 a 22 me/100 g). La fertilidad natural es baja. Este suelo se encuentra representado por las calicatas PY-06, PY-07 y PY-09.



**Figura 11-7.- Perfil de suelo (Typic Haplustepts) que corresponde a tierras de terrazas prehispánicas habilitadas. Presentan horizonte B siendo las mejores tierras para agricultura en la cuenca.**

### **Matorral Lítico (Lithic Ustorthents)**

Son suelos desarrollados a partir de material coluvial y transportado, con pendientes de 16%. Ocupan un área de 527.68 ha, lo que representa el 33.12% del área de estudio de la quebrada Payhua.

Estos suelos exhiben una secuencia de capas A-Cr1-Cr2. Se presentan en terrazas antrópicas abandonadas y cultivadas, de relieve accidentado, la vegetación es de plantas voluntarias endémicas. La textura predominante es franco limoso, la estructura es de granular esférica sobre grano simple, la consistencia es friable, mostrando colores 7.5YR 4/2 pardo (S) sobre 5YR 4/2 gris rojizo oscuro (S). La pedregosidad superficial es extremadamente pedregosa y los modificadores texturales dentro del perfil van de 20% a 80% de piedras, rocas y bloques. La erosión es ligera y el drenaje moderado.

Son de reacción ligera a moderadamente alcalina (pH: 7.78 a 8.02), la conductividad eléctrica (CE) va de 0.34 a 0.78dS/m y con presencia de carbonatos (1.05 a 2.67%). Los contenidos de materia orgánica son bajos a medio (0.78% a 3.19%), de fósforo

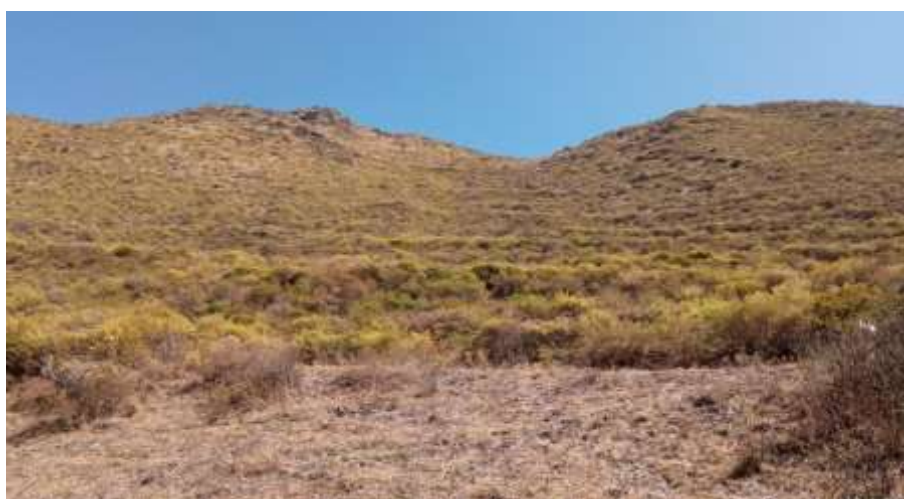
disponible bajo (4.1 ppm a 6.3 ppm) y potasio disponible alto (261 ppm a 532 ppm). La capacidad de intercambio catiónico (CIC efectiva) es media (15.04 a 17.28 me/100 g). La fertilidad natural es baja. Este suelo se encuentra representado por la calicata PY-02.

### ***Ocshapampa (Udic Ustorthents)***

Estos suelos se encuentran en el límite superior del piso altitudinal, correspondiente a la faja de 2200 a 3100, donde empiezan a presentarse mayores precipitaciones por lo cual, se encuentran sometidos a un régimen de humedad údico, Son suelos desarrollados a partir de material coluvial y residual, con pendientes empinadas

Estos suelos exhiben una secuencia de capas AC-BC-BC2-R. Se presentan en ladera de montaña alta, de relieve accidentado, con vegetación de matorral arbustivo y cactáceas, árboles de eucalipto, rengo, chachacomo. La textura predominante es arenosa, la estructura es grano simple, la consistencia es friable, mostrando colores 5YR 4/2 gris rojizo oscuro (S) sobre 5YR 3/3 pardo rojizo oscuro (S). La pedregosidad superficial es extremadamente pedregosa y los modificadores texturales dentro del perfil van de 20% a 60% de gravas y gravillas. La erosión es ligera y el drenaje algo rápido.

Son de reacción neutra a ligeramente alcalina (pH: 6.72 a 7.78), la conductividad eléctrica (CE) va de 0.04 a 0.06dS/m y con presencia de carbonatos (0.1 a 2.39%). Los contenidos de materia orgánica son bajos (0.13% a 0.39%), de fósforo disponible medio (7.6 ppm a 12.3 ppm) y potasio disponible medio a alto (181 ppm a 557 ppm). La capacidad de intercambio catiónico (CIC efectiva) es media (12.16 a 14.4 me/100 g). La fertilidad natural es baja. Este suelo se encuentra representado por la calicata PY-05.



***Figura 11-8.- Tierras de Udic Ustorthents en las zonas altas de la quebrada, presentando unas condiciones de mayor humedad favorecen el desarrollo de vegetación de matorral y páramos. Nótese cómo la vegetación crece de forma lineal y paralela, esto debido a la presencia de terrazas prehispánicas actualmente en desuso.***

### ***Pacarán (Lithic Calciustepts)***

Son suelos desarrollados a partir de material residual, con pendientes de 28%. Presenta elevada concentración de CaCO<sub>3</sub>, 12.88% y en general, las calicatas han tendido a presentar concentración de CaCO<sub>3</sub> y presentan una tendencia de aumento de pH a medida que se analizan los horizontes más profundos.

Estos suelos exhiben una secuencia de capas A-Ck. Se presentan en ladera de montaña alta, de relieve ondulado y accidentado (antiguas terrazas), la vegetación es de matorral arbustivo espinoso. La textura es franco limoso sobre franco arenosa, la estructura es de granular esférica y grano simple, la consistencia es firme y friable, mostrando colores 5YR 4/2 gris rojizo oscuro (S) sobre 5YR 6/2 gris rosáceo (S). La pedregosidad superficial es extremadamente pedregosa y los modificadores texturales dentro del perfil van de 20% a 60% de gravas, gravillas, piedras. La erosión es ligera y el drenaje moderado.

Son de reacción ligera a moderadamente alcalina (pH: 7.78 a 8.14), la conductividad eléctrica (CE) va de 0.2 a 0.31 dS/m y con presencia de carbonatos (3.82 a 12.88%). Los contenidos de materia orgánica son bajos a medios (0.13% a 2.47%), de fósforo disponible bajo (3.8 ppm a 6.3 ppm) y potasio disponible bajo a alto (68 ppm a 153 ppm). La capacidad de intercambio catiónico (CIC efectiva) es media (12.80 a 19.52 me/100 g). La fertilidad natural es baja. Este suelo se encuentra representado por la calicata PY-08.

### ***Patipunco (Anthroportic Ustorthents)***

Son suelos desarrollados a partir de material residual y transportado, con pendientes de 24. Se refiere a las terrazas en desuso, son edificaciones prehispánicas diseñadas para la agricultura local y terraformando efectivamente el terreno. Actualmente, muchas de estas construcciones se encuentran por debajo de la línea de canal de riego, (Humash), por lo que no son utilizadas y estas terrazas terminan enmontadas.

Estos suelos exhiben una secuencia de capas A-BC-R. Se presentan en terraza antigua en ladera de montaña alta, de relieve ondulado, con vegetación potrero, arbustivas y cactáceas. La textura predominante es franco limoso, la estructura es migajoso con bloque subangular sobre bloque subangular, la consistencia es friable, mostrando colores 5YR 3/3 pardo rojizo oscuro sobre 5YR 4/2 gris rojizo oscuro (S). La pedregosidad superficial es extremadamente pedregosa y los modificadores texturales dentro del perfil van de 20 a 50% de gravas, rocas y bloques. La erosión es muy ligera y el drenaje bueno a algo rápido.

Son de reacción neutra a moderadamente alcalina (pH: 7.2 a 7.9), la conductividad eléctrica (CE) va de 0.57 a 1.13dS/m y con presencia de carbonatos (2.0 a 2.1%). Los contenidos de materia orgánica son altos (4.36% a 22.51%), de fósforo disponible alto (245 ppm a 565.6 ppm) y potasio disponible alto (1608 ppm a 2760 ppm). La capacidad de intercambio catiónico (CIC efectiva) es media (20.8 a 22.72 me/100 g). La fertilidad natural es alta. Este suelo se encuentra representado por la calicata PY-10.

### **11.7.2. Areas Miscelaneas:**

#### ***Misceláneo Antropico***

Ocupan un área de 3.87% ha, que corresponden al 0.24% del área de estudio de la quebrada Payhua.

#### ***Misceláneo Rocoso***

Ocupan un área de 243.07% ha, que corresponden al 15.26% del área de estudio de la quebrada Payhua.

#### ***Misceláneo Cárcavas o Cuchillas de disección (MCv)***

Se refiere a las tierras situadas en patrones de drenaje, profundamente excavados por la acción aluvial. Son tierras de protección.

### **11.7.3. Asociaciones:**

#### ***Pacarán - Matorral Lítico (Lithic Calcustepts - Lithic Ustorthents)***

Corresponde a la asociación de suelos Lithic Calcustepts y Lithic Ustorthents descritos anteriormente, ocupan un área de 31.26% ha, que corresponden al 1.96% del área de estudio de la quebrada Payhua.

#### ***Payhua - Matorral Lítico (Typic Haplustepts - Lithic Ustorthents)***

Corresponde a la asociación de suelos Typic Haplustepts y Lithic Ustorthents descritos anteriormente, ocupan un área de 18.57 ha que corresponden al 1.17% del área de estudio de la quebrada Payhua.

#### ***Matorral Lítico - Fluvial (Lithic Ustorthents - Fluventic Haplustepts)***

Corresponde a la asociación de suelos Lithic Ustorthents y Fluventic Haplustepts descritos anteriormente, ocupan un área de 16.37 ha que corresponden al 1.03% del área de estudio de la quebrada Payhua.

#### ***Ocshapampa - Fluvial (Udic Ustorthents - Fluventic Haplustepts)***

Corresponde a la asociación de suelos Udic Ustorthents y Fluventic Haplustepts descritos anteriormente, ocupan un área de 6.97 ha que corresponden al 0.44% del área de estudio de la quebrada Payhua.

***Matorral Lítico - MR (Lithic Ustorthents – Misceláneo Rocoso)***

Corresponde a la asociación de suelos Lithic Ustorthents y Misceláneo Rocoso descritos anteriormente, ocupan un área de 59.45 ha que corresponden al 3.73% del área de estudio de la quebrada Payhua.

***Ocshapampa - MR (Udic Ustorthents – Misceláneo Rocoso)***

Corresponde a la asociación de suelos Udic Ustorthents y Misceláneo Rocoso descritos anteriormente, ocupan un área de 284.02 ha que corresponden al 17.83% del área de estudio de la quebrada Payhua.

***Misceláneo Cárcavas - Ocshapampa (MCv - Udic Ustorthents)***

Corresponde a la asociación de suelos Misceláneo Cárcavas y Udic Ustorthents descritos anteriormente, ocupan un área de 34.19 ha que corresponden al 2.15% del área de estudio de la quebrada Payhua.

***Misceláneo Cárcavas - Matorral Lítico (MCv - Lithic Ustorthents)***

Corresponde a la asociación de suelos Misceláneo Cárcavas y Lithic Ustorthents descritos anteriormente, ocupan un área de 88.28 ha que corresponden al 5.54% del área de estudio de la quebrada Payhua.

***Pacarán - Misceláneo Rocoso (Lithic Calciustepts – MR)***

Corresponde a la asociación de suelos Lithic Calciustepts y Misceláneo Rocoso descritos anteriormente, ocupan un área de 36.49 ha que corresponden al 2.29% del área de estudio de la quebrada Payhua.

***Fluvial - Misceláneo Rocoso (Fluventic Haplustepts - MR)***

Corresponde a la asociación de suelos Fluventic Haplustepts y Misceláneo Rocoso descritos anteriormente, ocupan un área de 3.16 ha que corresponden al 0.20% del área de estudio de la quebrada Payhua.

**11.8. Descripción de Suelos identificados a mayor altitud**

De acuerdo al mapa de suelos de la FAO, se considera que las tierras encontradas en la zona más elevada de la quebrada Payhua, la divisoria de aguas está compuesto de tierras de tipo Lithosolicas, Humic Cambisols, Vitric Andisols, Esto, significa que estas tierras presentan amplias zonas de roca expuesta, asociada con “parches” de suelos

confinados, por lo general con buena cobertura de césped de altura, lo cual permite el desarrollo vertical del suelo, en ocasiones con aporte de material de origen volcánico.

De acuerdo a experiencia de levantamiento de suelos en las quebradas de evaluación se tiene conocimiento de suelos de las zonas altas que se encuentran sometidos a climas de regímenes de temperatura de tipo Cryico (para suelos a más de 4100 msnm) y suelos originados a partir de materiales andosolicos (volcánicos). Estos suelos se encuentran descritos en los perfiles modales identificados en evaluaciones previas, los cuales se presentan en el Anexo 4 Estudios Previos ONERN.

## **12. CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LAS TIERRAS**

### **EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE LAS TIERRAS MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LAS TIERRAS DE LAS QUEBRADAS DE CUSIPATA, PEDREGAL Y PAYHUA**

#### **12.1. Introducción y Definiciones**

La Clasificación de Tierras de acuerdo con su Capacidad de Uso Mayor -CTCUM- es una herramienta técnica que busca promover el uso racional del recurso suelo, con el fin de conseguir el máximo beneficio social, evitando su degradación como medio natural de producción y fuente alimentaria. Esta herramienta además sirve para proporcionar información para la zonificación económica y ecológica (ZEE), la zonificación forestal (ZF), los procedimientos agrarios, procedimientos de formalización y saneamiento físico legal de la propiedad rural, la identificación de zonas vulnerables a procesos de degradación por erosión hídrica asociada a eventos hidrometeorológico, entre otros.

**La determinación de la aptitud de las Tierras se determina mediante el uso del Sistema de Clasificación de Tierras de acuerdo a su Capacidad de Uso Mayor (CTCUM), mediante la interpretación cuantitativa de las características edáficas, ecológicas (zonas de vida), de relieve y de la cobertura vegetal, las que intervienen de forma integrada y sistémica.**

Para la clasificación de tierras de acuerdo a su Capacidad de Uso Mayor (CTCUM) se considera una metodología interdisciplinaria, que considera el levantamiento y evaluación de los factores edáficos, climáticos y de cobertura vegetal de una determinada área, mediante el método de muestreo.

**Factores a considerar:**

- **Factores climáticos:** Precipitación, temperatura, evapotranspiración, todos influenciados por la altitud y latitud. Todos ellos son considerados en las zonas de vida (Holdridge)
- **Factores edáficos:** pendiente, relieve, profundidad efectiva, textura, fragmentos gruesos, pedregosidad superficial, drenaje interno, pH, erosión, salinidad, peligro de anegamiento y fertilidad natural superficial.

## **12.2. Categorías del sistema de Clasificación De Tierras De Acuerdo a su Capacidad De Uso Mayor:**

La CTUM está conformada por tres (03) categorías de uso: Grupo CUM, clase CUM y sub clase de CUM:

### **12.2.1. Grupo de Capacidad de Uso Mayor:**

Esta categoría representa la más alta abstracción de la CTCUM, que agrupa a las tierras de acuerdo a su máxima vocación de uso; es decir, a tierras que representan características y cualidades similares en cuanto a su aptitud natural para la producción sostenible de cultivos en limpio, cultivos permanentes, pastos, forestal; las que no reúnen estas condiciones son consideradas tierras de protección. El grupo de capacidad de uso mayor es determinado mediante el uso de las claves de las zonas de vida.

**Los cinco (05) grupos de CUM, establecidos son:**

#### ***Tierras Aptas para Cultivo e Limpio (Símbolo A)***

Reúne tierras que presentan características climáticas, de relieve y edáficas para la producción de cultivos en limpio, que demandan remociones o araduras periódicas y continuadas de suelo. Estas tierras de acuerdo a sus características ecológicas también pueden destinarse a otras alternativas de uso, ya sea cultivos permanentes, pastos, producción forestal y protección, en concordancia a las políticas e interés social del estado y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

#### ***Tierras Aptas para Cultivos Permanentes (Símbolo C)***

Reúne a las tierras cuyas características climáticas, relieve, edáficas no son favorables para la producción de cultivos que requieren la remoción periódica y continuada del suelo, (cultivo en limpio) pero permiten la producción de cultivos permanentes, ya sean arbustivos y arbóreos (frutales principalmente). Estas tierras, también pueden destinarse a otras alternativas de uso, ya sea producción de pastos, producción forestal, protección, en concordancia a las políticas e interés social del estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.



### ***Tierras Aptas para Pastos (Símbolo P)***

Reúne a las tierras cuyas características climáticas, relieve, edáficas no son favorables para cultivos en limpio, ni permanentes, pero si para la producción de pastos naturales o cultivados, que permitan el pastoreo continuado o temporal, sin deterioro de la capacidad productiva del recurso suelo. Estas tierras, según su condición ecológica (zona de vida) podrán destinarse para producción forestal o protección, cuando así convenga, en concordancia a las políticas e interés social del estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

### ***Tierras de Aptitud Forestal (Símbolo F)***

Son aquellas que, por su valor intrínseco, características ecológicas y edáficas tienen capacidad para la producción permanente y sostenible de bienes y servicios forestales, o potencial para la forestación como para reforestación. Estas tierras también pueden destinarse a la producción forestal no maderable o protección cuando así convenga, de acuerdo a políticas e interés social, sin contravenir los principios del uso sostenible.

### ***Tierras de Protección (símbolo X)***

Son aquellas que, por sus condiciones biológicas de fragilidad ecosistémica y edáfica, no son aptas para el aprovechamiento maderable u otros usos que alternen la cobertura vegetal o remuevan el suelo. Las tierras de protección destinadas a la conservación de las fuentes de agua o cabeceras de cuencas, riberas de ríos hasta del tercer orden y a la protección contra la erosión.

En ellas es posible la recolección y aprovechamiento de productos forestales no maderables, el manejo y aprovechamiento de la fauna silvestre, así como usos recreativos y actividades educativas o de investigación científica, en la medida que no se afecte su existencia, ni sus funciones protectoras. Se consideran en este grupo los escenarios de glaciares (nevados), afloramientos líticos, tierras con cárcavas, playas, otras.

#### **12.2.2. Clases de Capacidad de Uso Mayor:**

Es el segundo nivel categórico de la CTCUM, reúne a unidades de tierra según su Calidad Agrológica dentro de cada grupo. Un grupo CUM reúne numerosas clases de suelos que presentan una misma aptitud o vocación de uso general, pero no tienen una misma calidad agrológica, ni las mismas limitaciones; por consiguiente, requiere de prácticas de manejo específicas de diferente grado de intensidad.

La calidad agrológica, es la síntesis de las propiedades de fertilidad, condiciones físicas, relaciones suelo-agua, las características de relieve y climáticas dominantes y



representan el resumen de la potencialidad del suelo para producir plantas específicas o secuencias de ellas, bajo un conjunto de prácticas de manejo.

Se han establecido tres (03) clases de calidad agrológica: Alta, media y baja.

#### ***La clase de Calidad Alta***

Comprende las tierras de mayor potencialidad y que requiere de prácticas de manejo y conservación de suelos de menor intensidad.

#### ***La clase de calidad media***

Corresponde a las tierras con algunas limitaciones y que exige prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos.

#### ***La clase de Calidad Baja***

Reúne a tierras de menor potencialidad dentro de cada grupo de uso, exigiendo mayores y más intensas prácticas de manejo y conservación de suelos para la obtención de una producción económica y continuada.

**Las clases establecida para cada grupo CUM son:**

#### ***Clase de Tierras Aptas para Cultivos en Limpio (Símbolo A)***

Para este gran grupo A se han establecido las siguientes clases: A1, A2 Y A3. La calidad agrológica disminuye progresivamente de la clase A1 a la A3, y ocurre lo inverso con las limitaciones, incrementándose estas de la A1 a la A3.

##### ***a) Tierras aptas para cultivo en limpio de Calidad Agrológica Alta (Símbolo A1)***

Agrupar a tierras de la más alta calidad, con ninguna o ligeras limitaciones que restrinjan su uso intensivo y continuado, las que, por sus excelentes características y cualidades climáticas, de relieve, edáficas, permiten un amplio uso de cultivos, requiriendo de prácticas sencillas de manejo y conservación de suelos, para mantener su productividad sostenible y evitar su deterioro.

##### ***b) Tierras aptas para cultivo en limpio de Calidad Agrológica Media (Símbolo A2)***

Agrupar a tierras de moderada calidad para la producción de cultivos en limpio con moderadas limitaciones de orden climático, edáfico o de relieve que reducen un tanto el uso de cultivos, así como la capacidad productiva. Requieren de prácticas moderadas de manejo y de conservación de suelos, a fin de evitar su deterioro y mantener su producción sostenible y evitar su deterioro.

##### ***c) Tierras aptas para cultivo en limpio de Calidad Agrológica Baja (Símbolo A3)***

agrupa a tierras de baja calidad, con fuertes limitaciones de orden climático, edáfico o de relieve, que reducen significativamente el cuadro de cultivos y la capacidad productiva. Requiere de prácticas más intensas y a veces especiales, de manejo y conservación de suelos para evitar su deterioro y mantener una producción sostenible.

***Clase de Tierras Aptas para cultivos permanentes (Símbolo C)***

Se establecen las siguientes clases: C1, C2 y C3. La calidad agrológica del suelo disminuye progresivamente de la clase C1 a la C3

***a) Tierras Aptas para cultivos permanentes de Calidad agrológica alta (Símbolo C1)***

Agrupar a tierras con la más alta calidad de suelo de este grupo, con ligeras limitaciones para la fijación de un amplio cuadro de cultivos permanentes principalmente frutales. Requieren de prácticas de manejo y conservación de suelos poco intensivas para evitar el deterioro de los suelos y mantener una producción sostenible.

***b) Tierras Aptas para cultivos permanentes de Calidad Agrológica Media (Símbolo C2)***

Agrupar a tierras de calidad media con limitaciones más intensas que la clase anterior de orden climático, edáfico o de relieve que reducen el cuadro de cultivos permanentes. Las condiciones edáficas de estas tierras requieren prácticas moderadas de conservación y mejoramiento, así como la capacidad productiva. Requieren de prácticas moderadas de manejo y de conservación de suelos, a fin de evitar el deterioro y mantener su producción sostenible.

***c) Tierras Aptas para cultivos permanentes de Calidad Agrológica baja (Símbolo C3)***

Agrupar a tierras de baja calidad, con limitaciones fuertes o severas de orden climático, edáfico o de relieve, para la fijación de cultivos permanentes y por tanto requieren de la aplicación de prácticas intensas de manejo y conservación de suelos, a fin de evitar el deterioro de este recurso y mantener una producción sostenible.

***Clases de Tierras Aptas para Pastos (Símbolo P)***

Se establecen las siguientes clases: P1, P2 y P3. La calidad agrológica del suelo disminuye progresivamente de la clase P1 a la P3

***a) Tierras aptas para pastos de Calidad agrológica alta (Símbolo P1)***

Agrupar a tierras con la más alta calidad agrológica de este grupo, con ciertas deficiencias o limitaciones para el crecimiento de pasturas naturales y cultivadas,

que permitan el desarrollo sostenible de una ganadería. Requieren de prácticas sencillas de manejo de suelos y manejo de pastos para evitar el deterioro de los suelos.

***b) Tierras aptas para pastos de Calidad agrológica media (Símbolo P2)***

Agrupar a tierras de calidad agrológica media en este grupo, con limitaciones y deficiencias más intensas que la clase anterior para el crecimiento de pasturas y cultivadas que permiten el desarrollo sostenible de una ganadería. Requieren de prácticas moderadas de manejo de suelos y pastos para evitar el deterioro y mantener su producción sostenible.

***c) Tierras aptas para pastos de Calidad agrológica baja (Símbolo P3)***

Agrupar a tierras de calidad agrológica baja en este grupo, las fuertes limitaciones y deficiencias para el crecimiento de pasturas naturales y cultivadas que permiten el desarrollo sostenible de una ganadería. Requieren de prácticas intensivas de manejo de suelos y pastos para el desarrollo de una ganadería sostenible, evitando el deterioro del suelo.

***Clases de Tierras Aptitud Forestal (Símbolo F)***

Se establecen las siguientes clases: F1, F2 y F3. La calidad agrológica del suelo disminuye progresivamente de la clase F1 a la F3

***a) Calidad agrológica alta (Símbolo F1)***

Aprovechamiento sostenible de recursos forestales y de fauna silvestre, donde es posible la producción y extracción de madera bajo sistemas intensivos o mecanizados, la extracción de los productos no maderables y de fauna silvestre y el aprovechamiento económico de servicios de los ecosistemas,

***b) Calidad agrológica media (Símbolo F2)***

Agrupar a tierras de calidad agrológica media con restricciones o deficiencias más acentuadas de orden climático, edáfico o de relieve, que permiten el aprovechamiento sostenible de recursos forestales y de fauna silvestre, donde es posible la producción y extracción de madera solo bajo sistemas de intensidad intermedia, la extracción de los productos no maderables y de fauna silvestre y el aprovechamiento económico de servicios de los ecosistemas,

***c) Calidad agrológica baja (Símbolo F3)***

Agrupar a tierras de calidad agrológica baja con fuertes limitaciones de orden climático, edáfico o de relieve, le confiere valor especial para la provisión de servicios ecosistémicos y que permiten el aprovechamiento sostenible de recursos forestales y de fauna silvestre, donde es posible el aprovechamiento de productos diferentes a la madera y el aprovechamiento económico de servicios de los ecosistemas, sin reducir la cobertura vegetal.

### ***Tierras de protección (Símbolo X)***

Estas tierras no presentan clases de capacidad de uso (alta, media o baja) pero si subclases de a las limitaciones particulares de cada caso.

#### **12.2.3 Sub clases de Capacidad de uso Mayor de las Tierras**

Constituye la tercera categoría de la clasificación CTCUM establecida en función a factores limitantes, riesgos y condiciones especiales que restringen o definen el uso de las tierras.

Las subclases de capacidad de uso agrupan a tierras de acuerdo al tipo de limitación o problema de uso. Lo importante en este nivel categórico es puntualizar la deficiencia o condiciones relevantes, como causal de la limitación del uso de las tierras.

En el CTCUM se reconocen 6 tipos de limitaciones fundamentales que caracterizan a las subclases de capacidad:

- limitaciones por suelo (s)
- limitaciones por sales (l)
- limitaciones por topografía-riesgo de erosión (e)
- limitaciones por drenaje (w)
- limitaciones por riesgo de inundación (i)
- limitaciones por clima (c)

En el CTCUM también se conocen tres condiciones especiales que caracterizan las subclases de capacidad:

- Uso temporal (t)
- Terraceo o andenería (a)
- Riego permanente o suplementario (r)

#### **Limitaciones:**

##### ***Limitaciones por clima (símbolo “c”)***

Este factor está íntimamente relacionado con las características particulares de cada zona de vida o bioclimática, tales como la ocurrencia de heladas o bajas temperaturas,

sequias prolongadas, deficiencias o excesos de lluvias y fluctuaciones térmicas significativas durante el día, entre otras. Estas son características que permiten comprometer seriamente el desarrollo de las especies. Las limitaciones de clima afectan a las actividades de manejo y aprovechamiento forestal.

#### ***Limitaciones por suelo (Símbolo “s”)***

El factor suelo representa uno de los componentes fundamentales en la clasificación de las tierras por lo cual se debe identificar, describir y clasificar los cuerpos edáficos de acuerdo a sus características. Sobre estas agrupaciones se determina los Grupos de Capacidad de uso.

Las limitaciones por este factor están referidas a las características intrínsecas del perfil edáfico de la unidad de suelo; tales como: Profundidad efectiva, textura dominante, presencia de grava o piedras, reacción del suelo (pH), salinidad, así como las condiciones de fertilidad del suelo y de riesgo de erosión.

La limitación por suelos está dada por la deficiencia de alguna de las características mencionadas, lo cual incide en el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como en su capacidad productiva, distribución y producción de especies y por ende en las operaciones de aprovechamiento y manejo forestal.

#### ***Limitación por sales (“l”)***

Si bien el exceso de sales, dañino para el crecimiento de las plantas es un componente del factor edáfico, en la interpretación esta es tratada separadamente por constituir una característica específica de la naturaleza química cuya identificación en la clasificación de las tierras especialmente en la región de la costa, tiene notable importancia en el uso, manejo y conservación de los suelos

#### ***Limitación por topografía – riesgo de erosión (“e”)***

La longitud, forma sobre todo el grado o inclinación de la pendiente de la superficial del suelo influye regulando la distribución de las aguas de escorrentía, es decir, determinan el drenaje externo de los suelos. Los grados son determinados considerando la susceptibilidad de los suelos a la erosión. Normalmente se considera como pendientes adecuadas aquellas de relieve suave, plano que no favorece el escurrimiento rápido.

#### ***Limitación por drenaje (“w”)***

Esta limitación está relacionada con el exceso de agua en el suelo, regulado por las características topográficas, de permeabilidad del suelo, la naturaleza del sustrato y la profundidad del nivel freático. Las condiciones de drenaje son de gran importancia porque influyen considerablemente en la fertilidad, la productividad de los suelos, costo

de producción y en la fijación y desarrollo de los cultivos. Por otra parte, limita la distribución de algunas especies forestales y las operaciones de aprovechamiento y manejo forestal.

#### ***Limitaciones por riesgo de inundación o anegamiento (símbolo “i”)***

Este es un aspecto que constituye una peculiaridad de ciertas regiones del país, como en las inundaciones estacionales de la región amazónica y en los valles costeros y que afectan la fijación de cultivos y el desarrollo de especies forestales. Los riesgos por inundación fluvial involucran los aspectos de frecuencia, amplitud del área inundada y duración de la misma, afectando la integridad de los suelos por efecto de la erosión lateral y comprometiendo las opciones de especies a cultivarse.

#### **Condiciones especiales:**

##### ***Uso temporal (símbolo t)***

Referida al uso temporal de los pastos debido a las limitaciones en su crecimiento y desarrollo por efecto de la escasa humedad presente en el suelo (baja precipitación).

##### ***Presencia de terraceo- andenería (símbolo a)***

Esta referida a las modificaciones realizadas por el hombre en pendientes pronunciadas construyendo terrazas (andenes) lo cual reduce la limitación por erosión del suelo y cambia el potencial original de la tierra.

##### ***Riego permanente o suplementario (símbolo r)***

Referida a la necesidad de la aplicación de riego para el crecimiento y desarrollo del cultivo, debido a las condiciones climáticas áridas.

Por las condiciones ecológicas particulares de las tres quebradas estudiadas Cusipata, Pedregal y Payhua las imitaciones más importantes que se han considerado son las siguientes sub clases o limitaciones: clima “c”, suelo “s”, **erosión “e”**, drenaje “w” y también las condiciones especiales de riego complementario “r”.

En la figura 12-1 se aprecia el esquema de las categorías del Sistema de Clasificación de Tierras de acuerdo a Su Capacidad De Uso Mayor

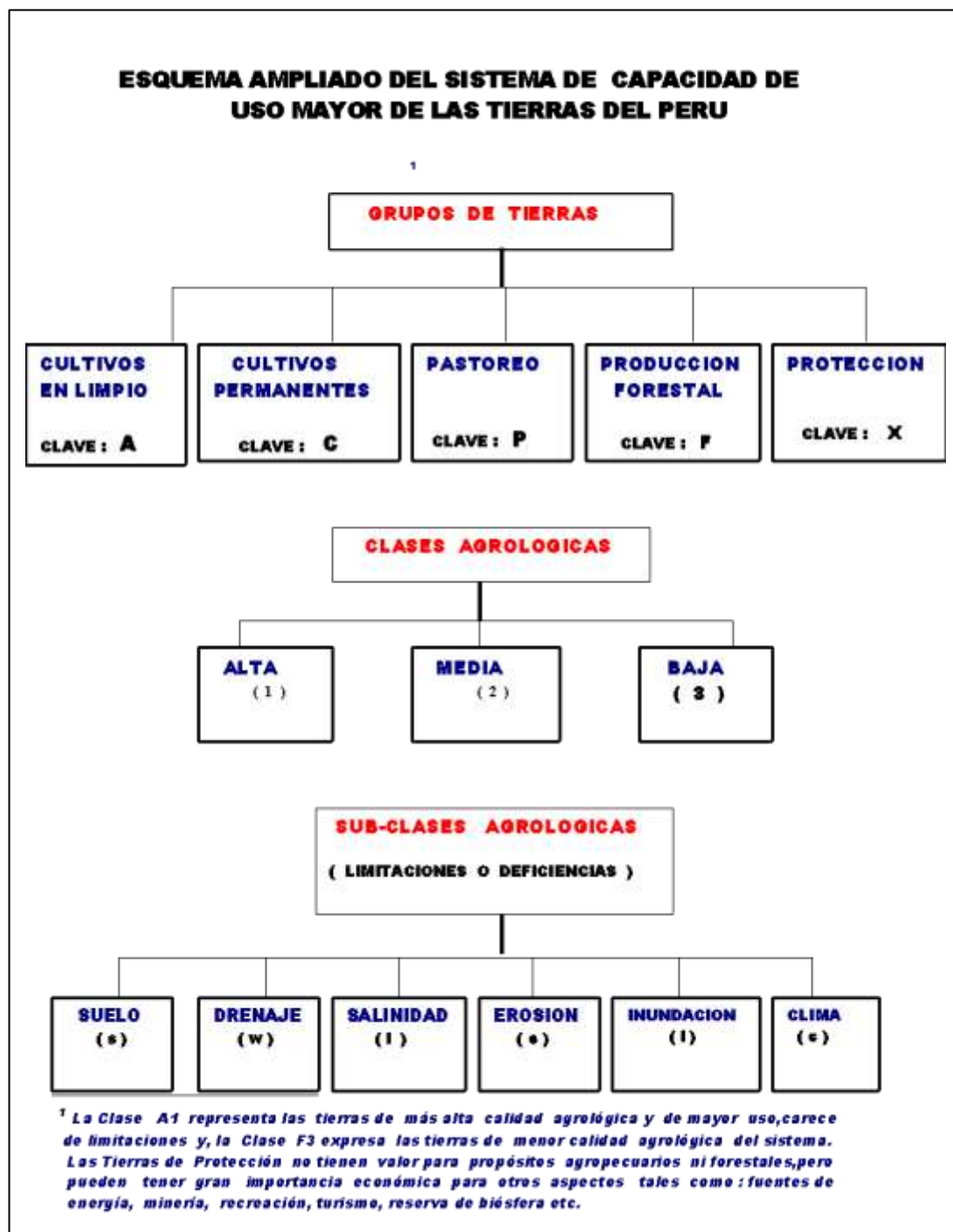
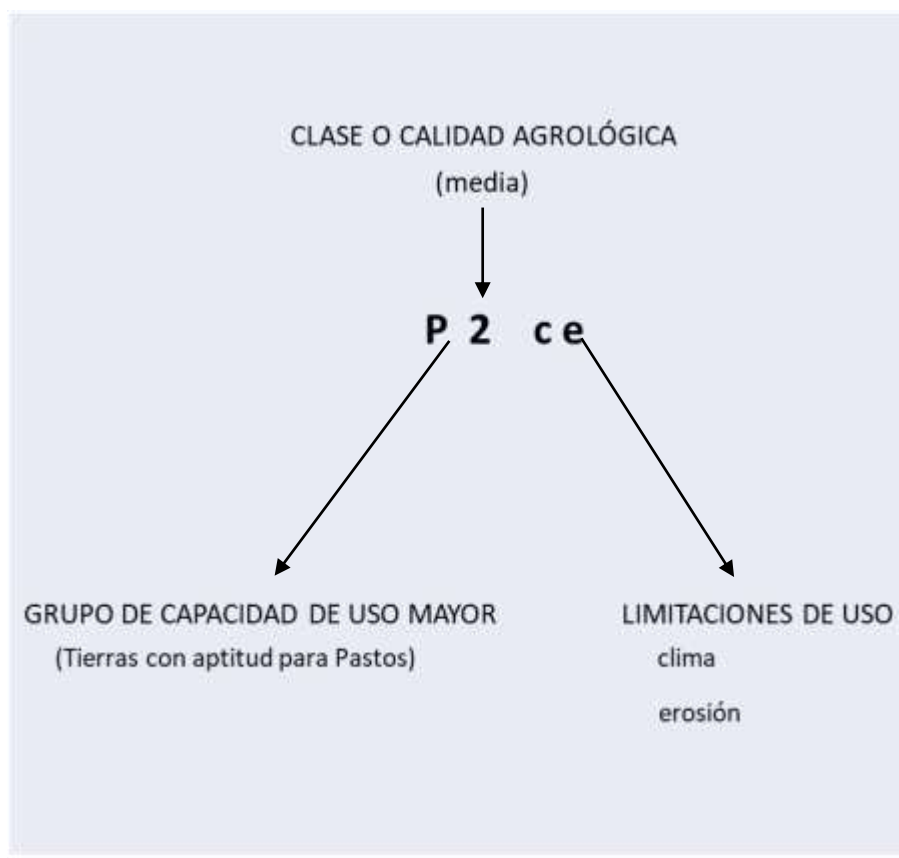


Figura 12-1.- Categorías del Sistema de Clasificación de Tierras de acuerdo a su Capacidad de Uso Mayor- CTCUM



*Figura 12-2.- Interpretación de los códigos CUM, en las tablas y en los mapas*

### **12.3. Metodología utilizada para determinar la aptitud de las tierras de las Quebradas Cusipata, Pedregal y Payhua por el método CUM**

Para la ejecución de los estudios de aptitud de las tierras por el método CUM, se realizan las siguientes etapas: Gabinete, campo, laboratorio, que se describen a continuación:

#### **12.3.1. Fase de Gabinete.**

En esta fase, a inicio se recopiló y analizó la información secundaria de sobre los estudios de suelos y de aptitud de tierras para las quebradas de Cusipata, Pedregal y Payhua, y la información cartográfica elaborada previamente para este estudio por el Proyecto SENAMHI-FONDES sobre la pendiente (Modelo de Elevación Digital -DEM), zonas de vida (Holdridge), las formas de la tierra (fisiografía) y factores de formación del suelo, altitud, clima, geología y la vegetación.

Al final, en base a toda la información obtenida de campo y de laboratorio se elaboraron los mapas de "aptitud de las tierras" desarrollando los polígonos representativos de un tipo característico de suelo, ecología, clima, vegetación y la determinación del área de cada una de estas unidades cartográficas de uso.



### 12.3.2. Fase de campo

Se realizaron un total de 20 calicatas bien distribuidas de acuerdo a las unidades fisiográficas, excluyendo zonas de afloramientos rocosos y laderas fuertemente empinadas con pendientes mayores a 60% para las tres quebradas, como se aprecia en las tablas 1, 2 y 3; en cada una de las calicatas se tomaron muestras de cada horizonte, con un total de 55 muestras; además con la finalidad de conocer las características físico-químicas de los sedimentos provenientes de la erosión en las quebradas de Cusipata y Pedregal se tomaron 5 muestras superficiales que se muestran en la tabla 13-1.

En las tablas 12-2, 12-3, y 12-4 se aprecia la distribución de las calicatas realizadas para cada quebrada.

**Tabla 12-1.- Muestras de suelos obtenidos en sedimentos provenientes de la erosión hídrica en diques en la quebrada de Cusipata y Pedregal**

Calicata	Quebrada	Coords UTM-wgs84	Altitud (msnm)
P-01	PEDREGAL	11°55'14"S- 76°42' 12"W	1089
P-02	PEDREGAL	11°54'58"S- 76°42' 16"W	1161
P-03	PEDREGAL	11°55'23"S- 76°42' 08"W	1054
C-01	CUSIPATA	11°59'13"S- 76°46' 05"W	768
C-02	CUSIPATA	11°59'10"S- 76°46' 08"W	817

Elaboración: SENAMHI, 2021.

El total de las 60 muestras de suelos obtenidas en la fase de campo (55 de 20 calicatas y 5 de sedimentos), para las tres quebradas, fueron analizadas en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, con la finalidad de determinar su composición granulométrica, sus características físico-químicas (ver sección 11.4.3.). Los resultados obtenidos se muestran en el anexo 1.

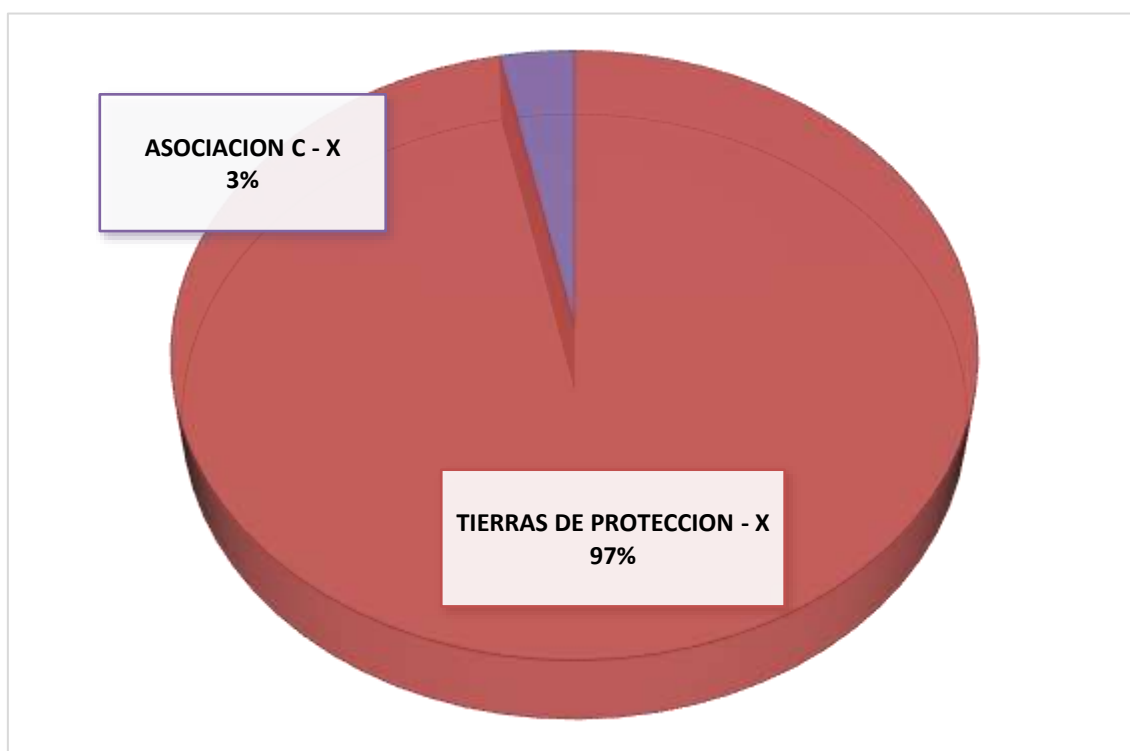
## **12.4. Resultados CUM de las Tres Quebradas**

### **12.4.1. CUM QUEBRADA CUSIPATA**

Las condiciones climáticas de la Quebrada Cusipata corresponden a la zona de vida de "Desierto", además esta quebrada se caracteriza por tener un relieve accidentado, con algunas laderas de relieve plano ondulado, con material detrítico (acumulado por gravedad) y de baja profundidad efectiva, los suelos son superficiales, a poco cm de excavación se reporta contacto lítico, principalmente material transportado de bloques y

rocas, que generan espacios de aire al interior del perfil, perjudicando aún más la retención de humedad; la pedregosidad superficial (extremadamente pedregoso) y salinidad (reporte de valores de hasta 9.37dS/m en CC-1, Hz2). Estas condiciones ponen a la mayor parte de estas tierras dentro del grupo X, tierras de protección.

Algunas tierras del cono aluvial, que se han extendido en forma de terrazas y presentan los mejores condiciones para el desarrollo de alguna actividad agropecuaria, han sido ocupadas para edificaciones, sin embargo, parte de esta área se mantiene sin disturbar y mezclado entre el área urbana hay parches de zonas que se han mantenido como áreas verdes, la presencia de vegetación en buen estado observada en estas zonas nos da un indicativo del potencial de estas tierras siempre que se hagan actividades paralelas en conservación del suelo, pero la presión por el urbanismo terminan cambiando de uso. (Figuras 12-3 y 12-4, Tabla 12-2).



**Figura 12-3.- Aptitud de tierras de acuerdo a su Capacidad De Uso Mayor en la Quebrada Cusipata.**

**Tabla 12-2.- Capacidad de Uso Mayor de las tierras de la quebrada Cusipata**

Categoría a CUM	CUM	Descripción	Fase por pendientes	Area (ha)	%
X	X	Tierras de protección	A, B, C, D, E, F	36.65	4.34%
	Xs	Tierras de protección con limitaciones por suelo	A, B, C, D, E, F, G	252.77	29.93%
	Xse	Tierras de protección con limitaciones	A, B, C, D,	513.31	60.78%

		por suelo y erosión	E, F, G		
	Xsi	Tierras de protección con limitaciones por suelo y riesgo de inundación	A, B, C, D, E, F	14.31	1.69%
	<b>Sub total X</b>			<b>817.04</b>	<b>96.74%</b>
C-X	C3si(r) -Xsi	Tierras aptas para cultivos permanentes, de calidad agrologica baja, con limitaciones por suelo y riesgo de inundación, con necesidad de riego; asociadas a tierras de protección con limitaciones por suelo y riesgo de inundación	A, B, C, D, E	27.57	3.26%
<b>Area Total</b>				<b>844.60</b>	<b>100.00%</b>

Elaboración: SENAMHI, 2021.

### El Mapa de aptitud de tierras de acuerdo a su Capacidad de Uso Mayor en la quebrada Cusipata

Se identificaron las siguientes categorías:

#### *Tierras de Proteccion (Símbolo X)*

Dentro de este grupo indiferenciado se están considerando las áreas urbanas asentadas sobre el cono aluvial y laderas bajas de la quebrada de Cusipata. Ocupa un área de 36.65 ha que representa 4.34% del área de estudio de la quebrada Cusipata en el distrito de Chaclacayo. (Figura 12-4).



**Figura 12-4.- Cono de deyección de la quebrada de Cusipata ocupada por la población de Chaclacayo.**

**a) Sub clase – Tierras de protección con limitaciones por suelo (símbolo Xs)**

Son tierras de protección con limitaciones por suelo. En esta subclase se agrupan las tierras de laderas colinosas localizadas en la sección media de la cuenca, identificadas geológicamente dentro de la super unidad Santa Rosa del Batolito, presentan material rocoso de derrubios coluviales de distintas dimensiones. Ocupa un área de 252.77 ha que representa 29.93% del área de estudio de la quebrada Cusipata. (Figura 13-5).



**Figura 12-5.- parte media de la quebrada de Cusipata.**

**b) Tierra de Protección con limitaciones por suelos y erosión (símbolo Xse)**

Son tierras de protección con limitaciones por suelo y erosión. En esta subclase se agrupan las tierras de la sección más alta de la cuenca, coincidente con la super unidad Patap del Batolito, incluyendo cimas y escarpes del paisaje. Estas tierras son las más susceptibles a erosión y son las que se encuentran expuestas a las lluvias intensas capaces de desatar flujos aluviales. Ocupa un área de 513.31 ha que representa 60.78% del área de estudio de la quebrada Cusipata.

**c) Tierras de Protección con limitaciones por suelo e inundaciones (símbolo Xsi)**

Son tierras de protección con limitaciones por suelo y riesgo de inundación. Estas tierras son de suma importancia debido a que son el patrón de drenaje de las tierras de las secciones altas y medias de la cuenca y, por tanto, es la ruta de descenso de potenciales aluviones. Ocupa un área de 14.31 ha que representa 1.69% del área de estudio de la quebrada Cusipata. (Figura 12-6).



**Figura 12-6.- Curso de la quebrada Cusipata por donde van a descender los flujos de detritus cuando haya lluvias.**

***Asociación de tierras aptas para cultivo permanente y Tierras de Protección (Símbolo C3sir-Xsi):***

Son tierras aptas para cultivos permanentes, de calidad agrologica baja, con limitaciones por suelo y riesgo de inundación, con necesidad de riego; asociadas a tierras de protección con limitaciones por suelo y riesgo de inundación. Se refiere a tierras que se encuentran formando terrazas aluviales con riesgo extraordinario de inundación. Son tierras que por sus características permitirían el desarrollo de cultivos permanentes si estuviesen acompañados de técnicas de prevención y manejo contra aluviones. En este grupo se han incluido las tierras de áreas verdes del centro poblado de Chaclacayo. Ocupa un área de 27.57 ha que representa 3.26% del área de estudio de la quebrada Cusipata. (Figura 12-7).





**Figura 12-7.- Mapa de Tierras de la Asociación C-X, terrazas aluviales con riesgo de inundación. En este grupo se han incluido las tierras de áreas verdes del centro poblado de Chacabuco.**



**Figura 12-8.- Construcción de Diques de contención a lo largo de la Quebrada Cusipata.**

#### **13.4.2. CUM QUEBRADA PEDREGAL**

Como se puede apreciar en la tabla y en el mapa, según los resultados obtenidos del estudio de aptitud de tierras CUM de esta quebrada, en una superficie total de 1033 has, prácticamente todas las tierras de la quebrada son Tierras de Protección (X) las cuales ocupan una superficie de 984.48 has, que representa el 95.3 % de toda la superficie, y solamente existe una área muy restringida que tiene un potencial de uso como tierras aptas para cultivo permanente asociadas a tierras de protección, ocupando solo una área de 48.59 has, que representa un 4.7%. (Tabla 12-3 y Figura 12-9)

**Tabla 12-3.- Capacidad de Uso Mayor de las tierras de la quebrada Pedregal**

Grupo CUM	Clase CUM	Descripción	Área (ha)	%
X	X	Tierras de protección	52.2	5.05%
	Xe	Tierras de protección con limitaciones por erosión	50.4	4.88%
	Xi	Tierras de protección con limitaciones por riesgo de inundación	7.5	0.73%
	Xs	Tierras de protección con limitaciones por suelo	403.6	39.07%
	Xse	Tierras de protección con limitaciones por suelo y erosión	447	43.27%
	Xsi	Tierras de protección con limitaciones por suelo y riesgo de inundación	23.78	2.30%
Sub total de tierras de protección X			<b>984.48</b>	<b>95.30%</b>
C-X	C3s(r)-Xs	Tierras aptas para cultivos permanentes, de calidad agrologica baja, con limitaciones por suelo, riesgo de inundación y con necesidad de riego; asociadas a tierras de protección con limitaciones por suelo y riesgo de inundación	34.44	3.33%
	C3se(r)-Xe	Tierras aptas para cultivos permanentes, de calidad agrologica baja, con limitaciones por suelo, riesgo de inundación y con necesidad de riego; asociadas a tierras de protección con limitaciones por suelo y riesgo de inundación	14.15	1.37%
	Sub total C-X			<b>48.59</b>
Total			<b>1033</b>	<b>100.0%</b>

Elaboración: SENAMHI, 2021.

### **El Mapa de Aptitud de tierras de acuerdo a su Capacidad de Uso Mayor – Quebrada Pedregal**

A continuación, se describen con más detalle las variaciones que existen en las tierras de protección que ocupan prácticamente toda el área de esta quebrada:

#### **TIERRAS DE PROTECCIÓN (Símbolo X)**

Este grupo de aptitud de tierras ocupan casi todas las tierras de la quebrada Pedregal con una superficie de 948.48 has (95.30%), del área total de la quebrada de 1033 hectáreas. Son las tierras de la asociación Cauce Pedregal y Misceláneo Antrópico.

A continuación, se describen detalladamente las características particulares de estas tierras en las diferentes partes de la quebrada Pedregal.

***a) Tierras de protección con limitaciones por erosión (símbolo Xe)***

Se refiere a las tierras de laderas transicionales entre el cono aluvial y las pendientes empinadas de las paredes de la cuenca. Ocupa un área de 50.40 ha, lo que representa el 4.88% del área de estudio de la quebrada Pedregal.

***b) Tierras de protección con limitaciones por riesgo de inundación (Símbolo Xi)***

Son las tierras de Cauce Pedregal, sobre el lecho del aluvión seco, susceptibles a inundarse ante cualquier crecida extraordinaria de las lluvias en la sección alta. Ocupa un área de 7.50 ha, lo que representa el 0.73% del área de estudio de la quebrada Pedregal. (Figura 12-9).



***Figura 12-9.- Tierras de Protección (Xi) cauce de la quebrada pedregal con riesgo de inundaciones en épocas de lluvias***

***c) Tierras de Protección con limitaciones por suelos y riesgo de inundación (símbolo Xsi)***

Se refiere a las tierras de Cauce de la quebrada Pedregal localizadas en la sección media y alta de la cuenca, que han formado una disección profunda y rocosa, con alto potencial de arrastre de fragmentos de rocas ante crecida súbita de caudal. Ocupa un área de 23.78 ha, lo que representa el 2.3% del área de estudio de la quebrada Pedregal. (Figura 12-10).





**Figura 12-10.- Malla geodinámica en la parte alta de la quebrada Pedregal estas tierras corresponden a tierras de Protección con limitaciones por suelos y riesgo de huaycos (Xsi)**



**Figura 12-11.- Construcción de diques de mampostería en la parte media de la quebrada Pedregal, la mayoría se encuentran colmatados de sedimentos.**

**d) Tierras de protección con limitaciones por suelo (símbolo Xs)**

Se refiere a las tierras de Ladera Xerica en asociación con el misceláneo rocoso, que forman parte de los límites de la cuenca, son tierras de laderas pronunciadas, muy rocosas, suelos muy escasos y susceptibles a erosión. Ocupa un área de 403.58 ha, lo que representa el 39.07% del área de estudio de la quebrada Pedregal. (Figura 12-12).



**Figura 12-12.- Mapa de Tierras de Protección (Xs). Laderas empinadas con abundante material rocoso, suelto, susceptibles a aportar material suelto cuando llueve.**

**e) Tierras de protección con limitaciones por suelo y erosión (símbolo Xse)**

En este grupo se incluyen todos los afloramientos líticos y rocas que delimitan la cuenca. Por lo general son tierras de pendientes fuertemente empinadas y rocas expuestas, se incluye, además, la formación de matorral presente en la sección más alta de la cuenca de drenaje. Ocupa un área de 446.99 ha, lo que representa el 43.27% del área de estudio de la quebrada Pedregal. (Figuras 12-13 y 12-14).



**Figura 12-13.- Mapa de Tierras de protección (Xse) en la parte alta de la Quebrada Pedregal, pendientes fuertemente empinadas y abundante material rocoso.**



**Figura 12-14.- Presencia de vegetación xerofítica y arbustiva en la parte alta de la quebrada pedregal.**

***f) Tierras de protección con limitaciones por suelo y riesgo de inundación Xsi***

Se refiere a las tierras de Cauce Pedregal localizadas en la sección media y alta de la cuenca, que han formado una disección profunda y rocosa, con alto potencial de arrastre de rocas ante crecida súbita de caudal. Ocupa un área de 23.78 ha, lo que representa el 2.3% del área de estudio de la quebrada Pedregal.

***Tierras Asociadas con aptitud para cultivos permanentes y tierras de protección***

Se han identificado las siguientes asociaciones

***a) Tierras aptas para cultivos permanentes, de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo, riesgo de inundación y con necesidad de riego suplementario; asociadas a tierras de protección con limitaciones por suelo y riesgo de inundación (símbolo C3s(r)-Xs)***

En este grupo se han reunido las tierras de la consociación Pedregal que corresponden a la zona de transición entre el cono aluvial antiguo y las laderas de la cuenca, son suelos que presentan escaso desarrollo, una ligera formación de horizonte superficial gracias a la vegetación estacional. Estas tierras presentan potencial para cultivos permanentes con riego suplementario, siempre que se mantengan presentes medidas de conservación de los suelos. Se incluyen los suelos de Terraza Xerica, en continuo proceso de socavamiento. Ocupa un área de 34.44 ha, lo que representa el 3.33% del área de estudio de la quebrada Pedregal.



***b) Tierras aptas para cultivos permanentes, de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo, riesgo de erosión y con necesidad de riego, asociadas a tierras de protección con limitaciones por suelo y riesgo de inundación (símbolo (C3se(r)-Xe)***

Comprende las tierras de Ladera Xerica, distribuidos sobre conos de glaciares y áreas de terrazas antiguas. En estas tierras se ha empezado a levantar edificaciones, se conoce como San Antonio Alto. Eventualmente, el potencial de cultivos permanentes se perderá por el cambio de uso. Ocupa un área de 14.15 ha, lo que representa el 1.37% del área de estudio de la quebrada Pedregal. (Figura 12-15).



***Figura 12-15.- El potencial de cultivos permanentes, con riego complementario, se perderá por las habilitaciones urbanas que están realizando los traficantes de terrenos.***

### **12.4.3. CUM QUEBRADA PAYHUA**

Observando la tabla N° 12-4, se puede observar que en esta quebrada existen tierras con diferentes tipos de aptitud de uso, hay tierras aptas para cultivos en limpio (A), tierras aptas para cultivos permanentes (C), tierras aptas para pastos (P) y Tierras de Protección (X), por la variedad de pisos ecológicos (2850 – 4100 msnm) y el relieve accidentado, se distribuyen porcentualmente de la siguiente manera:

El 89.62 % (1428.03 has) de las tierras de la quebrada Payhua, de acuerdo a su aptitud corresponden al grupo CUM denominado “Tierras de Protección” (Símbolo X), por ser tierras que se encuentran en laderas de empinadas a fuertemente empinadas.

Son muy escasas las tierras Aptas para Cultivo en Limpio (A), solamente se ha identificado una superficie de 0.45 has como Tierras aptas para cultivo en limpio de

calidad agrológica media, con limitaciones por suelo y riesgo de inundación (A2si), en la parte baja de la quebrada en la desembocadura al río Rímac,

Existe también una pequeña superficie de 12.79 has con aptitud para cultivos permanentes de las cuales 2.60 has corresponden a tierras aptas para cultivos en limpio de calidad agrológica media con limitaciones por suelos y riesgo de inundación (C2s1) y 10.19 has de tierras aptas para cultivos permanentes con limitaciones por suelos y erosión (C3se).

Las tierras aptas para Pastos ocupan una superficie de 45.72 has (2.9% del total), se ubican en la zona de la jalca, sobre los 3800 msnm, siendo las tierras aptas para pastos de calidad agrológica baja con limitaciones suelo y erosión (P3se) las de mayor área ocupando una superficie de 41.50 has, y en muy poca cantidad las aptas para pastos de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo y erosión (P3cse). se ubican en la Zona de Vida de Páramo húmedo y Tundra pluvial, con pendientes de 0 a 15% de las cuales algunas tienen riego por aspersión para cultivo de alfalfa, por lo que corresponden a la clase P2, y las tierras localizadas en pendientes de 15 a 25% corresponden a tierras de la clase P3.

También se han encontrado tierras aptas para cultivo permanente de baja calidad agrológica asociados a las tierras de protección (C-X) en una superficie que solo representa el 4.7% (48.59 has), del total de la quebrada que es de 1033 hectáreas.

En base a los criterios considerados en la normativa se tienen las siguientes unidades:

#### ***Tierras aptas para Cultivo en Limpio (A)***

**En este grupo solamente se ha identificado la clase de tierras aptas para cultivo en limpio de calidad agrológica media, con limitaciones por suelo y riesgo de inundación – Símbolo A2si**

Son tierras de terraza fluvial, de relieve plano, actualmente utilizadas para cultivos en terraza, cultivos en limpio y permanentes (alfalfa) Ocupa un área de 0.45 ha, lo que representa el 0.03% del área de estudio de la quebrada Payhua.

**Tabla 12-4.- Capacidad de Uso Mayor de las tierras de la quebrada Payhua.**

Categoría CUM	CUM	Descripción	Fase por pendientes	Área (ha)	%
A	A2si	Tierras aptas para cultivo en limpio de calidad agrológica media, con limitaciones por suelo y riesgo de inundación	A, B, C	0.45	0.03%
C	C2si	Tierras aptas para cultivo permanente de calidad agrológica media, con limitaciones por suelo y riesgo	D, E	2.60	0.16%

		de inundación				
	C3se	Tierras aptas para cultivo permanente de calidad agrologica baja, con limitaciones por suelo y erosión	A, B, C, D, E	10.19	0.64%	
	Sub total C			<b>12.79</b>	<b>0.80%</b>	
P	P2cse	Tierras aptas para pastos de calidad agrologica baja, con limitaciones por clima, suelo y erosión	A, B, C, D, E, F	4.22	0.27%	
	P3se	Tierras aptas para pastos de calidad agrologica baja, con limitaciones por suelo y erosión	A, B, C, D, E, F	41.50	2.60%	
				<b>45.72</b>	<b>2.87%</b>	
X	X	Tierras de protección	A, B, C, D, E, F, G, H	3.87	0.24%	
	Xce	Tierras de protección con limitaciones por clima y erosión	G, H	0.64	0.04%	
	Xcei	Tierras de protección con limitaciones por clima, erosión y riesgo de inundación	A, B, C, D, E, F, G, H	6.97	0.44%	
	Xcs	Tierras de protección con limitaciones por clima y suelo	A, B, C, D, E, F, G, H	139.12	8.73%	
	Xcse	Tierras de protección con limitaciones por clima, suelo y erosión	A, B, C, D, E, F, G, H	284.02	17.83%	
	Xe	Tierras de protección con limitaciones por erosión	A, B, C, D, E, F, G, H	747.46	46.91%	
	Xei	Tierras de protección con limitaciones por erosión y riesgo de inundación	A, B, C, D, E, F, G, H	138.84	8.71%	
	Xs	Tierras de protección con limitaciones por suelo	A, B, C, D, E, F, G, H	103.95	6.52%	
	Xse	Tierras de protección con limitaciones por suelo y erosión	F, G, H	3.16	0.20%	
	Sub total X			<b>1428.03</b>	<b>89.62%</b>	
	A-C	A3(r)s - C2(r)s	Tierras aptas para cultivo en limpio de calidad agrologica baja, con limitaciones por suelo y necesidad de riego; asociadas a tierras aptas para cultivos permanentes de calidad agrologica media, con limitaciones por suelo y necesidad de riego	A, B, C, D, E	23.20	1.46%
	P-X	P3se-Xe	Tierras aptas para pastos de calidad agrologica baja, con limitaciones por suelo y erosión; asociadas a tierras de protección con limitaciones por erosión	A, B, C, D, E, F	83.16	5.22%
<b>Área Total</b>				<b>1593.37</b>	<b>100.00%</b>	

Elaboración: SENAMHI, 2021.

## El Mapa de Clasificación de Tierras de acuerdo a su aptitud de Uso Mayor de la quebrada de Payhua

### Tierras aptas para Cultivo Permanente (C)

En este grupo se ha identificado dos clases:

***a) Clase de Tierras aptas para cultivo permanente de calidad agrológica media, con limitaciones por suelo y riesgo de inundación – Símbolo C2si***

Son tierras localizadas en la terraza aluvial del cauce del río Rímac, en confluencia con la quebrada, de modo similar a las tierras identificadas como A2si, mantienen el potencial de sufrir inundación ante un inusual incremento de la precipitación. Ocupa un área de 2.60 ha, lo que representa el 0.16% del área de estudio de la quebrada Payhua.

***b) Clase de Tierras aptas para cultivo permanente de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y erosión - símbolo C3se***

Agrupar tierras localizadas en áreas dedicadas al crecimiento de especies arbóreas, en un proceso de reforestación en zona urbana y en linderos de terrazas habilitadas, la actividad humana en este caso, ha conseguido mejorar las condiciones de estos suelos y su potencial agropecuario. Se incluyen además tierras con terrazas prehispánicas en desuso, pero que presentan las condiciones para su habilitación y producción. Ocupa un área de 10.19 ha, lo que representa el 0.64% del área de estudio de la quebrada Payhua.

***Tierras aptas para Pastos***

En este grupo se han identificado dos clases:

***a) Tierras aptas para pastos de calidad agrológica media con limitaciones por clima, suelo y erosión (símbolo P2cse)***

Son tierras planas localizadas en las zonas elevadas de la quebrada, con potencial para desarrollo de actividad pecuaria a pequeña escala. Estas tierras de categoría P, corresponde a las zonas de vida de páramo y tundra. Ocupa un área de 4.22 ha, lo que representa el 0.27% del área de estudio de la quebrada Payhua. corresponden a cultivos de alfalfa con riego por aspersión.

***b) Tierras aptas para pastos de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y erosión (Símbolo P3se)***

Actualmente en estas tierras existe la presencia de “terrazas prehispánicas” en sin uso, mayormente debido a su lejanía a una fuente de agua, con la presencia de pastizales adaptados al clima de estepa pueden sobrevivir los meses de sequía. Ocupa un área de 41.50 ha, lo que representa el 2.60% del área de estudio de la quebrada Payhua. (Figuras 12-16 y 12-17)



**Figura 12-16.- Paisaje representativo de tierras de pastos de baja calidad agrológica con limitaciones por suelos y erosión (P3se)**



**Figura 12-17.- Límite de terrazas en desuso y habilitadas, marcado por el trazo del canal de riego de Humash.**

### **Tierras de Protección X**

Son las más abundantes, (87%), siendo sus características particulares las siguientes:

#### **a) Tierras de Protección (símbolo X)**

En esta categoría se han agrupado todas las tierras correspondientes a uso urbano, considerándose los Centros Poblados de Payhua y Ayauca, y otras edificaciones dispersas en la cuenca. Ocupa un área de 3.87 ha, lo que representa el 0.24% del área de estudio de la quebrada Payhua.

#### **b) Tierras de protección con limitaciones por clima, erosión y riesgo de inundación (símbolo Xcej)**

Son tierras de cauce de quebrada rocosa, muy susceptibles a erosión y remoción de rocas ante crecidas anormales de precipitación, corresponde a las tierras de la zona de



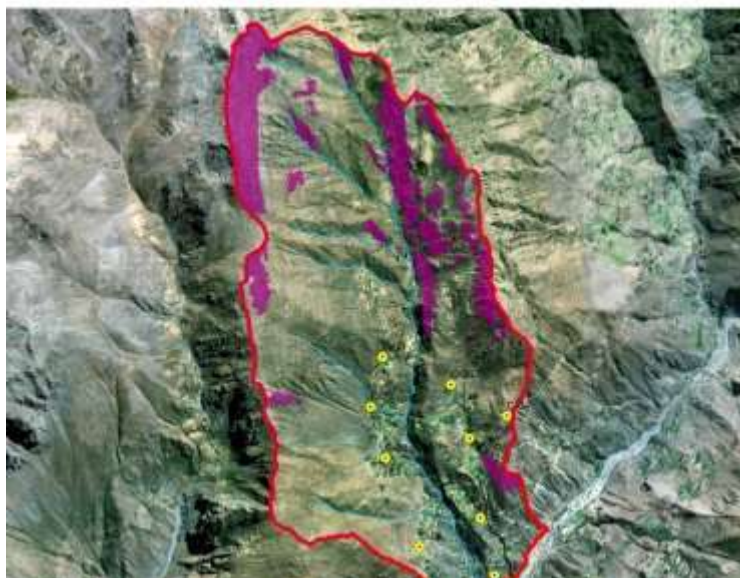
vida páramo y tundra. Ocupa un área de 6.97 ha, lo que representa el 0.44% del área de estudio de la quebrada Payhua. (Figura 12-18).



**Figura 12-18.- Mapa de distribución de Tierras de protección subclase Xcei en la quebrada Payhua.**

**c) Tierras de protección con limitaciones por clima y suelo (símbolo Xcs)**

Corresponde a las tierras identificadas como afloramientos rocosos y se localizan en la zona de vida de páramo y tundra. Ocupa un área de 139.12 ha, lo que representa el 8.73% del área de estudio de la quebrada Payhua. (Figura 12-19).



**Figura 12-19.- Mapa de distribución de Tierras de Protección con limitaciones por clima y erosión (Xcs) en la quebrada Payhua.**

***d) Tierras de protección con limitaciones por clima, suelo y erosión (símbolo Xcse)***

Corresponde a tierras de ladera de montaña, empinadas, superficiales y con limitaciones climáticas al encontrarse en la zona de vida de páramo y tundra. Ocupa un área de 284.02 ha, lo que representa el 17.83% del área de estudio de la quebrada Payhua. (Figura 12-20).



***Figura 12-20.- Mapa de distribución de Tierras de protección con limitaciones por clima, suelos y erosión (Xcse) en la quebrada de Payhua.***

***e) Tierras de protección con limitaciones por erosión (símbolo Xe)***

Son tierras localizadas en las laderas de montaña que enmarcan la quebrada, se presentan en todo tipo de relieve, actualmente se ocupan en matorrales naturales, lo que provee cierta resistencia a la erosión. Ocupa un área de 747.46 ha, lo que representa el 46.91% del área de estudio de la quebrada Payhua. (Figura 12-21)



**Figura 12-21.- Paisaje de tierras de protección con limitaciones por erosión en la parte alta de las laderas de la quebrada Payhua (Xe).**

***f) Tierras de protección con limitaciones por erosión y riesgo de inundación (símbolo Xei)***

En esta subclase se agrupan las tierras de los patrones de drenaje de la quebrada, y que se encuentran en la zona de vida de estepa, en esta sección de tierras, la erosión ha dejado roca expuesta las aguas de elevada precipitación que ocurre en sector más alto puede llegar con impulso por estos canales naturales y arrastrar material con fuerza aluvial hacia los sectores más bajos (Matucana). En algunos casos, presencia de cárcavas. Ocupa un área de 138.84 ha, lo que representa el 8.71% del área de estudio de la quebrada Payhua. (Fig. 12-22)



**Figura 12-22.- Mapa de distribución de Tierras de Protección con limitaciones por erosión e inundación (XeI)**



**g) Tierras de protección con limitaciones por suelo- símbolo Xs**

Se refiere a las tierras de afloramientos rocosos y que se encuentran en la zona de vida de estepa. Ocupa un área de 103.95 ha, lo que representa el 6.52% del área de estudio de la quebrada Payhua. (Figura 12-23).



**Figura 12-23.- Mapa de distribución de tierras de protección con limitaciones por suelo (Xs) en la quebrada de Payhua**

**h) Tierras de protección con limitaciones por suelo y erosión Xse**

En estas tierras se han considerado los afloramientos rocosos presentes en las terrazas del cauce del río Rímac. Ocupa un área de 3.16 ha, lo que representa el 0.20% del área de estudio de la quebrada Payhua.

**Asociaciones de CUM**

**a) Tierras aptas para cultivo en limpio de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y necesidad de riego suplementario; asociadas a tierras aptas para cultivos permanentes de calidad agrológica media, con limitaciones por suelo y necesidad de riego – símbolo A3(r)s-C2(r)s**

Son tierras de terraza, de hasta 25% de pendiente, actualmente utilizadas para cultivos como papa, maíz y permanentes, principalmente, alfalfa. Ocupa un área de 23.20 ha, lo que representa el 1.46% del área de estudio de la quebrada Payhua. (Figura 12-24).



**Figura 12-24.- Cultivos en terraza prehispánica habilitada con riego de aspersión cultivo de alfalfa – Localidad Payhua – margen derecha.**

***b) Tierras aptas para pastos de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y erosión; asociadas a tierras de protección con limitaciones por erosión (símbolo P3se-Xe)***

Dentro de este grupo asociado se han incluido las tierras de terrazas prehispánicas habilitadas que, sin embargo, se encuentran en zona susceptible de erosión, por lo que se sugiere que mantengan una vegetación permanente que actúe como agente conservador del suelo, considerándose especies de pastizales como arbustivas y arbóreas. Ocupa un área de 83.16 ha, lo que representa el 5.22% del área de estudio de la quebrada Payhua. (Figura 12-25).

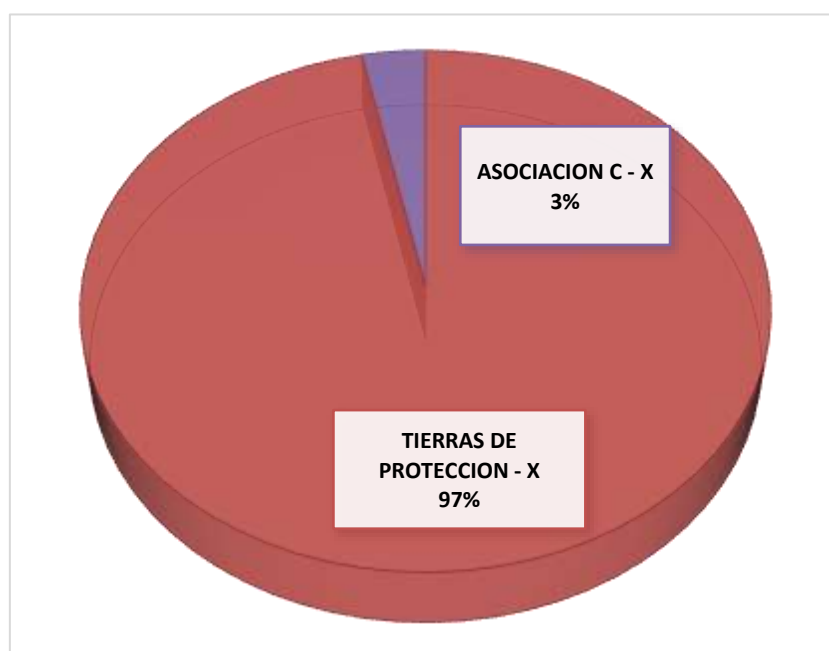


**Figura 12-25.- Mapa de distribución de la Asociación de Tierras aptas para pastos y Tierras de Protección (P3se-Xe).**

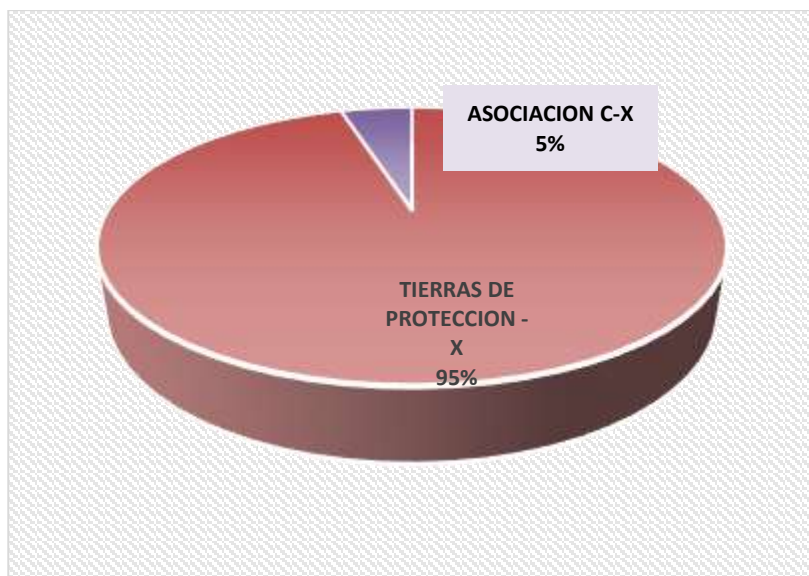
## 13. CAPITULO DE EROSIÓN HÍDRICA

### 13.1. Procesos de Erosión en Las Tres Quebradas

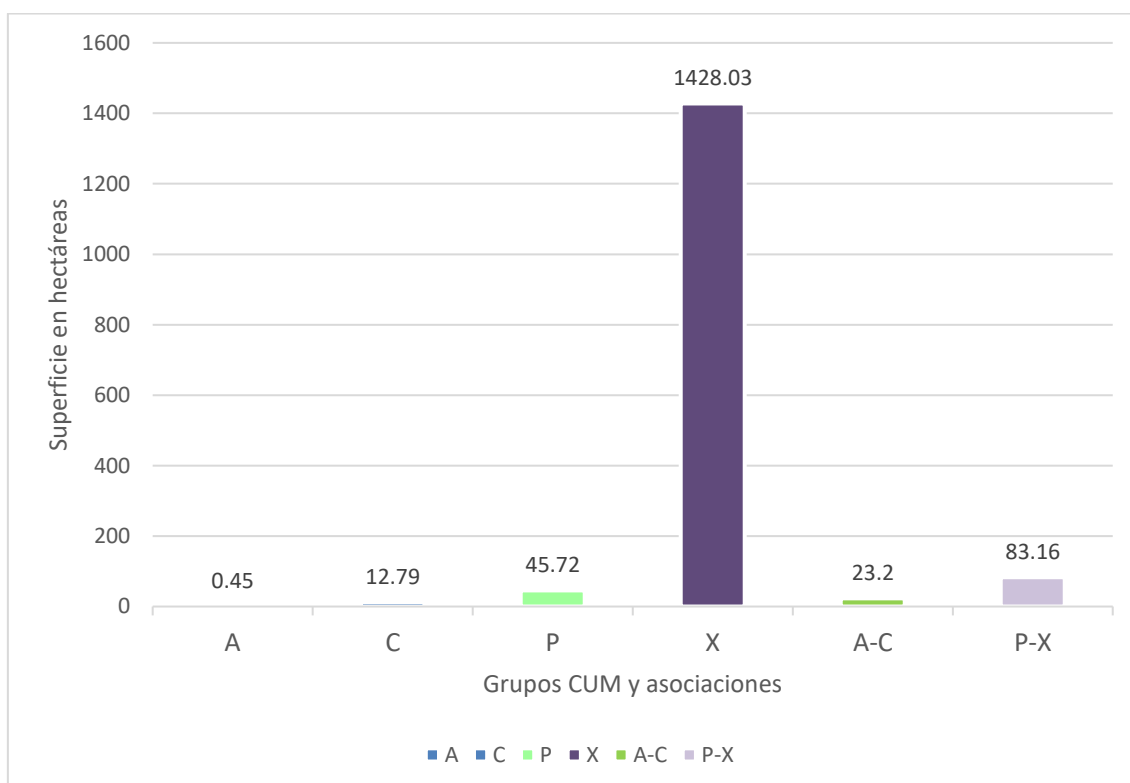
Las tres quebradas priorizadas Cusipata, Pedregal y Payhua, tienen en común que son escenarios de altas pendientes (mayores de 50%) motivo por el cual la aptitud de uso de sus tierras principalmente corresponden al grupo de capacidad de Uso Mayor denominadas “ Tierras de protección” (símbolo X) : el caso de Cusipata de un área total de 844.6 hectáreas ocupan el 97 % de esta quebrada, en el caso de Pedregal de una área total de 944.48 hectáreas ocupan el 95%, y en el caso de Payhua de un total de 1593.37 hectáreas ocupan el 90%, como se puede apreciar en las figuras 13-1, 13-2 y 1433.



**Figura 13-1.- Aptitud de tierras de acuerdo a su Capacidad de Uso Mayor en la quebrada de Cusipata.**



**Figura 13-2.- Aptitud de tierras de acuerdo a su Capacidad de Uso Mayor en la Quebrada de Pedregal.**



**Figura 13-3.- Aptitud de tierras de acuerdo a su Capacidad de Uso Mayor de la quebrada Payhua - superficie en hectáreas.**

El problema de erosión hídrica que afecta a las 3 quebradas de manera común son los procesos de remoción en masa, por las altas pendientes y eventos hidrometeorológicos que los activan, generalmente lluvias estacionales, las cuales tienen una distribución y volúmenes muy particulares, parecidos para las quebradas de Cusipata (Distrito de Chaclacayo) y Pedregal (Distrito de Lurigancho Chosica), ubicadas en una zona de vida de Desierto, muy diferentes a la quebrada Payhua en el distrito

de Matucana por estar en zonas de vida de: Páramo húmedo, Tundra pluvial, Estepa y Estepa espinosa.

### 13.1.1 Procesos de erosión por remoción en masa en las quebradas de Cusipata y Pedregal

#### **Factores de determinan los procesos de remoción en masa:**

##### **Factores condicionantes:**

El principal es la pendiente - gravedad

son los que establecen las características resistentes de las vertientes y los esfuerzos que se generan en ellas, propios de las zonas de laderas fuertemente empinadas de las zonas montañosas.

##### **Factores desencadenantes:**

Los factores detonantes son los procesos o fenómenos coyunturales que activan o aceleran el peligro considerado, como la precipitación, la sismicidad y la actividad antrópica. Este es un aspecto fundamental para determinar la amenaza, pues en una zona aparentemente estable, existen elementos que pueden cambiar las condiciones naturales en un momento determinado por acciones antrópicas como construcción de carreteras, edificaciones, etc.

#### ***Principales procesos de remoción en masa***

Teniendo en cuentas las quebradas priorizadas es pertinente indicar que los procesos más comunes son: deslizamientos, caída de rocas y flujos de detritus – huaycos, que se describen a continuación:

##### ***a) Desprendimiento de rocas:***

Se definen como la masa generalmente de rocas que se desprende de un talud abrupto (escarpado) mediante una superficie de corte pequeña. Los materiales descienden por caída libre si la ladera es escarpada, 45° y cuando el ángulo es menor las partículas saltan o se mueven rodando los bloques desprendidos al impactar con la ladera suelen romperse en fragmentos más pequeños.

Los desprendimientos suelen sub dividirse en: Caídas de rocas, detritus y suelos

Las caídas de rocas o derrubios, ocurren a velocidades muy rápidas (m/seg). Ocurren por acción de la gravedad en fuerte pendientes con o sin contenido de humedad.



En la base de los taludes de las montañas con laderas escarpadas se forman los depósitos de rocas o detritus denominados Conos de Derrubios (Figura 13-4).



**Figura 13-4.- Cono de derrubio en la parte alta de la quebrada de pedregal – laderas fuertemente empinadas, caída de rocas detritus y suelo.**

Son más frecuentes cuando existe la presencia previa de discontinuidades bien desarrolladas (esquistosidad, estratificación, fracturación) en las laderas de las montañas. (Figura 13-5).



**Figura 13-5.- Derrumbe de rocas fuertemente fisuradas, diaclasadas en escarpe de ladera.**

### ***b) Los deslizamientos***

Son desplazamientos de tierra, rocas y sedimentos ladera abajo a lo largo de una superficie de rotura plana circular o cóncava. Con frecuencia las primeras señales de movimiento del terreno son grietas superficiales a lo largo de ellas se suele desencadenar el deslizamiento.

Se trata de un movimiento progresivo, en el que la masa desplazada puede deslizar más allá de la superficie original de rotura sobre la superficie del terreno original.

La velocidad de estos movimientos es de lenta o moderada y se acelera por las lluvias intensas, o por movimientos sísmicos

Se puede incrementar el riesgo de deslizamiento si se tienen las siguientes condiciones en las tierras de laderas: no se evacua adecuadamente el exceso de riego, cortes para hacer carreteras, construir canales, viviendas, lluvias excesivas, uso inadecuado del suelo (sobrepastoreo, deforestación, quemas), ocupación de áreas de deslizamientos antiguos.

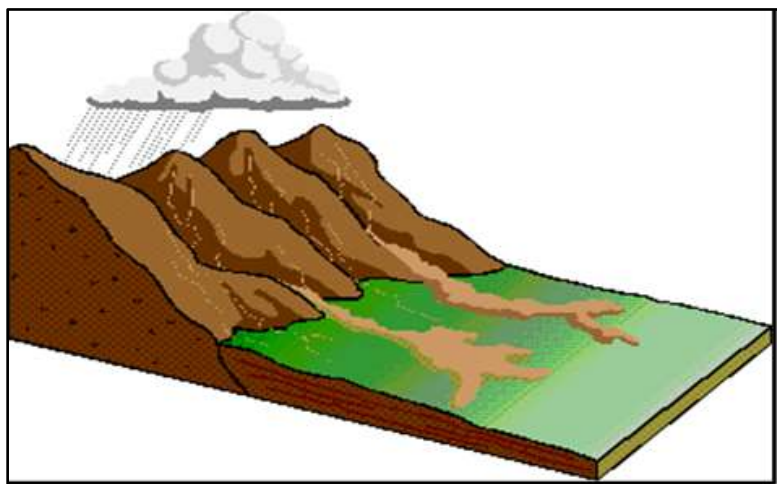
Los deslizamientos pueden deberse a diversas causas desde la inestabilidad de taludes, sismos, formaciones geológicas inestables, deforestación, entre otras causas.

Los deslizamientos se deben su causa a la saturación de los suelos por el agua, que se instala en los poros del suelo sobrepasando su capacidad de retención, causando inestabilidad en la estructura, la cual acompañado a otros factores como la pendiente y la deforestación se deslizan en volúmenes de masa de suelo, acompañados muchas veces por rocas y lodos, este tipo de deslizamientos se nota mayormente en las regiones de la sierra y selva alta debido a la presencia de altas pendientes y de precipitación.

El exceso de humedad en suelos arcillosos de laderas productos de precipitaciones intensas, producen la pérdida de estabilidad de éstos, los que se desprenden y deslizan, por el peso del material y el agua almacenada.

### ***c) Los Huaycos***

Son procesos de movimientos en masa que se caracterizan por el desplazamiento de flujos de detritus o corriente de barro, que discurren por el cauce una quebrada seca (huayco, denominación en la zona andina, también como lloclla). Figura 13-6.



**Figura 13-6.- Corrientes de barro, flujo de detritus (huaycos).**

En el caso de las quebradas de Cusipata y Pedregal, las tierras de protección “X” caracterizadas por tener altas pendientes, con abundancia de fragmentos rocosos, y escasez de vegetación, tienen las condiciones favorables para que se activen los procesos de remoción en masa (flujos de detritus, huaycos) cuando hay lluvias intensas, que ocurren en los meses de verano (febrero – abril).

### **13.2. Procesos de remoción en masa en la Quebrada Cusipata**

Es la más pequeñas de las quebradas seleccionadas, sin embargo, también cuando hay eventos de lluvias intensas, por la escasa vegetación y las altas pendientes también, genera flujos de detritus como el ocurrido en el año 2019 (25 de febrero), que se cita a continuación, afectando a la población de Chaclacayo y a la transitabilidad de la carretera central. (Figura 13-7).



Quebrada Los Cóndores



**Figura 13-7.- Interrupción del tráfico en la carretera central por el ingreso de flujo de detritos y suelo que baja de la Quebradas de los Cóndores y Cusipata en Chaclacayo. Marzo 2019.**

### **13.3. Procesos de remoción en masa en la Quebrada Pedregal**

En el área de Chosica y Chaclacayo, el fenómeno de huaycos violentos tiene larga data histórica, referencias desde 1909, 1015, 1925, 1926, 1939, 1950, 1952, 1954, 1955, 1959, 1967, 1972, 1976, 1983, 1985, 1987, 1912, 1917; de todos ellos los del año 1925-1926 que conjuntamente con la ocurrencia del fenómeno del Niño, causó daños alcanzó

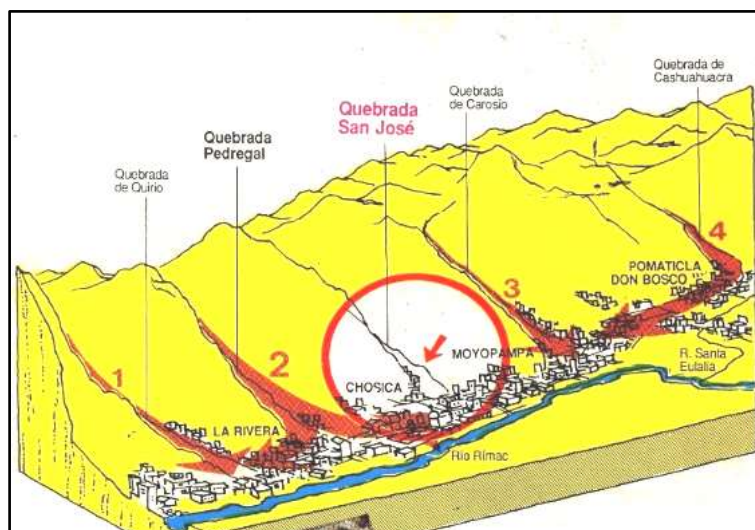


incluso la central Hidroeléctrica de Huampani (O'Connors, 1988), otro catastrófico fue el del año 1987

Uno de los últimos eventos que ocasionó mayor daño a la población fueron los huaycos que ocurrieron el año 1987, siendo uno de los más significativos el caso de la quebrada pedregal (Figuras 13-8 y 13-9).



**Figura 13-8.- Casas ubicadas en el cono de deyección de la quebrada pedregal en Chosica. Muchas casas fueron destruidas por el huayco que se activó en el año 1987.**



**Figura 13-9.- Chosica se encuentra rodeada de un conjunto de quebradas muchas de ellas de alto peligro por huaycos, que ocasionan recurrentemente daños a la población.**

#### **13.4. Procesos de remoción en masa en la Quebrada de Payhua**

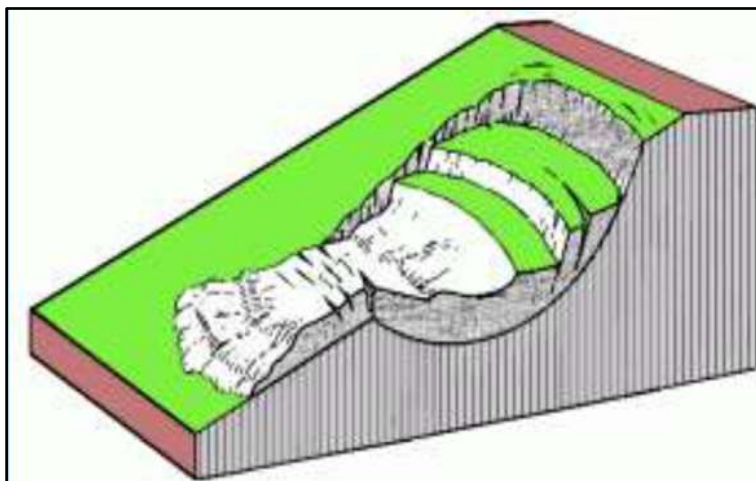
En la quebrada Payhua ocurren los procesos de remoción en masa: deslizamientos, caídas de rocas y huaycos, que aportan gran cantidad de material detrítico a la

quebrada, que condiciona la ocurrencia de desastres en la desembocadura en el río Rímac, el cual se represa temporalmente ocasionando daños por inundación a la ciudad de Matucana ubicada en la margen izquierda del río frente a la desembocadura de la quebrada Payhua.

También existen procesos de erosión hídrica superficial en las tierras de cultivos y tierras agropecuarias ubicadas en las laderas, formando cárcavas que disminuye la fertilidad natural de estas tierras.

La longitud de su cauce es de 7 km, con una variación altitudinal de 2390 msnm a 4760 msnm, generando una pendiente de 39%. su área es de 1500 has (15.5 km<sup>2</sup>)

En los taludes casi verticales de la quebrada de Payhua son comunes los deslizamientos, tanto en la margen derecha y la margen izquierda, como se aprecia en las siguientes figuras 13-10, 13-11 y 13-12.



**Figura 13-10.- Modelo y deslizamiento en la quebrada de Payhua en Matucana. INGEMET, 2005**



**Figura 13-11.- Vista de la zona de deslizamiento activo en la quebrada de Payhua, puede apreciarse el escarpe y saltos de terreno (INGEMET, 2005).**



**Figura 13-12.- Imagen Cicatriz y cabecera de deslizamientos activos en la margen derecha de la quebrada Payhua – Matucana.**

El área de deslizamientos activos cerca a la población de Payhua, se ha incrementado en un factor de 15 desde 1955, aunque su actividad ha sido lenta los últimos años y su aporte al represamiento del río Rímac, comparado con los aportes de los huaycos que bajan de la parte alta, no se han determinado, siendo necesario investigar este tema para prevenir daños a la población de Matucana en escenarios futuros.

*El peligro de deslizamientos de la quebrada Payhua es que todo el material que baja de los taludes, junto con los flujos de detritus que bajan de la parte alta y discurren por su cauce llegan a la parte baja y se depositan en el río Rímac, represándolo temporalmente, ocasionando la inundación de la población de Matucana que se encuentra ubicada en la orilla, margen izquierda. Se han registrado desastres provocado por huaycos e inundaciones ocurridos en los años 1878, 1959 y 1983, todos ellos relacionados a precipitaciones excepcionales (Fenómeno del Niño) que ocurren en la parte media y alta de la quebrada Payhua en donde ocurren deslizamientos, caídas de rocas y huaycos (flujo de detritus) en sus tributarios principales*

## **14. PROPUESTA DE MEDIDAS DE INFRAESTRUCTURA NATURAL PARA MINIMIZAR LA PÉRDIDA DE SUELOS ANTE PELIGROS HIDROMETEOROLÓGICOS EN LAS QUEBRADAS PRIORIZADAS DE CUSIPATA, PEDREGAL Y PAYHUA**

En la actualidad, los desastres representan una gran amenaza para el desarrollo sostenible y continuarán siéndolo en el futuro (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, 2015), por lo que disminuir el riesgo de desastres y de sus impactos sociales, ambientales y económicos constituye una prioridad global.

El Perú es un país de alto riesgo de desastres por ser escenario de fenómenos naturales y factores condicionantes como la presencia de la cordillera de los Andes (fenómenos geológicos diversos: deslizamientos, huaycos, corrientes de detritus); por estar ubicado en una zona tropical y subtropical con gran influencia de eventos hidrometeorológicos (Fenómeno El Niño, lluvias intensas que ocasionan inundaciones, etc.).

Desde el Estado, existe en la actualidad una gran necesidad de fortalecer la gestión del riesgo de desastres, asociados a eventos hidrometeorológicos, cuya ejecución es una tarea transversal en todos los sectores y niveles de gobierno. Tradicionalmente, para enfrentarlo, debido a inundaciones o movimientos de masa, se ha recurrido a ejecutar medidas de infraestructura física como muros de contención, diques, mallas geodinámicas, gaviones, enrocado al volteo, etc., que no son soluciones sostenibles.

En la actualidad, desde la aprobación del Marco de Sendai<sup>1</sup> para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, se aplica en distintos países un enfoque más integral: la implementación de medidas de infraestructura natural (revegetación, reforestación, etc.) basado en ecosistemas para la reducción del riesgo de desastres en las comunidades, enfoque bajo el cual no solo se repone lo dañado, sino que se reduce la vulnerabilidad social mediante su contribución al suministro de alimentos y agua y, también, por la menor exposición a los peligros, lo cual disminuye a su vez los costos de mantenimiento y mejora la sostenibilidad (Sebesvari *et al.*, 2019).

En ese contexto, el objetivo principal del estudio de la aptitud de las tierras asociado a la pérdida de suelos ante peligros hidrometeorológicos en las quebradas de Cusipata Pedregal, y Payhua, realizado por el proyecto FONDES-SENAMHI es brindar información general sobre los conceptos de la importancia del uso de plantas nativas para la prevención y el control de la erosión en los taludes de esta quebradas, mediante

---

<sup>1</sup> Este acuerdo se adoptó en la III Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre Riesgo de Desastres celebrada en Sendai, Japón, el 18 de marzo de 2015. Recuperado de [https://www.unisdr.org/files/43291\\_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf](https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf)



revegetación o reforestación que en la actualidad están consideradas como importantes actividades de infraestructura natural para la prevención y reducción del riesgo de desastres en «puntos críticos» de alto riesgo a procesos de remoción en masa activados por eventos hidrometeorológicos en todo el país, que pueden ser financiados por varias instituciones del estado como PREVAED (Reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres- Programa Presupuestal PP068) , Autoridad para la Reconstrucción con Cambios, FONDES (Fondo Para Intervenciones ante la Ocurrencia de Desastres Naturales), para atender las demandas de los gobiernos locales y regionales.

Por este motivo es de gran importancia el Estudio de Aptitud de las tierras asociado a la pérdida de suelos ante peligros hidrometeorológicos en las quebradas de Pedregal, Cusipata y Payhua que está realizando el SENAMHI con los fondos provenientes del FONDES: Fondo para intervenciones ante la ocurrencia de Desastres naturales.

El trabajo de consultoría se realizará de acuerdo a los términos de referencia establecidos para un tiempo de 50 días calendario que han comenzado con la orden de servicios N°0001084 emitida el 22/11/2021, bajo el concepto de Servicios de Especialista en Conservación de Suelos para el Desarrollo de las Actividades de FONDES.

#### **14.1. La infraestructura natural en los Proyectos de Inversión en nuestro País, asociados a la Gestión de Riesgos:**

En el año 2017 cuando se desactiva los proyectos SNIP y se crea el *Sistema Nacional de Programación Multianual de Inversiones por Decreto Legislativo 1252*, en su reglamento aprobado mediante decreto Supremo N° 027-2017-MEF, se define la **Infraestructura natural (IN)** como la red de espacios naturales que conservan los valores y funciones de los ecosistemas, proveyendo servicios ecosistémicos\*. Así mismo, la implementación de las medidas de infraestructura natural tiene por finalidad, entre otros, reducir el riesgo de desastres.

##### **14.1.1. En el Programa Presupuestal PP068- PREVAED:**

**Reducción de la Vulnerabilidad y Atención a Emergencias por Desastres, las principales medidas de restablecimiento de la infraestructura natural (RIN) consideradas:**

Para el mantenimiento de cauces, drenajes y estructuras de seguridad física frente a peligros son:

- Reforestación y mantenimiento con especies nativas. (exóticas relevantes)
- Revegetación y mantenimiento con especies nativas.

Para protección y estabilización de taludes de ladera empinadas se debe utilizar las siguientes medidas de restablecimiento de la infraestructura natural:

- **Reforestación de mantenimiento de especies nativas.**
- **Revegetación y mantenimiento de especies nativas.**
- Diques para control de cárcavas.

El Programa Presupuestal PP0068 «Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres» (PREVAED) es de carácter multisectorial y tiene un enfoque territorial para intervenir en los tres niveles de gobierno (nacional, regional y local) con programas de reducción del riesgo de desastres y promover la ejecución de medidas de RIN en zonas de alto riesgo no mitigable.

En el año 2018 se publican los Lineamientos para la incorporación de criterios sobre infraestructura natural y gestión del riesgo en un contexto del cambio climático en el marco de Reconstrucción con Cambios. (D.S. N°17-2018-MINAM). donde se indica que La infraestructura natural es esencial para prevenir vulnerabilidades generadas por el cambio climático, lo cual asegura la provisión de servicios ecosistémicos, la reducción de desastres y hace más sostenible la infraestructura física.

#### **14.1.2. La Autoridad para la Reconstrucción con Cambios<sup>2</sup> (ARCC);**

Adoptó el concepto de “**infraestructura natural como parte de la gestión del riesgo**”, para asegurar la sostenibilidad de la infraestructura física en las zonas afectadas por eventos climáticos<sup>3</sup>. Se aplica en puntos críticos de alto riesgo priorizados con información de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (Cenepred), el MINAM, a través de la

<sup>2</sup> La Autoridad Para la Reconstrucción con Cambios, fue creada mediante Decreto Supremo N°094-2018-PCM, en el marco de la Ley N° 30556 que aprueba disposiciones de carácter extraordinario para las intervenciones del Gobierno Nacional frente a desastres. Presidencia del Concejo de Ministros.

<sup>3</sup> Lineamientos para la incorporación de criterios sobre Infraestructura Natural y Gestión del Riesgo en un contexto del Cambio Climático, en el marco de la Reconstrucción con Cambios, Decreto Supremo n.º. 017-2018-MINAM del 30 de diciembre de 2018.

herramienta Identificación Rápida de Medidas para la Acción (IRMA)<sup>4</sup>, el Instituto Nacional de Defensa Civil (Indeci) y el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (Ingemmet). Se plantean las siguientes medidas de infraestructura natural:

- **Reforestación con especies nativas**
- **revegetación con especies nativas**
- **diques para control de cárcavas**
- **instalación de terrazas de formación lenta**
- **enriquecimiento del suelo**
- **construcción de zanjas de infiltración**
- **barreras rompevientos**

Actualmente, la Autoridad para la Reconstrucción con cambios, está diseñando proyectos de **infraestructura natural como parte de la gestión integral del riesgo de desastres**, con una inversión de 224 millones de dólares en 14 cuencas prioritizadas en las regiones de Tumbes Piura Lambayeque la libertad, Ancash, Lima, Ica. Este financiamiento ha sido posible a través de un convenio entre el gobierno el Perú y el Reyno Unido. Se plantea restaurar 51000 has de ecosistemas en las cuencas mencionadas con la finalidad de reducir los riesgos de inundaciones y deslizamientos, también permitirá generar más de 1 millón de puestos de trabajo para mejorar el nivel económico de las zonas rurales; se estima que los proyectos aprobados se estarán implementando a fines del año 2022.

Estos proyectos proponen realizar un manejo integral de los ecosistemas en la cuencas como una medida eficaz para complementar las intervenciones de infraestructura gris, con fundamento en las investigaciones realizadas estos últimos años por Condesan, Imperial College de Londres, y la Universidad de Louvain de Bélgica, en el marco del proyecto Infraestructura Natural para la Seguridad Hídrica; así por ejemplo, las tasas de erosión en áreas con cobertura vegetal nativa bien conservada son, en promedio, entre 9 y 12 veces más bajas en comparación con campos de cultivos agrícolas y zonas ganaderas.

---

<sup>4</sup> Herramienta desarrollada por la Dirección General de Ordenamiento Territorial Ambiental (DGOTA) cuyas acciones incorporan la infraestructura natural en las cuencas hidrográficas para prevenir los desastres generalmente asociados a eventos climáticos extremos.

## **14.2. El rol de la vegetación para los trabajos de infraestructura natural para la gestión de riesgos a procesos de erosión por remoción en masa**

Los últimos 20 se han realizado estudios que demuestran que los procesos de remoción en masa que ocurren en las laderas de las montañas, pueden ser influenciados significativamente por la distribución de la vegetación en el terreno, porque genera un impacto positivo en la estabilidad del suelo en estas laderas, pudiendo actuar como una barrera protectora entre el suelo y los elementos que provocan la ocurrencia de movimientos en masa. (Marín-Sánchez y Osorio, 2017).

El efecto es más significativo cuando hay árboles, arbustos y herbáceas (miltiestratos), los cuales en las laderas tienen dos tipos de efectos: hidrológicos y mecánicos:

### **14.2.1. Efectos Hidrológicos:**

La vegetación, en un evento de lluvia puede reducir el agua disponible para infiltración y los niveles de humedad del suelo debido a la interceptación, evaporación de lluvia en el dosel arbóreo y el proceso de transpiración (Sidle y Ochiai, 2006). Sin embargo, cuando existe una abundante hojarasca, esta mejora la estructura del suelo y su porosidad, aumentando la rugosidad, aumentando así, la capacidad de infiltración del agua en el suelo; depende también del grado de establecimiento que hayan logrado los árboles, los arbustos y herbáceas en la ladera.

Una vegetación más frondosa mitiga más eficientemente los efectos de la lluvia, disminuyendo en consecuencia la erosión. Podemos comprobar como la escorrentía del agua y sus efectos erosivos son inversamente proporcionales a la densidad y volumen del follaje (ejemplo: las hierbas y pastos actúan como colchón protector). De esto podemos concluir, que la mejor protección contra la erosión y los deslizamientos, se obtiene estableciendo conjuntamente todos los sistemas de vegetación, incluyendo desde los más simples musgos a las demás variedades (arbustos, matorrales, árboles, etc.).

Las copas de los árboles interceptan la lluvia, la energía cinética de las gotas de agua aumentan y provocan tasas de erosión mayores que en suelos desnudos con precipitación directa (García-Chevesich, 2008). Se ha demostrado que, a mayor altura de copa, se produce mayor erosión, debido a un aumento en la velocidad de las gotas, que equivalente al 90% de su velocidad máxima. Por eso es fundamental que haya una cobertura multiestratos y sobre todo vegetación rastrera debajo de los árboles.

La vegetación diversa, árboles, arbustos y hierbas (altura, continuidad y densidad) disminuye la velocidad del agua, reduce la erosión y atrapa el sedimento (filtro de partículas). Se incrementa la protección del suelo, disminuyendo la escorrentía y se

incrementa la infiltración. Los componentes radiculares contribuyen a aumentar la resistencia mecánica del suelo. La presencia de materia orgánica, ofrece estabilidad, rugosidad y porosidad, lo que supone un aumento en la capacidad de infiltración. (Alvarado, Romero y Piedra, 2014).

El efecto del tipo de vegetación, de manera individual, en el proceso de infiltración también es relevante como se puede apreciar en la figura 1, donde se muestra que en los suelos que tienen árboles, la tasa de infiltración es mayor que en aquellos suelos que tienen pastos y cultivos. (Figura 14-1).

*Resultados obtenidos en Japón*



Fuente: Murai y Yusaku, 1975.

**Figura 14-1.- La influencia del tipo de vegetación en la infiltración del agua en el suelo.**

La cubierta vegetal disipa la energía del agua, por lo que se **reduce la velocidad de la escorrentía**, debido a que genera rugosidad, en la mayoría de trabajos de conservación de suelos, la rugosidad se expresa como un valor N de Manning, que representa la suma de las rugosidades de las partículas del suelo y la vegetación. El nivel de rugosidad con diferentes formas de vegetación depende de la morfología y la densidad de las plantas, así como su altura en relación con la profundidad de flujo.

Se evalúa determinando en el campo el coeficiente de escorrentía se calcula con la siguiente ecuación:

$$C = \frac{\text{cantidad de lluvia escurrida}}{\text{cantidad de lluvia caída}}$$

El coeficiente de escorrentía C surge del cociente entre la escorrentía superficial provocada por la cantidad de lluvia caída, es un coeficiente con valor adimensional de 0 a 1. un valor medio del coeficiente de escorrentía entre el 0.5 y el 0.7 significa que del 50 al 70% del agua de lluvia caída pasa a ser agua de escorrentía.

Cómo se puede apreciar en la tabla el coeficiente de escorrentía será mayor al aumentar la impermeabilidad del suelo, disminuir la cubierta vegetal y aumentar la pendiente. De acuerdo a estas consideraciones las regiones más sensibles a la erosión hídrica superficial serán aquellos suelos arcillosos (baja permeabilidad), con escaso desarrollo de la cobertura vegetal (suelos agrícolas) y con relieves moderados a fuertes (colinas y montañas).

Se puede estimar el coeficiente de escorrentía considerando el tipo de vegetación, el tipo de suelo y la pendiente como se puede apreciar en la tabla de Prevert 1986, cuyos valores se han obtenido de manera experimental. (tabla 14-1).

**Tabla 14-1.- Coeficiente de escorrentía en función del uso de suelo (bosque, pastizal, agricultura), pendiente y la textura del suelo.**

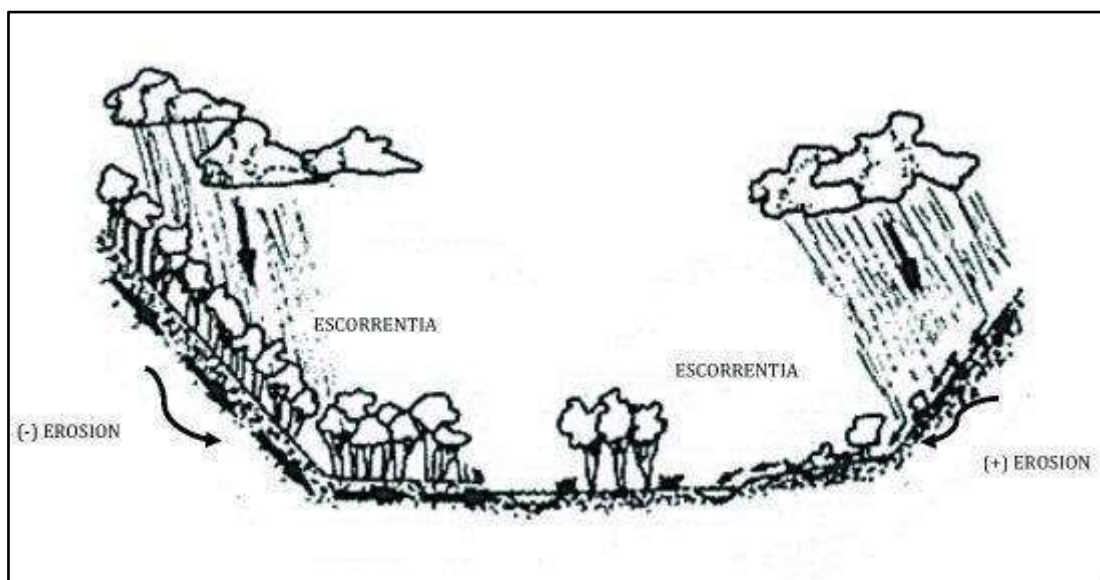
Uso del suelo	pendiente	Textura del suelo		
		Arenoso, limoso, franco arenoso	Limoso Limoso - arenoso	arcilloso
bosque	0 - 5	0.10	0.30	0.40
	5 - 10	0.25	0.35	0.50
	10 - 30	0.30	0.40	0.60
	>30	0.32	0.42	0.63
pastizal	0 - 5	0.15	0.35	0.45
	5 - 10	0.30	0.40	0.55
	10 - 30	0.35	0.45	0.65
	>30	0.37	0.47	0.68
Cultivo agrícola	0 - 5	0.30	0.50	0.60
	5 - 10	0.40	0.66	0.70
	10 - 30	0.50	0.70	0.80
	>30	0.53	0.74	0.84

Fuente: Prevert 1986 – en TRACSA, 1994.

Las condiciones físicas que determinan la velocidad de la escorrentía superficial, y la erosión hídrica, en las laderas aumentan cuando:

- ⇒ aumenta la intensidad y duración de las lluvias
- ⇒ disminuye la capacidad de infiltración del agua en el suelo
- ⇒ aumenta la pendiente del terreno
- ⇒ disminuye la cobertura vegetal
- ⇒ disminuye la rugosidad de la superficie

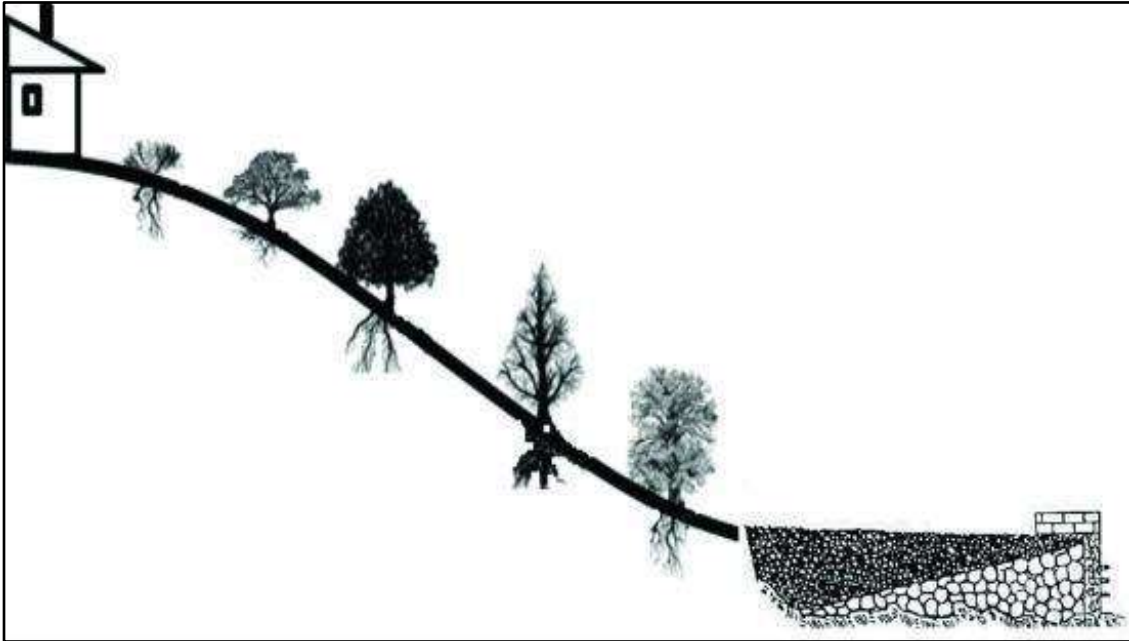
En la Figura 14-2 se puede apreciar la gran diferencia que existe cuando hay una buena cobertura vegetal en una ladera (no hay escorrentía) en cambio en una ladera que no tiene cobertura la escorrentía y la erosión son máximas.



**Figura 14-2.- En una ladera sin vegetación la escorrentía y la erosión son muy intensas, situación que no ocurre en las con buena cobertura vegetal**

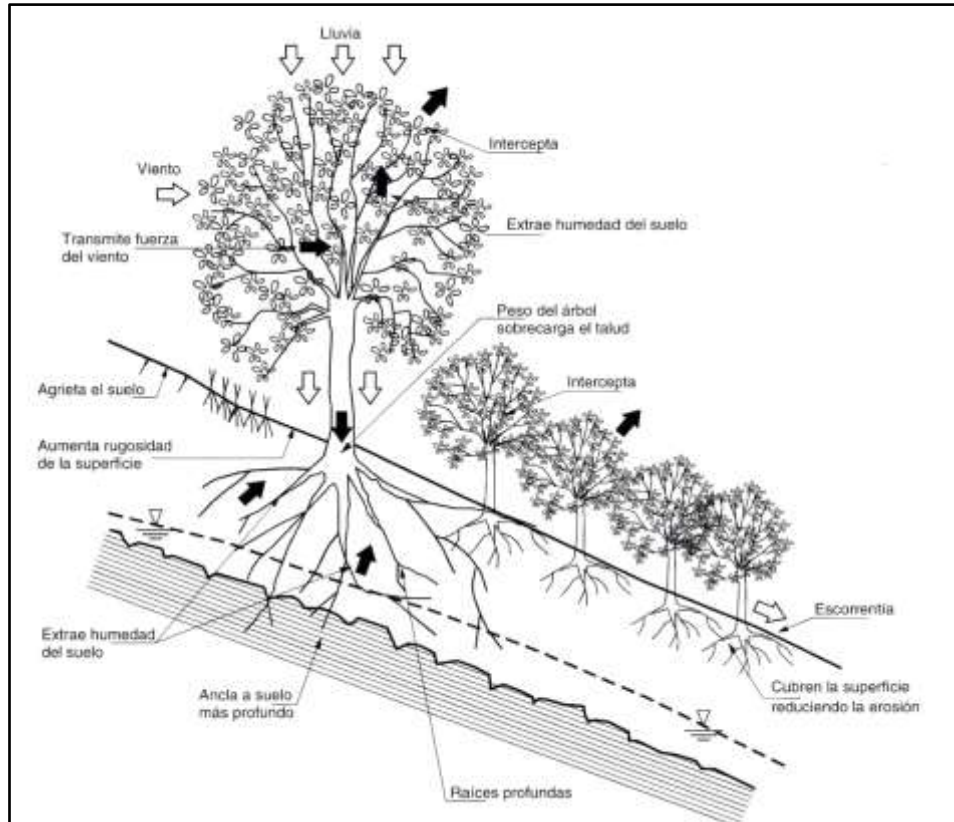
En la figura 14-3 se aprecia la importancia de tener diferentes tipos de vegetación para lograr obtener mejores resultados para el control de la erosión y la estabilidad





**Figura 14-3.- Es necesario poner diferentes tipos de vegetación para el control de la erosión y estabilidad en las laderas (Fuente Díaz, 1998; dibujo A.F. Carrillo, 2015)**

En la siguiente figura 14-4. se aprecian los efectos de la vegetación y sus funciones hidrológicas y para dar estabilidad a las laderas.



**Figura 14-4.- Efectos de la vegetación en el control de la erosión y estabilidad de las laderas.**

Para la instalación de vegetación, también es de gran importancia conocer la capacidad de almacenamiento de agua que tienen los diferentes tipos de suelos (Tabla 14-2)

**Tabla 14-2.- Cantidad de agua disponible en los diferentes tipos de suelos.**

Tipo de suelo	Capacidad disponible de agua (mm/metro de espesor de perfil)	observaciones
Capa delgada de suelo sobre roca fracturada	10	No es posible establecer cobertura vegetal (arbórea/arbustiva)
Suelos arenosos sobre arenisca blanda	85	Es posible establecer vegetación de acuerdo a las limitaciones del sitio, del suelo y de la especie vegetal
Suelos arenosos de gran espesor	100	
Suelos limosos	115	
Suelos arcillosos	130	
Turbas	200	

*Jaime Suárez. 2000. Control de la Erosión. Colombia.*

#### **14.2.2. Efectos Mecánicos:**

La vegetación nativa da estabilidad en las laderas inclinadas mediante anclaje de las raíces en estratos de suelo más estables, atando lateralmente superficies susceptibles a falla y proporcionando una membrana de refuerzo a la capa del suelo, de tal manera que se aumenta la resistencia cortante del terreno.

No obstante, el peso de los árboles aumenta los componentes de fuerza normales y paralelos a la ladera, lo que en determinados casos favorece la inestabilidad, así como sucede con las fuerzas dinámicas transmitidas por el viento a través del tronco de los árboles.

La vegetación aumenta la fortaleza y competencia del suelo en el cual está creciendo y por lo tanto contribuye a su estabilidad.

Algunas consideraciones generales de los efectos mecánicos de la vegetación en laderas:

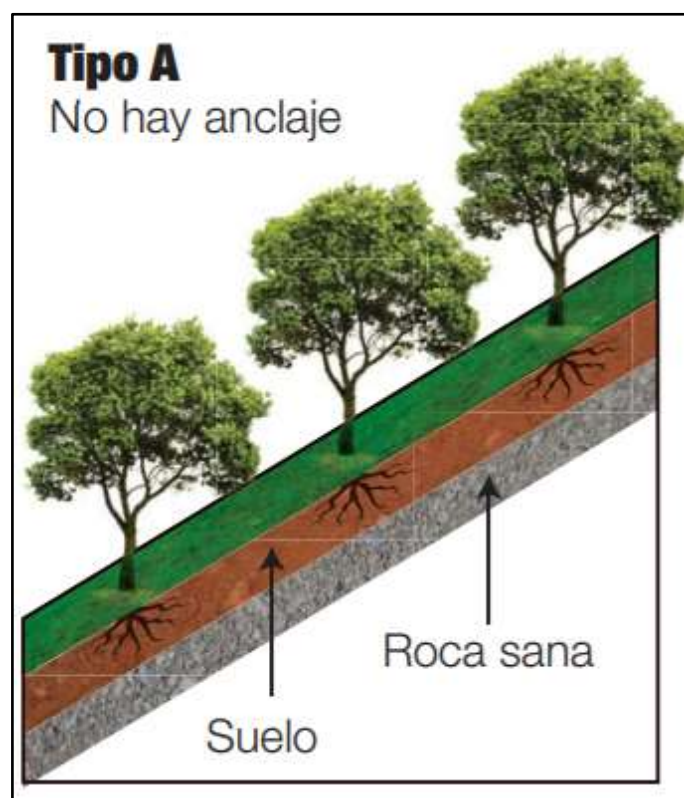
- Los árboles altos reducen más la erosión que los arbustos.

- Las hierbas o maleza protegen mejor contra la erosión que los pastos.
- La mejor protección contra la erosión y los deslizamientos, se obtiene estableciendo conjuntamente todos los sistemas de vegetación, incluyendo los musgos y demás variedades.

Los efectos de la deforestación sobre la estabilidad de los taludes pueden no ser inmediata. Inicialmente se produce un cambio hidrológico y un aumento de la erosión superficial y de la infiltración, pero los efectos desastrosos se observan, cuando la infraestructura radicular original se descompone, generalmente entre 2 a 5 años después de la deforestación. Este efecto se materializa en deslizamientos impactando en la población y en sus medios de vida.

#### ***Clasificación del refuerzo de los taludes de las laderas con las raíces de árboles***

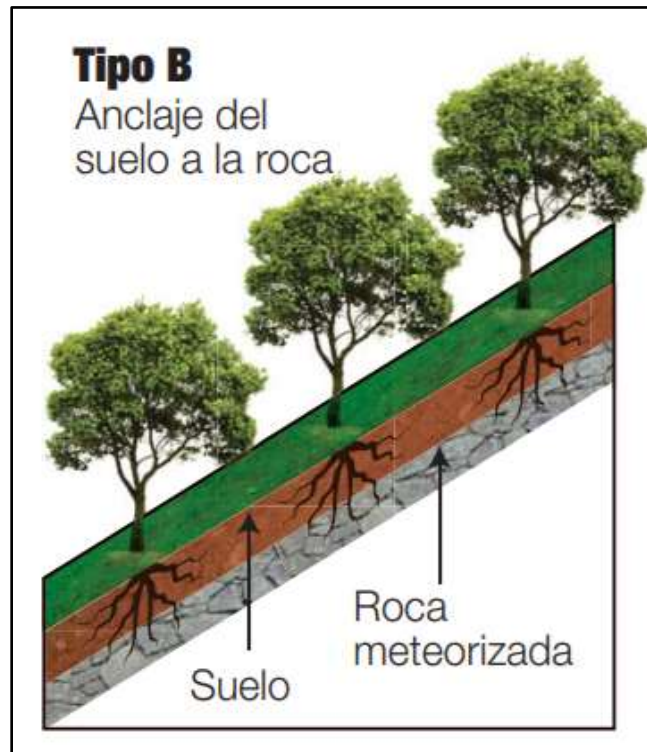
➤ **Talud Tipo A:** poseen una capa muy delgada de suelo sobre roca masiva y sin defectos que permitan puntos de anclaje para las raíces y una superficie de falla potencial entre el suelo y la roca (Figura 15-5)



**Figura 14-5.- Talud Tipo A.**

Propuesta por Tsukamoto and Kusakabe (1984) citados por la Oficina de Cooperación Suiza en Centro América (2010).

- **Talud Tipo B:** Una capa delgada de suelo sobre una roca con fracturas o defectos que permiten la entrada y anclaje de las raíces. (Figura 15-6).

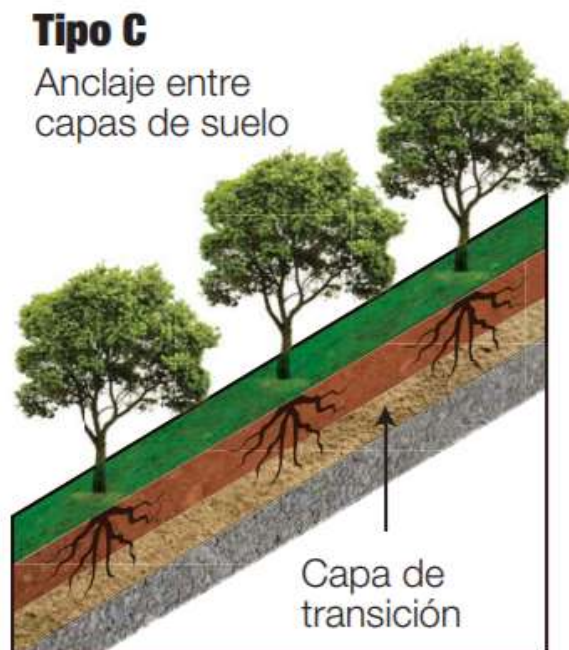


**Figura 14-6.- Talud Tipo B.**



**Figura 14-6.1.- Árboles de molle serrano en la quebrada de pedregal, bien instalado en un suelo superficial con un sub suelos rocoso, pero fuertemente fracturado y meteorizado de granodioritas, a través del cual las raíces se distribuyen en la profundidad sin inconvenientes. Laderas de la parte alta de la Quebrada Pedregal.**

- **Talud Tipo C:** Varias capas de suelo y las raíces penetran normalmente las interfaces reforzando los contactos entre las diversas capas. (Figura 14-7).



**Figura 14-7.- Talud Tipo C**

- **Talud Tipo D:** Taludes con una capa gruesa de suelo y raíces a profundidades inferiores a las de las superficies potenciales de falla (Figura 15-8).



**Figura 14-8.- Talud Tipo D.**

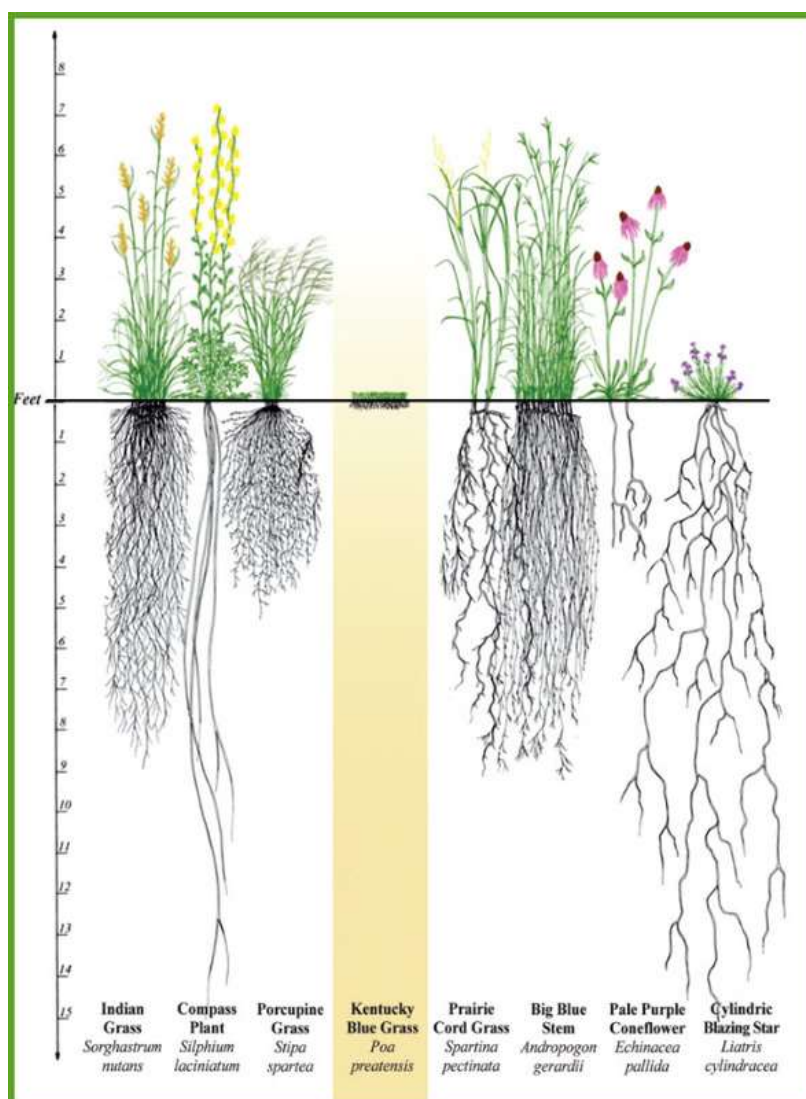
Fuente: Oficina Suiza en Centroamérica, 2010.



También es fundamental para seleccionar las plantas para el control de la erosión en laderas conocer las características de los sistemas radiculares de las plantas,

### ***El Estudio De Los Sistemas Radiculares De Las Plantas Para Revegetación***

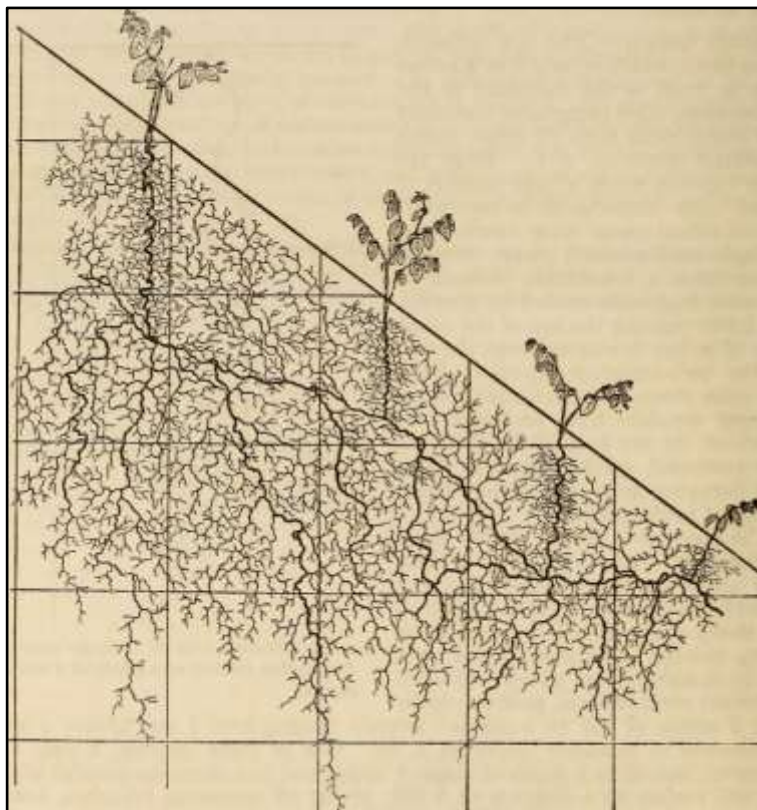
En la figura 14-9 se puede apreciar que entre las gramíneas que tienen raíces fasciculadas también existen diferencias por ejemplo las del género *Stipa* (similar al ichu) tienen un mejor desarrollo de las raíces que las poaceas, que abundan aquí en nuestras condiciones de la sierra.



**Figura 14-9.- Diferencias entre el desarrollo radicular y foliar que tienen diferentes especies de plantas apreciar las diferencias marcadas en entre dos tipos de pastos como en el caso de *Stipa* y *Poa* que también existen especies similares aquí en Perú.**

Existen especies vegetales que se propagan por estolones y rizomas, de manera espontánea, pudiendo llegar a ser invasivas, pero para fines de revegetación de laderas con alto peligro de erosión, es necesario identificarlas y evaluar su posibilidad de

instalación como se muestran en la figura 15-10. En nuestro país el pasto kikuyo se propaga por estolones de una manera muy rápida llegando a ser invasiva, pero que puede ser de gran ayuda para utilizarlo para la protección contra la erosión en estos taludes de las quebradas de huaycos.



**Figura 14-10.- Planta bien instalada en el talud de una ladera, por su sistema de propagación vegetativa espontánea de rizomas y/o estolones.**

### ***Efectos Positivos y Negativos del Uso de la Vegetación en la Estabilidad De los Suelos de Laderas donde Existen Riesgos de Deslizamientos***

Se puede observar en la tabla 14-3, los mecanismos beneficiosos y adversos de la influencia de la vegetación, en los aspectos hidrológicos y mecánicos, en las laderas donde ocurren deslizamiento.

**Tabla 14-3.- Resumen de las influencias de la vegetación en la estabilidad de laderas. - deslizamientos- 'A' denota mecanismos adversos para la estabilidad, 'MA' denota mecanismos marginalmente adversos, 'MB' denota mecanismos marginalmente beneficiosos y 'B' indica mecanismos beneficiosos.**

Mecanismos	Influencias sobre tipos de deslizamientos	
	Superficial rápido	Profundo
<b>Mecanismos hidrológicos</b>		
Intercepción de la precipitación por el dosel arbóreo, favoreciendo la evaporación y reduciendo el agua disponible para la infiltración	B	B
Sistema de raíces extraen agua del suelo para efectos fisiológicos (a través de la transpiración) disminuyendo la humedad disponible en el suelo	B	B
Raíces, tallos y hojarasca, aumentan la rugosidad de la superficie del terreno y la capacidad de infiltración en el suelo	MA	MA
El agotamiento de la humedad en el suelo, puede causar grietas de desecación (suelos de texturas finas) que resultan en una mayor infiltración y facilita la entrada el agua en el plano de falla más profundo	MA	MA

Mecanismos	Influencias sobre tipos de deslizamientos	
	Superficial rápido	Profundo
<b>Mecanismos mecánicos</b>		
Raíces individuales anclan el manto inferior del suelo a un estrato de suelo más estable	B	MB
Raíces resistentes atan a través de planos de debilidad a lo largo de flancos de posibles deslizamientos	B	B
Las raíces proporcionan una membrana de refuerzo a la capa de suelo, aumentando la resistencia cortante del suelo	B	B
Las raíces de la vegetación leñosa se anclan en estratos firmes, prestando apoyo a capas de suelo en partes superiores de la ladera, mediante apuntamiento y arqueado.	B	MB
El peso de los árboles aumenta los componentes de fuerza normales y paralelos a la ladera (sobrecarga)	MA/MB	MA/MB
El viento transmite fuerzas dinámicas a la capa de suelo a través del tronco de los árboles	A	MA



'A' denota mecanismos adversos para la estabilidad, 'MA' denota mecanismos marginalmente adversos, 'MB' denota mecanismos marginalmente beneficiosos y 'B' indica mecanismos beneficiosos.

Greenway, CITADO POR (Marín-Sánchez y Osorio, 2017).

### ***Uso de Especies Nativas en la Rehabilitación de Áreas Degradadas***

Uno de los objetivos en la rehabilitación de áreas degradadas es el establecimiento de una capa protectora compuesta por especies nativas, interactivas y adaptadas, que desarrollen una comunidad sucesora uniforme (Rondón y Vidal 2005). Es fundamental el uso de plantas autóctonas ya que están bien adaptadas al medio, son atractivas (follaje y flor), desarrollan un sistema de raíces extensivo, son excelentes para la vida silvestre propia del lugar y no requieren mucho mantenimiento.

A pesar de las perturbaciones periódicas del suelo, las especies nativas han evolucionado para mantener sus poblaciones. Son altamente adaptadas a depredadores naturales (fauna herbívora) y a las características propias de la región. En contraparte, las especies exóticas tienen la desventaja de no estar favorecidas por las condiciones locales del clima, patógenos o animales herbívoros; sin embargo, son agresivas y compiten con la vegetación natural del sitio; dominan el área e impiden el establecimiento de otras especies (Rondón y Vidal 2005).

De esta forma, se recomienda establecer una cobertura estabilizadora del terreno usando una diversidad de especies herbáceas nativas o naturalizadas. En suelos con predominancia de arenas es preferible el uso de herbáceas de crecimiento permanente tolerantes a la sequía y cactáceas.

### ***Criterios para la Selección de Plantas Nativas para el Control de la Erosión***

Para la selección de vegetación nativa para el control de la erosión, se pueden tener en cuenta los criterios que proponen Ronodl y Vidal (2005), citados por Alvarado, Romero y Piedra (2014).

- Especies nativas
- Follaje grande y fuerte
- Ciclo permanente (de preferencia)
- Propagación sencilla y rápida
- Sistema radicular profundo
- Crecimiento rápido
- Resistencia contra la sedimentación
- Especies pioneras e invasoras poco exigentes a la calidad del sitio
- Mínimo mantenimiento (riego, limpieza y podas)

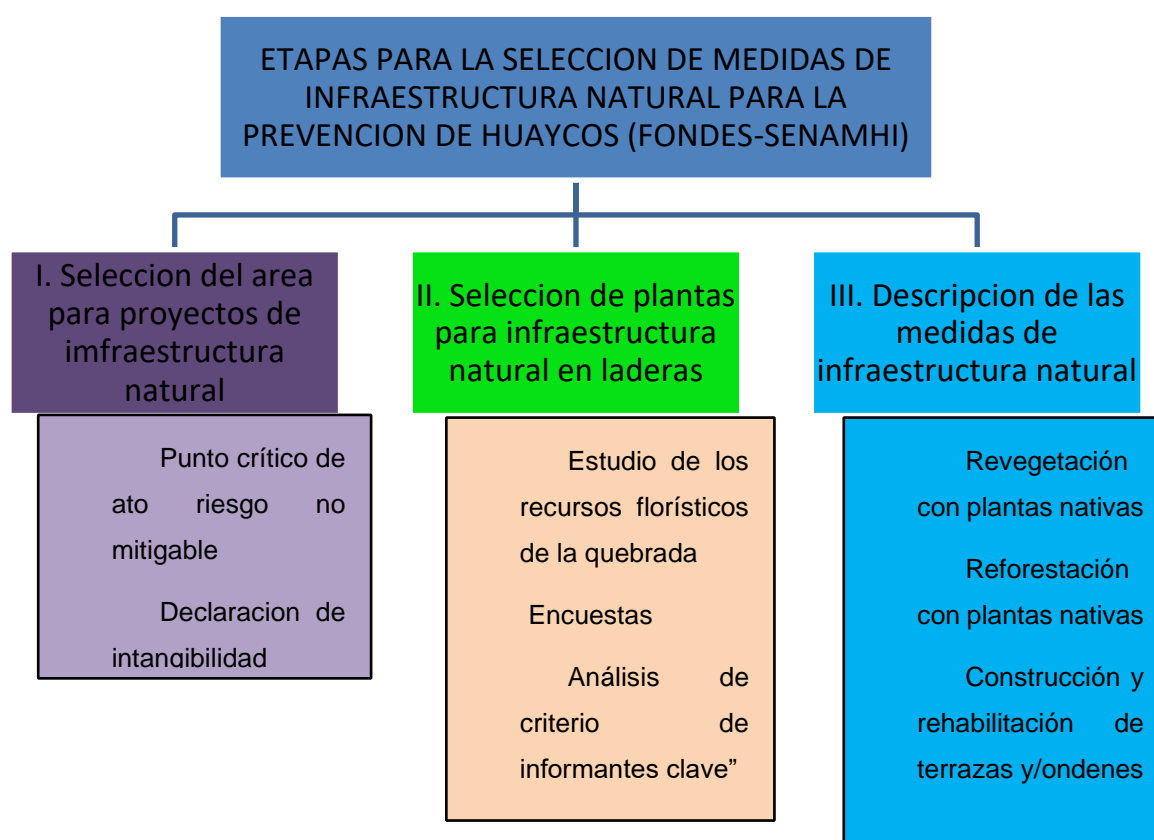
- Resistencia a plagas y enfermedades
- Resistencia al fuego y pisoteo
- Poco palatables (forraje)
- Valor agregado (utilidad a las comunidades y ecosistemas)

En el caso de las quebradas de Cusipata, Pedregal y Payhua se han considerado como criterios principales, que tenga **buena cobertura, tolerancia a las sequías, plagas y enfermedades y que tenga buen desarrollo radicular, fácil de propagar y que de preferencia sea de hábito de crecimiento permanente.** (FONDES-SANMHI;2021)

### **14.3. Diseño de las Propuestas de Medidas de Infraestructura Natural para Laderas Fuertemente Empinadas en Las Quebradas Priorizadas de Cusipata, Pedregal y Payhua**

La secuencia de actividades necesarias para seleccionar las propuestas de medidas de infraestructura natural para la prevención de desastres por procesos de remoción en masa en las quebradas priorizadas de Payhua, Pedregal y Cusipata, se realiza en tres etapas como se puede apreciar en la figura 14-11. las que se describen a continuación.

#### **14.3.1. Selección del Área para Proyectos e Infraestructura Natural**



**Figura 14-11.- Etapas para la selección de medidas de infraestructura natural para la prevención de huaycos – PROYECTO FONDES-SENAMHI.**

Las medidas de infraestructura natural seleccionadas serán ejecutadas por la población local mediante faenas, utilizando métodos sencillos validados mediante el uso de plantas nativas de acuerdo a la condición ecológica de cada lugar y en zonas de alta vulnerabilidad a procesos de erosión por remoción en masa (huaycos y deslizamientos) y erosión hídrica superficial para la prevención de desastres asociados a eventos hidrometeorológicos.

El 83 % de la población encuestada de la quebrada de Payhua, está de acuerdo que las plantas dan estabilidad a las laderas, debido principalmente a que tienen raíces profundas, protege la superficie del suelo y porque dejan abundante hojarasca en la superficie.

#### ***Identificación de Zonas críticas se alto riesgo no mitigable***

Las áreas para estos proyectos de infraestructura natural para la prevención de riesgos a desastres deben ser vulnerables a desastres por procesos de remoción en masa como flujos de detritus (huaycos) o deslizamientos, asociados a eventos hidrometeorológicos, como es el caso de las tres quebradas que han sido priorizadas (Pedregal, Payhua, Cusipata), (base de datos del SIGRID y el ANA) porque han sido escenarios de desastres recurrentes cuando ha habido lluvias muy intensas que han activado flujos de detritus y deslizamientos. Sobre este análisis, es muy importante indicar que el proyecto FONDES SENAMHI, ha realizado mapas actualizados sobre la vulnerabilidad a desastres por remoción en masa para las tres quebradas y erosión hídrica superficial (método RUSLE).

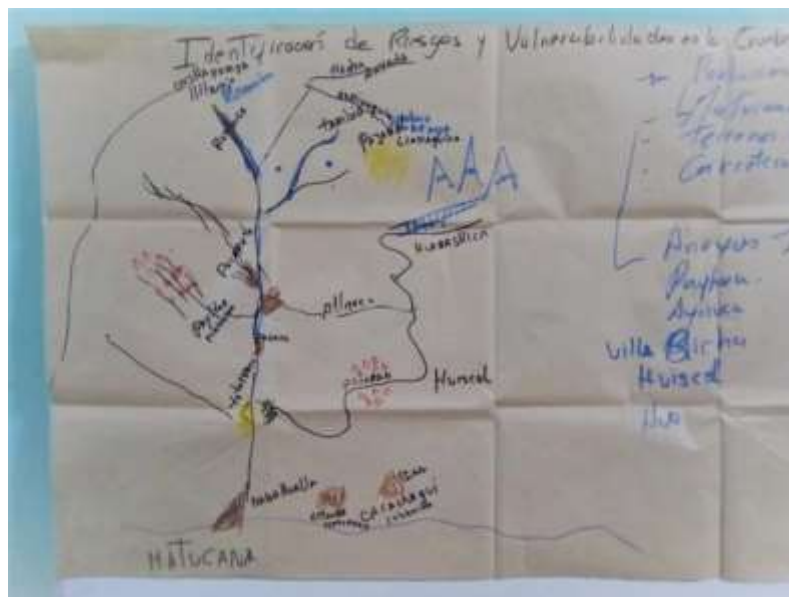
Se debe realizar la verificación de los puntos críticos de alto riesgo, de la información oficial y actualizada, mediante visitas de campo con la población local (Figura 14-12)



**Figura 14-12.- El cono de deyección de la quebrada de Payhua en su ingreso al río Rímac. Al frente esta parte de la población Matucana y la carretera central, ya la derecha cerca el estadio de Matucana. La zona de mayor riesgo potencial.**

También es de gran importancia realizar talleres participativos como el que se realizó con los pobladores de la quebrada de Payhua, quienes mencionaron que las quebradas tributarias de mayor peligro son Munayco y Patipunco, en la parte alta, las cuales cuando llueve arrastran flujo de detritus (huaycos) que van al cauce principal de la quebrada de Payhua, en la cual se juntan con aportes de los deslizamientos que ocurren en las laderas empinadas del cauce, aumentado así el volumen de material y el mayor riesgo de daños en la parte baja (Figuras 14-13 y 14-14).





**Figuras 14-13 y 14-14.- Papelógrafos – mapa parlante elaborados por los pobladores participantes en el taller realizado en el Anexo Payhua el 18 de diciembre**

También se realizaron talleres participativos en la quebrada de pedregal con los pobladores de la parte alta donde se ubica el asentamiento San Antonio de Pedregal, quienes también reconocen que las lluvias activan los huaycos en pequeñas cárcavas, las cuales no están canalizadas por lo que hay daños en las viviendas del asentamiento humano “California”, donde está previsto sembrar un bosque, pero la falta de agua por ahora lo hace inviable, aun cuando conocen el uso de la tecnología del hidrogel para ponerlo en el suelo durante la plantación de los árboles que ayuda a ahorrar el agua, producto que es promocionado por SERFOR, quienes tienen un convenio con la Municipalidad de Chosica. Figura 14-15.



se

**Figura 14-15.- Presentación de los problemas y las alternativas para la quebrada de pedregal en el taller de difusión y validación de resultados realizado el 21 de diciembre.**



### ***Declaración de intangibilidad de “zonas de alto riesgo no mitigable”***

El segundo requisito para la selección de estas áreas es que la Municipalidad haya declarado la intangibilidad a las “zonas de alto riesgo no mitigables”, debido a que se encuentran en zonas de laderas fuertemente inclinadas, con fragmentos de rocas y suelos por los riesgos de deslizamientos, desprendimiento de rocas, derrumbes), o que se encuentran en el cono de deyección en la zona de acumulación de materiales transportados por el huaycos recurrentes, como es el caso de las quebradas de Pedregal y Cusipata, temas que las Municipalidades de Chosica y Chacabuco no han realizado, situación que ha generado la invasión y el tráfico de terrenos en estas zonas de alto riesgo lo que dificulta la ejecución y la sostenibilidad de estos proyectos. (Figura 14-16).

En el caso de la parte alta de Pedregal, un funcionario municipal que estuvo en el taller participativo mencionó que estas tierras no han podido ser declaradas intangibles por problemas legales con las comunidades de la parte alta de la quebrada que se declaran ser propietarias de estas tierras.



***Figura 14-16.- Viviendas mal ubicadas en las laderas de alto riesgo que no han sido declaradas como intangibles, en la parte alta de la quebrada Pedregal, entonces son invadidas o existe comercio ilegal en estas tierras.***

#### **14.3.2. Selección de Plantas Nativas para Infraestructura Natural en Laderas:**

Con la finalidad de seleccionar las especies con mayor potencial para proyectos de infraestructura natural se realizó el estudio florístico de las 3 quebradas para la identificación de las plantas nativas, para determinar la percepción de la población sobre las plantas más importantes que crecen en las laderas de estas quebradas se realizaron

encuestas estructuradas, con el apoyo de la ONG Practical Action, habiéndose obtenido resultados importantes que se mencionan a continuación.

***Estudio de recursos florísticos de las quebradas priorizadas:***

En primer lugar, se realizó un estudio de los recursos florísticos con la finalidad de seleccionar plantas nativas adaptadas a estas condiciones ecológicas propias de cada una de las tres quebradas priorizadas (Figura 14-17), habiéndose identificado mediante trabajo de campo que la mayor diversidad de especies, con un total de 126 especies, corresponde a la quebrada de Payhua ubicada en la parte media de la cuenca del río Rímac, en la localidad de Matucana, caracterizada por tener diferentes zonas de vida: tundra pluvial alpino tropical, páramo muy húmedo – Sub alpino tropical, Estepa espinosa – Montano Bajo tropical y bosque húmedo montano tropical) a diferencia de las quebradas de Pedregal y Cusipata, que se encuentran en la parte baja de la cuenca del río Rímac, en las localidades de Chosica y Chaclacayo, son paisajes desérticos con las zonas de vida: Desierto perárido- Premontano Tropical y Desierto superárido tropical, motivo por el cual en la quebrada de Pedregal se identificó solo 46 especies y en la quebrada de Cusipata solo 11 especies. (Tablas 14-4 y 14-5).



***Figura 14-17.- Presentación del estudio florístico en la quebrada de Payhua – Blg. Paul Gonzales.***

En la quebrada de Payhua de las 126 especies nativas identificadas, sólo 19 especies podrían ser consideradas para la implementación de medidas de infraestructura natural, porque son de vida perenne, cobertura frondosa, buen desarrollo radicular y tolerantes a las sequías, las cuales se muestran en la tabla 4, de estas 19 plantas la mayoría son arbustos (8), árboles (6), cactus (2), herbáceas (2), las cuales deben ser consideradas de alta prioridad para los trabajos de revegetación y reforestación para dar estabilidad a las laderas.



**Tabla 14-4.- Especies que pueden ser utilizadas para proyectos de revegetación y reforestación en las laderas de la quebrada de Payhua recomendadas en base al estudio florístico.**

Nombre científico	Nombre técnico	Forma biológica	altitud
1. Agave cordillerensis	Penca, maguey	Cauliroseta (arbusto)	1500 - 3500
2. Alnus acuminata	Aliso	Árbol	2000 - 3800
3. Ambrosia arborescens	Marco	Arbusto	2000 - 3800
4. Armatocereus matucanensis	Cactus	Cactus	800 - 2000
5. Alonsoa cordillarensis	Verónica	Arbusto	1000 - 2800
6. Baccharis latifolia	Chilca	Arbusto	2000 - 4000
7. Baccharis tricuneata	Chilca	Arbusto	2500 - 4500
8. Berberis flexuosa	Tankar	Arbusto	2000 - 3500
9. Buddleja incana	Quishuar	Árbol	2000 - 4000
10. cortadeira selloana subs jubata	Cortaderia	Herbácea	2000 - 3800
11. Echinopsis pachanoi	San pedro	Cactus	0 - 3800
12. Eucalyptus globulus	Eucalipto	Árbol	0 - 4000
13. Mutisia acuminata	Chinchercona	Arbusto	2000 - 3500
14. Ophryosporus peruvianus	Arenillo	Arbusto	2500 - 3500
15. Polylepis racemosa	Quinual	Árbol	3000 - 5000
16. Solanum habrochaites	Tomate cimarron	Hierba	2000 - 3500
17. Schinus molle	Mole serrano	Árbol	125 - 3500
18. Tecoma stans var sambucifolia	huaranhuay	Árbol	0 - 2500
19. Vasconcella candicans	Mito	Arbusto	0 - 3000

FONDES-SENAMHI, (Gonzales ,2022)

**Tabla 14-5.- Especies que pueden ser utilizadas para proyectos de revegetación y reforestación en las laderas de las quebradas de de Cusipata y Pedregal.**

Nombre científico	Nombre técnico	Forma biológica	Altitud	Quebrada Cusipata	Quebrada Pedregal
1. Baccharis salicifolia	Chilca	arbusto	0 - 1500		
2. Echinopsis pachanoi	San pedro	Cactus	0 - 3800		
3. Eucalyptus globulus	Eucalipto	Árbol	0 - 4000		

Nombre científico	Nombre técnico	Forma biológica	Altitud	Quebrada Cusipata	Quebrada Pedregal
4. Neorandina arequipensis	cactus	cactus	0 - 1500		
5. Parkinsonia aculeata	Azote de cristo	Árbol			
6. Schinus molle	Molle serrano	Árbol	125 - 3500		
7. Tecoma stans var sambucifolia	huaranhuay	Árbol	0 – 2500		
8. Vasconcella candicans	Mito	Arbusto	0 – 3000		
9. vachella macrocanta	huarango	Árbol			

FONDES-SENAMHI, (Gonzales ,2022)

Estas plantas nativas, identificadas en las 3 quebradas, deberían ser priorizadas para organizar proyectos de “**restablecimiento de la infraestructura natural**” para la prevención de riesgos a desastres por procesos de remoción en masa, como está establecido en el Programa Presupuestal PP0068, al cual pueden presentar proyectos de este tipo los gobiernos locales, para diferenciar de los proyectos convencionales de reforestación que priorizan eucalipto, pino principalmente, que se hacen con la finalidad de tener bosques productivos, como es la tradición de la población de estas quebradas.

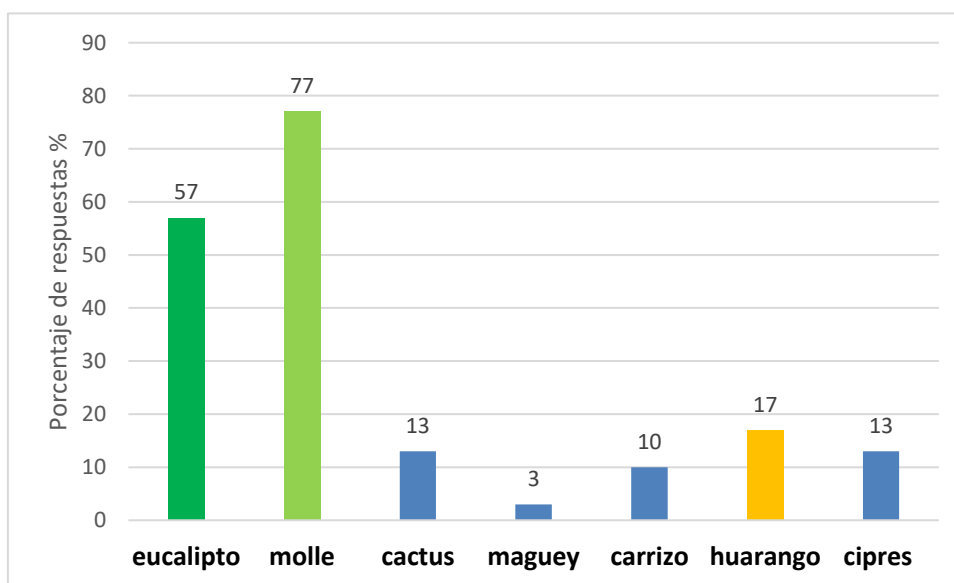
En nuestro país aún no se tiene criterios técnicos sólidos que demuestren que una especie vegetal realmente protege y refuerza el suelo de forma adecuada, para proteger los taludes de las laderas de quebradas de huaycos. La información existente en cuanto a la biología y ecología de las especies vegetales es incompleta o dispersa; sin embargo, este estudio de la flora nativa de las tres quebradas priorizadas Cusipata, Pedregal y Payhua realizada por el proyecto FONDES-SENANHI, es un primer aporte de gran importancia.

#### **Encuestas:**

Se obtuvo también información primaria mediante la ejecución de 198 **encuestas estructuradas**: 30 en Cusipata, 100 en Payhua y 68 en la quebrada Pedregal, con la finalidad de conocer la percepción de la población seleccionada sobre la importancia del uso de plantas nativas que crecen en las laderas o en el cauce para la prevención y control de huaycos, y también sobre la percepción de la gestión del riesgo en estos territorios.

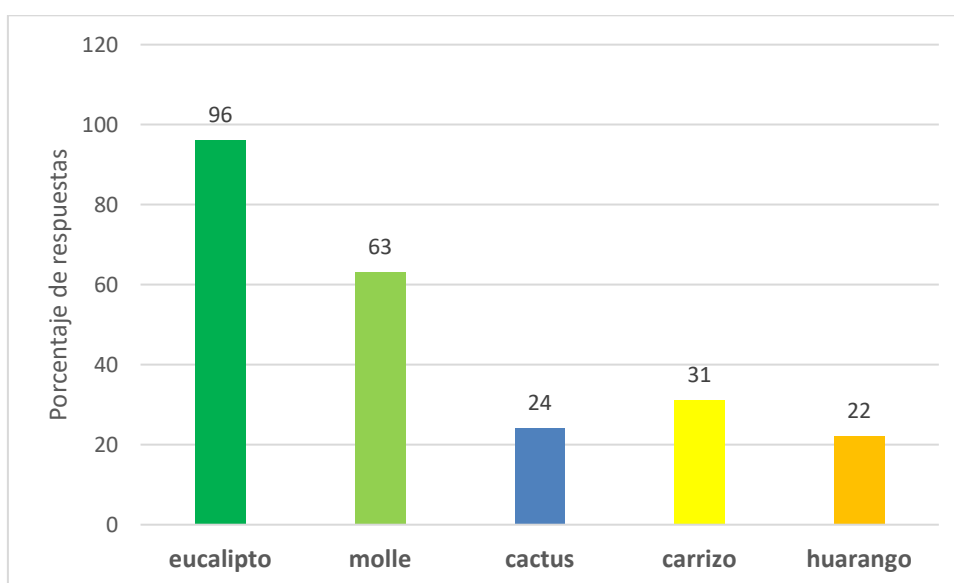
En la quebrada de Cusipata, de 10 plantas principales identificadas por 30 pobladores seleccionados encuestados las que tendrían mayor importancia serían el molle (77%),

eucalipto (57%), y huarango (17%), y muy pocas respuestas indican a las plantas ciprés, cactus, carrizo y maguey, cómo se puede apreciar en la figura 14-18.



**Figura 14-18.- Resultados de 30 encuestas sobre la opinión de las plantas más comunes que crecen en la quebrada de Cusipata.**

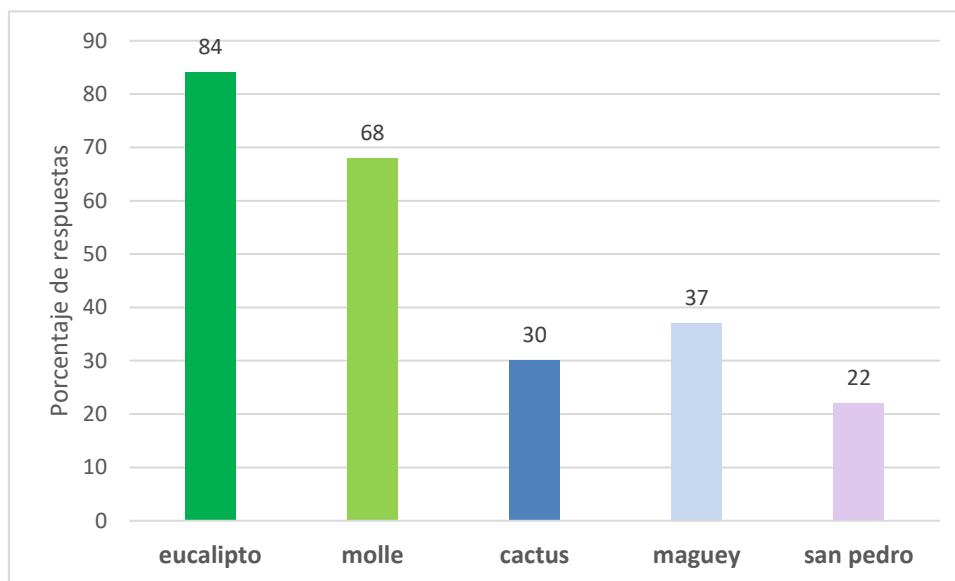
En la quebrada Pedregal, de 10 plantas principales identificadas por los 68 pobladores seleccionados encuestados, las que tendrían mayor importancia serían el eucalipto (96%), molle (63%), el maguey (37%), el carrizo (31%) y cactus (24%) (Figura 14-19).



**Figura 14-19.- Resultados de 68 encuestas sobre la opinión de las plantas más comunes que crecen en la quebrada de Pedregal.**

En la quebrada Payhua, de 10 plantas principales identificadas por 100 pobladores seleccionados encuestados, las que tendrían mayor importancia serían el eucalipto

(84%), molle (68%), el maguey (37%), el cactus (30%) y san pedro (22%) (Figura 14-20).

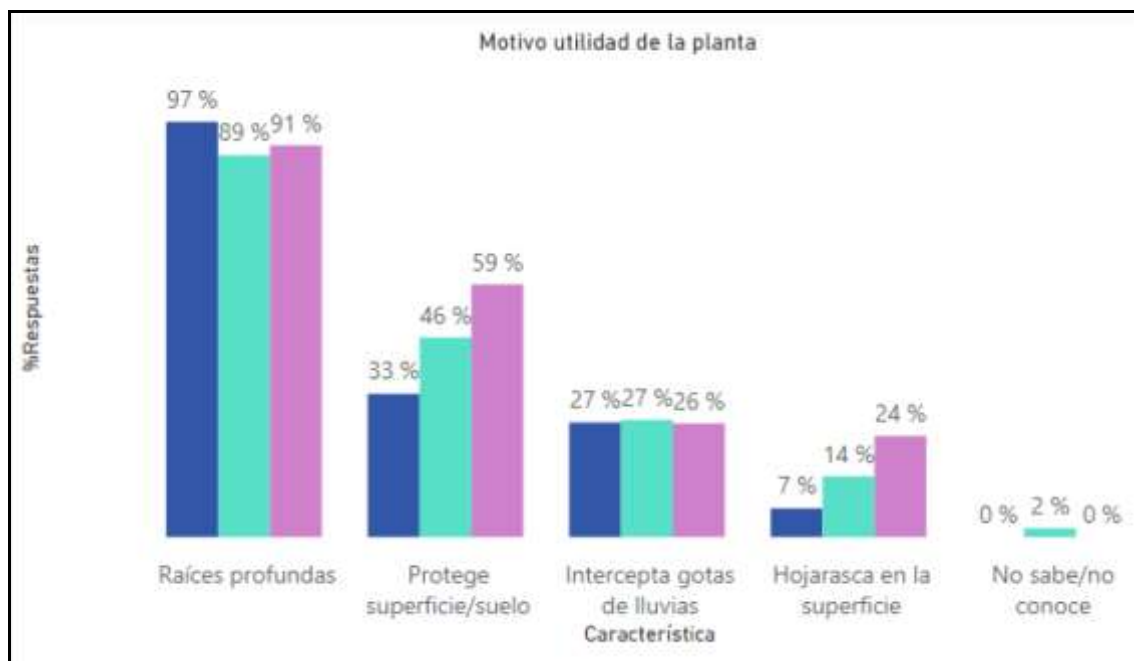


**Figura 14-20.- Resultados de 100 encuestas sobre la opinión de las plantas más comunes que crecen en la quebrada de Payhua.**

Cómo se puede apreciar en las figuras 14-18, 14-19 y 14-20, los pobladores de las 3 quebradas en estudio Cusipata pedregal y Payhua tienen mayor preferencia por el eucalipto, molle y huarango, porque tienen múltiples usos: leña, construcción, protección contra eventos de huaycos o deslizamientos.

Los resultados de las 198 encuestas realizadas (100 en Payhua, 68 pedregal y 30 en Cusipata) en las quebradas de Cusipata, Pedregal y Payhua (figura 14-21) han permitido conocer las principales razones para la identificación de las plantas adecuadas para proyectos de revegetación y reforestación en las laderas estas quebradas son:

- raíces profundas
- protege la superficie del suelo
- intercepta las gotas de lluvia
- dejan hojarasca en la superficie



**Figura 14-21.- Características de las plantas para trabajos de revegetación y reforestación en laderas de huaycos en las quebradas de Cusipata, Pedregal, y Payhua.**

Fuente: FONDES-SENAMHI (Cristóbal, 2022).

### 14.3.3. IDENTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE INFRAESTRUCTURA NATURAL

Las medidas de infraestructura natural para la prevención de riesgos de desastres por procesos de erosión por remoción en masa como huaycos o deslizamientos asociados a eventos hidrometeorológicos, elaboradas en este proyecto FONDES-SENAMHI, consideran la realidad ecológica, florística, geomorfológica, social y económica, de cada una de las quebradas priorizadas de Payhua, Cusipata y Pedregal.

Por este motivo es que previamente se ha revisado la información generada para estas quebradas con el proyecto FONDES-SENAMHI, sobre la capacidad de uso de las tierras, fertilidad, la geomorfología, zonas de vida, áreas más vulnerables a procesos de remoción en masa, recursos florísticos, etc.

También se ha analizado los conocimientos locales de los pobladores que viven en estos territorios, mediante las encuestas, entrevistas y talleres participativos de difusión y validación de los resultados como se puede apreciar en las Figuras 14-22, 14-23, 14-24, 14-25 y 14-26.



**Figura 14-22.- Juan Guerrero, exponiendo los peligros a remoción en masa – huaycos a los pobladores participantes.**

LOS ALEGRES

RIESGOS y ALTERNATIVAS

Problemáticas		Alternativas	
PROBLEMAS	Ubicación	Proyectos	Actividades
General	Ubicación	Proyectos	Actividades
HUAYCOS	QUEBRADA	FLORIDA	FAENAS
CAÍDAS DE ROCIOS	CARRETERAS CAMINOS SEÑALES	MANEJO DE RISGO	FAENAS
SISMOS	Trabajos TRABAJOS	Acciones	PREVENCIÓN
EXTRINSECO	LADERA DE LA QUEBRADA	acciones comunes	ELIMINACIÓN

**Figura 14-23.- Papelógrafo sobre riesgos y alternativas en la quebrada Payhua, elaborado por los pobladores del Anexo de Payhua, parte alta de la quebrada.**



**Figura 14-24.- Participantes en el taller de difusión y validación de resultados realizado el 19 de diciembre.**



**Figura 14-25.- Papelógrafo elaborado por los participantes de Allauca sobre los problemas y alternativas para la quebrada de Payhua, 21 de diciembre**



**Figura 14-26.- Pobladores del Anexo Allauca en el taller participativo realizado en su local comunal de Matucana, 21 de diciembre.**



Las medidas de infraestructura natural para la prevención de desastres a procesos de remoción en masa (huaycos, deslizamientos) en las laderas empinadas de las quebradas, asociados a eventos hidrometeorológicos que propone el proyecto FONDES-SENAMHI para las quebradas priorizadas de Payhua, Pedregal y Cusipata, que se muestran en la tabla 14-6, son las siguientes:

- Revegetación con plantas nativas – cactáceas
- Reforestación con árboles nativos – macizos forestales, zanjas de infiltración)
- Rehabilitación de terrazas y andenes
- Construcción de muros de piedra (pircas)
- Revegetación con pastos nativos – zanjas de infiltración
- Revegetación con arbustos nativos

**Tabla 14-6.- Medidas de infraestructura natural en las laderas de las quebradas de Pedregal, Cusipata y Payhua para la prevención de procesos de remoción en masa propuestas por el proyecto FONDES-SENAMHI.**

Medidas de infraestructura natural	Quebrada cusipata	Quebrada pedregal	Quebrada Payhua
Revegetación con plantas nativas – cactáceas			
Reforestación con árboles nativos (macizos forestales, zanjas de infiltración)			
Rehabilitación de andenes y/o terrazas			
Construcción de muros de piedra (hileras en contra de la pendiente)			
Revegetación con pastos nativos (zanjas de infiltración)			
Revegetación con arbustos nativos			

A continuación, se presentan algunas importantes propuestas de medidas de infraestructura natural específicas para las quebradas de Payhua, Pedregal y Cusipata.

Las especies vegetales deben seleccionarse a partir de criterios biotécnicos, ambientales y fitosociológicos para asegurar un buen establecimiento y permanencia

formando de preferencia de una **cobertura multiestrato** adaptada a cada sitio en particular.

***Quebrada Payhua: Propuestas de Medidas de Infraestructura Natural para el Control de los Procesos de Remoción en Masa y Erosión***

La quebrada Payhua es la más grande (1594.55 has) y la que tiene el mayor riesgo potencial por el mayor volumen de materiales sueltos que provienen de las quebradas de huaycos denominadas Munayco y Patipunco, además los taludes altamente escarpados del cauce estrecho de la quebrada, incrementan más el material de aportes, que cuando se juntan, pueden ocasionar grandes daños en la parte baja en la desembocadura de la quebrada en el río Rímac, ocasionado su represamiento temporal, que inundado la margen derecha donde se encuentra ubicada la población de Matucana.

Teniendo en cuenta los resultados realizados en base al estudio florístico, a las encuestas y al análisis de “informante clave”, se han considerado como de alta prioridad las siguientes plantas nativas: chinchircona, molle, Queñual, colle, penca y el cactus san pedro, para los trabajos de revegetación y reforestación en las laderas de la quebrada Payhua. (Figuras 14-27, 14-28, 14-29, 14-30 y 14-31).

***Figura 14-27.- Chinchircona Planta nativa***



***Figura 14-28.- El maguey o penca, ideal para barreras vivas, como cercos de las chacras***



**Figura 14-29.- Molle – da estabilidad a los muros de piedra de los andenes**



**Figura 14-30.- El Queñual muy conocido en la parte alta de estas quebradas, pero muy deforestado, necesitamos restaurar estos bosques nativos**



**Figura 14-31.- San pedro – cactus que menciona otros pobladores como una planta nativa importante en la zona.**



Proyecto FONDES-SENAMHI (P Gonzales, J. Guerrero, E. Salinas)

**Áreas disponibles para “restablecimiento de infraestructura natural” mediante revegetación y reforestación para la prevención de desastres por procesos de remoción en masa en la quebrada de Payhua.**

Cómo se puede apreciar en las figuras 14-32 y 14-33 existe una superficie total de 181.02 has para ubicar los proyectos de infraestructura natural para la reducción de riesgos a desastres por proceso de remoción en masa para la quebrada de Payhua, en áreas vulnerables de alto riesgo no mitigable, de la siguiente manera:

- **zona 1:** en una superficie de 31.71 has se recomienda reforestar y/o revegetar con molles, chachacomo, colignonia y agave en macizos forestales o barreras vivas.

- **zona 2:** en una superficie de 8.47 has se recomienda reforestar y/o revegetar con chachacomo, molle, mutu y calignonia en macizos forestales o barreras vivas.
- **zona 3:** en una superficie de 4.41 has se recomienda la reforestar y/o revegetar con aliso, mutuy, calignonia en macisos forestales.
- **zona 4:** en una superficie de 38.19 has se recomienda reforestar y/o revegetar con quishuar, chachacomo o agave en hileras a los bordes de terrazas o andenes.
- **zona 5:** se recomienda reforestar y/o revegetar con quishuar, mutuy y mutisia (chichercona), en barreras vivas o en los bordes de las terrazas o andenes.
- **zona 6:** en una superficie de 35.54 has, se recomienda reforestar y/o revegetar con colle, quishuar y mutisia, en macizos forestales.
- **zona 7:** en una superficie de 56.42 has se recomienda plantar Quinual, mutuy y mutisia, en barreras vivas o en los bordes de las terrazas o andenes.
- **zona 8:** en un área de 5.28 has se recomienda sembrar colle, Quinual y mutisia en macizos forestales.

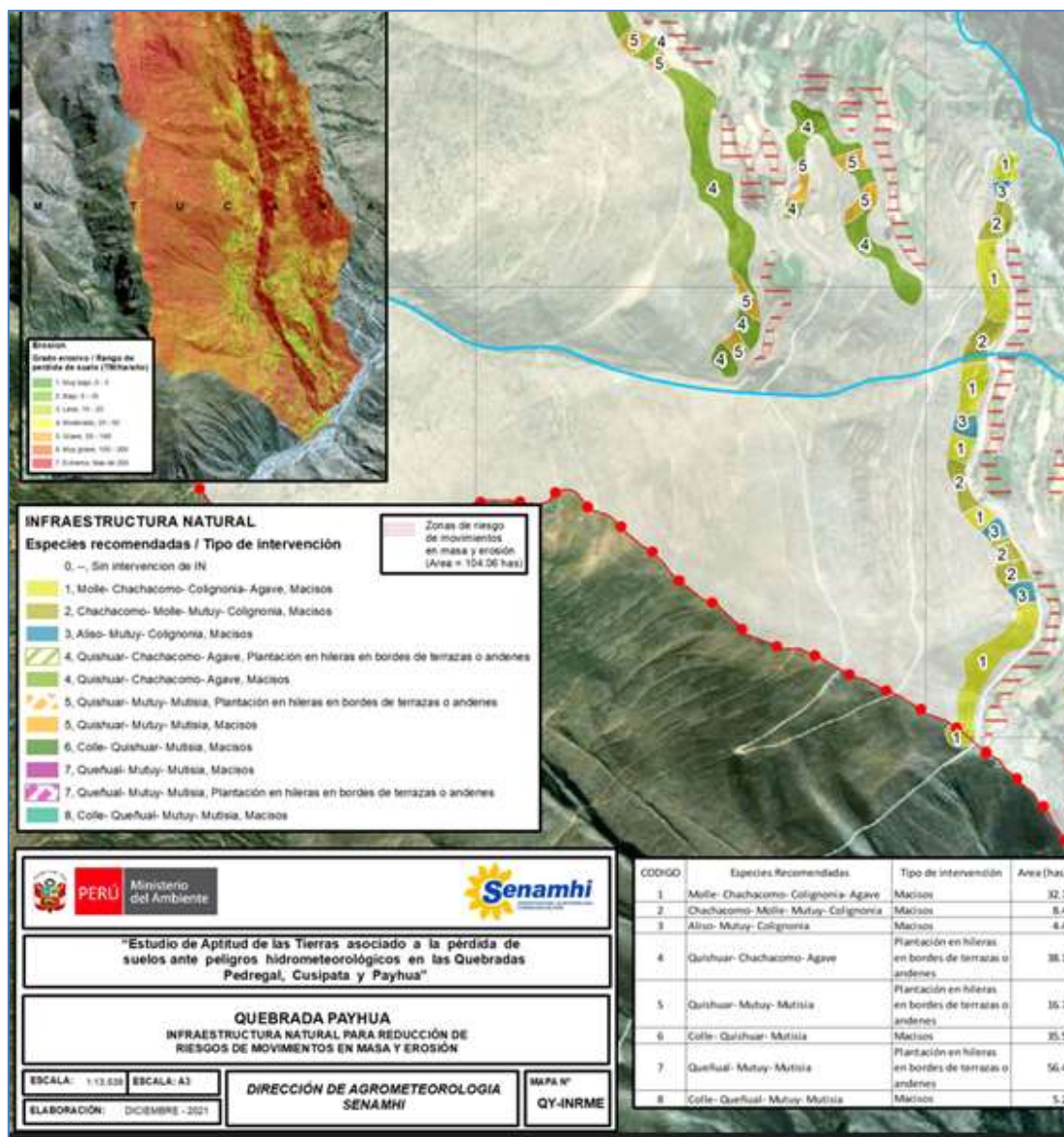


Figura 14-32. Propuesta de Infraestructura natural para la quebrada Payhua



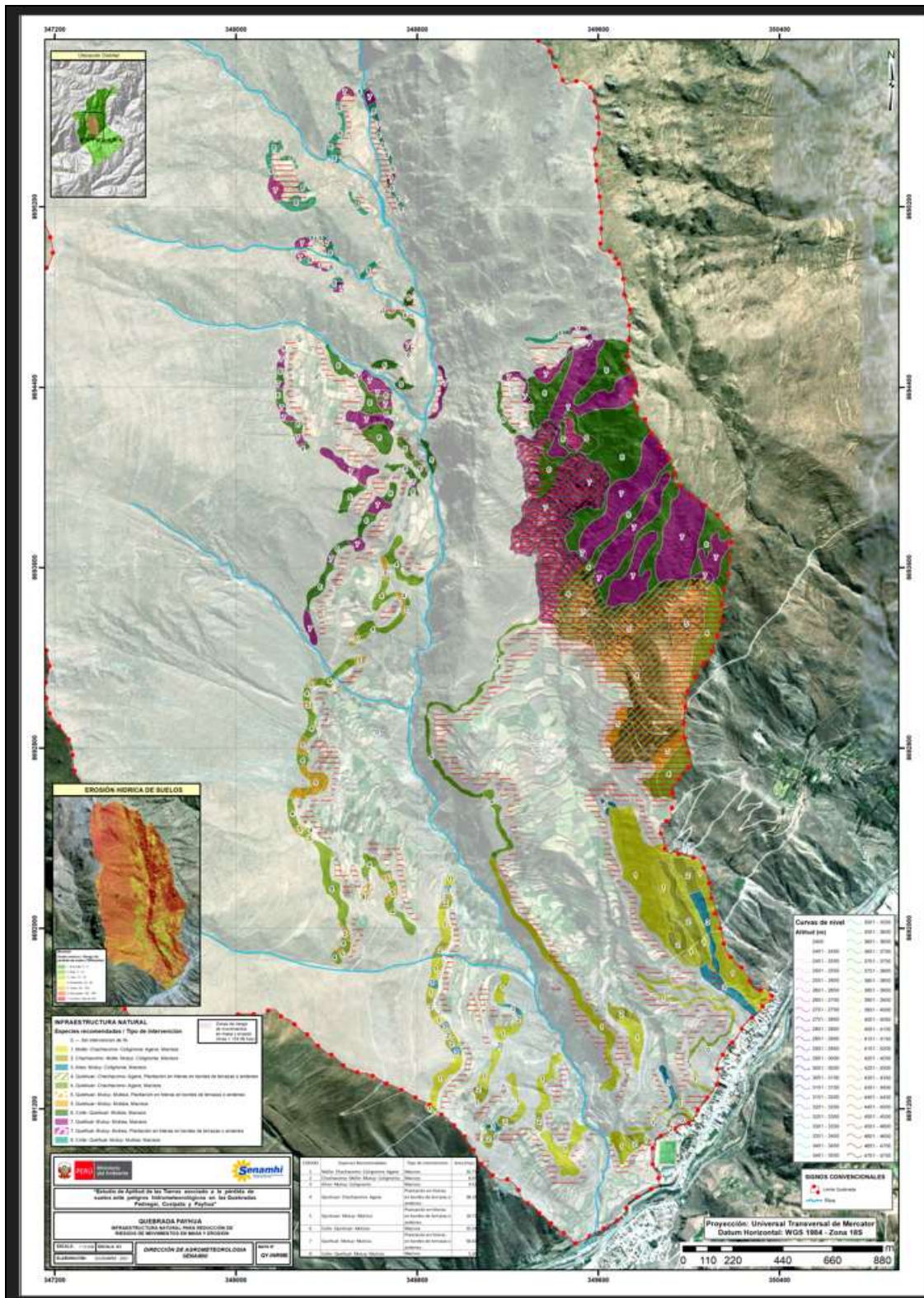


Figura 14-33. Infraestructura natural para la quebrada Payhua

***Revegetación con Pastos Nativos en Laderas Altamente Empinadas en la Parte Alta de la Quebrada Payhua.***

En el taller presencial de validación los comuneros de Allauca mencionaron que hacen faenas para instalar “pastos nativos con zanjas de infiltración” en la parte alta de la quebrada en la margen izquierda, lo que permite estabilizar las laderas y restablecer el agua de sus manantiales en la parte media de la cuenca, que incluso lo utilizan para realizar riego complementario en sus chacras.

Con la finalidad de mejorar la ejecución de esta práctica, o para que sirva para la elaboración de proyectos de restauración de praderas degradadas en las laderas con zanjas de infiltración, se alcanzan las siguientes recomendaciones:

***a) Propagación de pastos nativos:***

Seleccionar una ladera que tiene buen desarrollo y cobertura de pasto nativos, figura 14-34.



***Figura 14-34.- Ladera con buena cobertura de pastos.***

**Forma de extracción de macollos (matas) o champas de pastos nativos (método del damero) en la ladera seleccionada:**

Se sacan macollos o “champas” de manera espaciada en la ladera, se escoge un metro cuadrado y se sacan champas con macollos, luego se deja un metro sin sacar ningún material, y así sucesivamente de manera alternada, en forma de damero, como se puede apreciar en la figura 14-35.





**Figura 14-35.- Sistema de damero para sacar esquejes para revegetación.**

Luego se separan esquejes enraizados, se corta el follaje y se siembran en contorno para formar barretas vivas que den estabilidad a la ladera evitando el arrastre de material suelto (Figura 14-36).

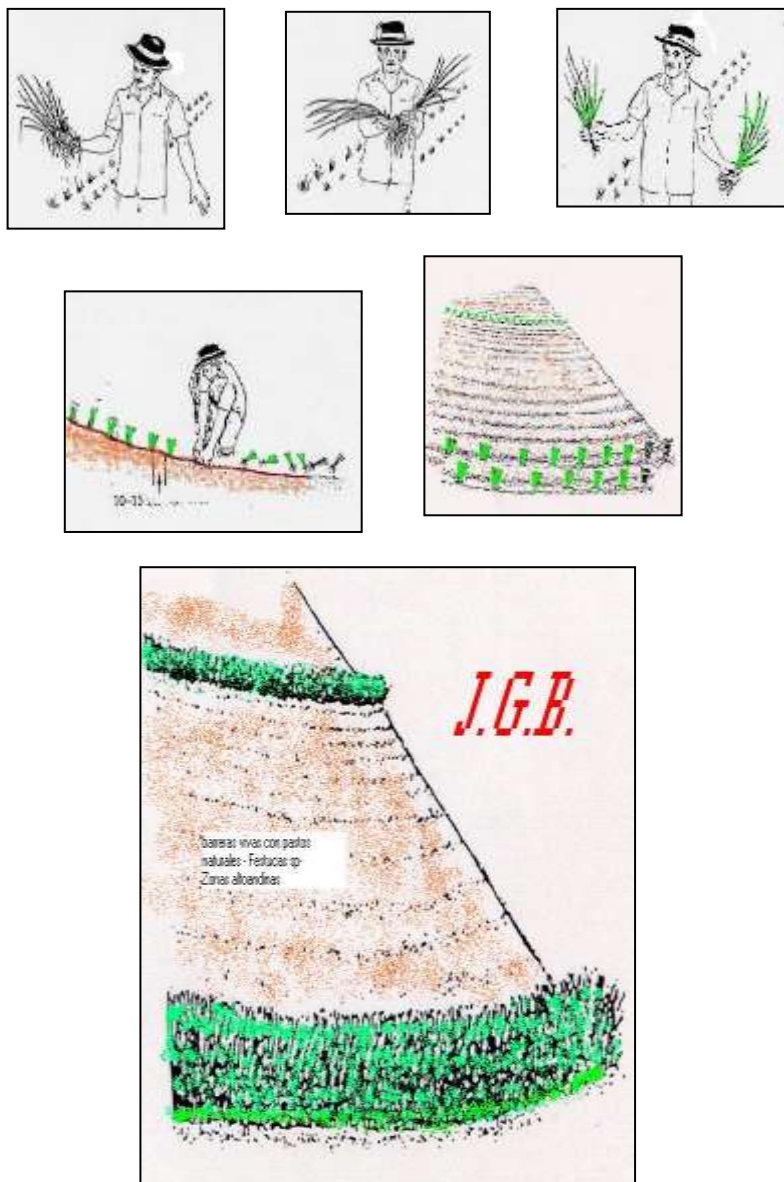
Los “macollos” recolectados serán replanteadas en las áreas previamente establecidas, y serán dispuestas en una cantidad de cuatro matas por metro cuadrado ( $m^2$ ), colocándose en surcos en contorno en contra de la pendiente, con una separación de 0.50 metros entre cada mata, de la manera indicada en la Figura 14-36.

Distribución de los macollos (matas) de pastos para la revegetación de la pendiente empinada, (1 a 4 matas por metro cuadrado) en surcos en contorno en contra de la pendiente, o también en los bordes inferiores de las zanjas de infiltración.

Costos por propagación de pastos:

<p>Compra y siembra de material vegetal</p> <p>Compra = \$ 0,6/<math>m^2</math></p> <p>Siembra = \$ 0,18 /<math>m^2</math></p> <p>Costo total = \$ 0,78 /<math>m^2</math></p>
---

El número de macollos que se pueden sacar son un máximo de 100 por metro cuadrado si se está sacando de una pradera que se encuentra en un estado óptimo de vigor, cobertura, buen enraizamiento.



**Figura 14-36.- Instalación de barreras vivas con pastos como festucas o calamagrostis, en laderas fuertemente empinadas (Guerrero, 2022). esta plantación se puede realizar al inicio de las lluvias en noviembre o diciembre.**

***b) Siembra de pastos altoandinos en tierras de laderas empinadas mediante el uso de zanjas de infiltración para recuperar praderas y áreas degradadas.***

Técnica que está siendo utilizada por los pobladores de Allauca de la margen izquierda de la quebrada de Payhua en la parte alta, es es muy eficiente se pueden utilizar esquejes o “macollos” para sembrarlos en el talud inferior de la zanja de infiltración. La profundidad de las zanjas debe ser de aproximadamente de 30x30, ó 50x50 para ancho

y profundidad, el largo es variable porque debe tener tabiques, cada 6 a 10 m (Figuras 14-37 y 14-38).



**Figura 14-37.- Zanja de infiltración con sus tabiques.**



**Figura 14-38.- Revegetación de pastos nativos en laderas con zanjas de infiltración (Vásquez et al, 2014).**

Esta técnica lo conocen los pobladores de la parte alta de esta quebrada de Payhua, por los trabajos que realizaron con PRONAMACHCS; sin embargo, los resultados indican que en la actualidad la única forma de tener éxito con esta técnica, es cercando el área intervenida con una malla ganadera, de tal manera que permita el restablecimiento de las plantas nativas, por un periodo de tres años, de esta manera se logra una buena recuperación de la cobertura natural degradada incluso se puede utilizar como “semillero in situ” para sacar semilla botánica y de esquejes o champas de

las especies más promisorias, para revegetar otras áreas aledañas. (Figuras 14-39 y 14-40).



**Figuras 14-39 y 14-40.- Protección de áreas de revegetación de pastos nativos con zanjas de infiltración con mallas ganaderas, deben permanecer de esta manera por lo menos 3 años.**

### **c) Revegetación con “Champas De Vegetación Natural”**

En algunos casos cuando no hay disponibilidad de esquejes o son difíciles de conseguir entonces se pueden sacar “champas” de plantas herbáceas nativas, y plantarlas directamente al inicio de las lluvias y protegerlas de que no lo pisen los pobladores o lo coma el ganado, de esta manera se logra un mejor prendimiento de plantas nativas. (Figura 14-41).



**Figura 14-41.- Uso de champas con plantas herbáceas nativas para trabajos de revegetación.**



### **Revegetación en Taludes de Laderas Fuertemente Empinadas con Agave y Cortaderia**

En las laderas fuertemente empinadas de las zonas altoandinas, como es el caso de Huancavelica es muy común la presencia de la penca y de la cortaderia (Figura 14-42) estas plantas también existen en algunos tramos de la quebrada Payhua, serían una excelente opción para revegetar los taludes de las laderas donde hay deslizamientos luego que estas hayan recibido un tratamiento geotécnico de estabilización.



(a) *Cortaderia hieronymi* N.P. Barker & H. P. Linder, sector Llajuapampa. (b) *Cortaderia jubata* (Lemoine) Stapf, sector carretera a Carhuapata a 4.8 km de la capital del distrito de Lircay. (Fotografías R. Castañeda 2013).

**Figura 14-42.- Penca y de la cortaderia en Huancavelica.**

### **Reforestación de Bosque de Queñua (3 700 - 4 200 msnm)**

Este tipo de bosque se puede plantar en la parte alta de las quebradas de Munaico y Patipunco en terrenos accidentados y ondulados, sobre suelos rocosos y pedregosos de profundidad variable, con clima frío y la precipitación entre los meses de diciembre a marzo. se puede realizar la plantación utilizando zanja de infiltración

Esta vegetación representa a un tipo de bosque relicto andino dominado por la “queñua” *Polylepis rugulosa* Bitter y *P. subtusalbida* (Bitter) M. Kessler y Schmidt-Leb. y su composición florística es similar al pajonal, resaltado la compañía de arbustos y subarbustos de los géneros *Adesmia*, *Baccharis*, *Calceolaria*, *Chersodoma*, *Chuquiraga*, *Mutisia*, *Junellia*, *Lupinus* y *Senecio*, algunas herbáceas anuales, subarbustos y helechos de los géneros *Calandrinia*, *Cheilanthes*, *Cerastium*, *Galium*, *Gnaphalium*, *Hypochaeris*, *Lepidium*, entre las principales.

### **Rehabilitación de Terrazas Prehispánicas para Cultivos y Protección de Riesgos a Desastres**

Las terrazas son plataformas escalonadas que van subiendo las laderas, con un terraplén plano y un muro de piedra. En la parte alta de la quebrada de Payhua, existen

en las dos márgenes derecha e izquierda, una superficie aproximada de 36 has que deben ser rehabilitadas para retener el suelo y material de rocas suelto en las laderas empinadas, evitando así que cuando llueva se arrastre el material suelo a la quebrada. (Figura 14-43 y 14-44).

Actualmente la recuperación del sistema de andenería prehispánica, desde la perspectiva global, en la cual los efectos del cambio climático están dañando la conservación no solo se debe considerar como objetivo de mejorar la productividad ampliando la frontera agrícola o dar una seguridad alimentaria, sino que también es fundamental como una estrategia de adaptación al cambio climático y a la prevención de la ocurrencia de deslizamientos o huaycos por la excelente estabilidad estas estructuras dan a las laderas, modificando su gradiente y longitud. (Montoya, 2014).

El problema de esta estrategia es que se requiere de mucha mano de obras la cual es escasa en la zona, ya que viven permanentemente en la parte solo 12 a 15 familias en cada margen de la quebrada Payhua, pero se podría solucionar involucrando a los estudiantes de agronomía, zootecnia, forestales, ingeniería agrícola de la Universidad nacional agraria la Molina o con los alumnos del instituto tecnológico agropecuario de Matucana.



**Figura 14-43.- La presencia del canal de riego ha determinado que las terrazas que están debajo del canal estén cultivadas y las que están encima solo se siembran ocasionalmente con las lluvias. Se podría instalar un reservorio y una pequeña bomba para instalar sistema de riego por goteo para las terrazas que están encima del canal.**



**Figura 14-44.- La presencia de andenes protege de deslizamientos por la estabilidad que dan a las laderas en la microcuenca Chucumayo en Matucana. Montoya, 2014.**

#### **Propuesta De Medidas De Infraestructura Natural para las Quebradas Pedregal Y Cusipata**

Por las Quebradas de Pedregal y Cusipata por esta ubicadas en una zona de vida de desierto árido y super árido las principales medidas de infraestructura natural que se han seleccionado en base la información generada por el proyecto FONDOS-SENMAHI, las encuestas y los talleres presenciales realizados, son revegetación y reforestación con plantas nativas, en las laderas fuertemente empinadas, de alto riesgo que aún no han sido ocupadas por invasores.

El establecimiento de coberturas vegetales en las laderas de estas quebradas es una excelente alternativa para prevenir los procesos erosivos, ya que incrementa la resistencia hidráulica del terreno al aumentar la estabilidad de los agregados del suelo, dándole una mayor protección contra el impacto de gotas de lluvia, aumentando la capacidad de infiltración y disminuyendo la escorrentía. La revegetación y/o reforestación como medidas de **“restablecimiento de la infraestructura natural”** por lo tanto, es una excelente práctica para la prevención de riesgos a procesos de remoción en masa asociados a eventos hidrometeorológicos.

Las especies consideradas de alta prioridad para proyectos de “restablecimiento de infraestructura natural para la prevención de riesgos a procesos de remoción en masa en las quebradas de Pedregal y Cusipata son el molle, huarango, eucalipto y cactus, que se muestran en las figuras 14-45, 14-46, 14-47 y 14-48.



**Figura 14-45.- Molle serrano, es la planta más recomendada para estas zonas, por tolerar la falta de agua, crecer en suelos pedregosos, cascajos de las laderas de las quebradas de pedregal y Cusipata.**

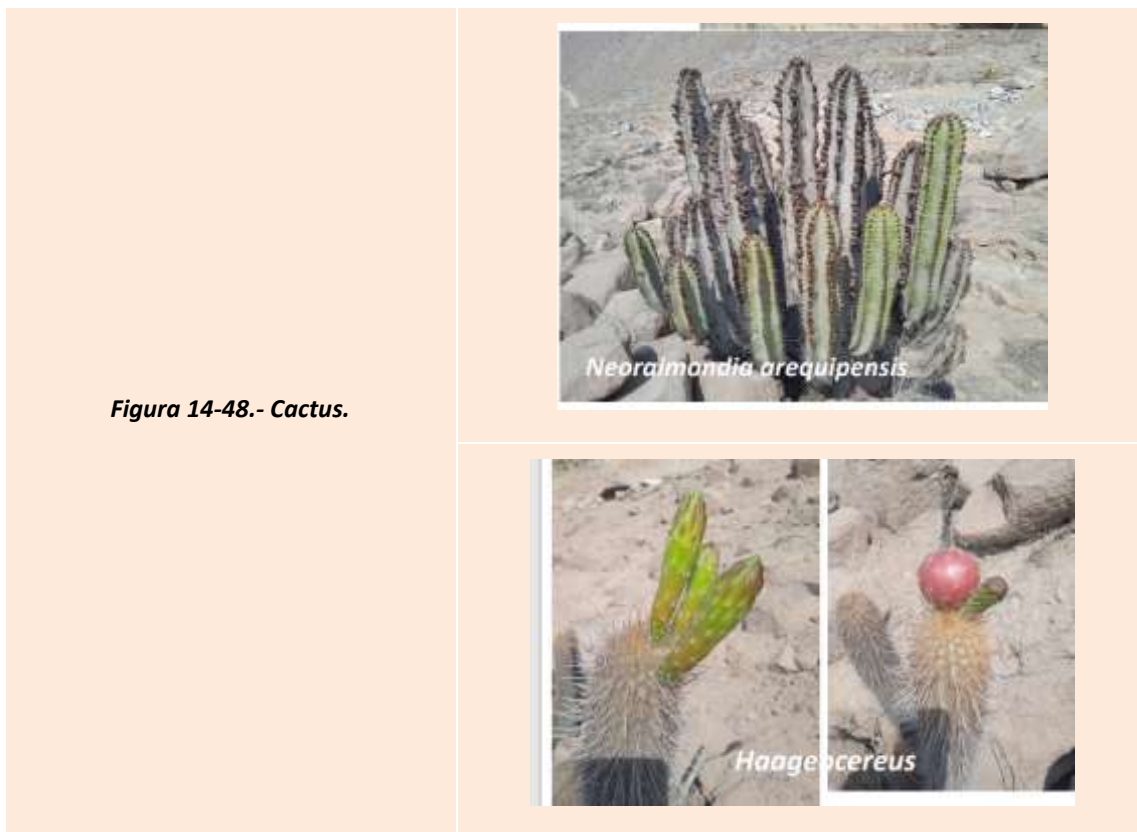


**Figura 14-46.- Huarango, especie altamente rústica, tolera sequías y crece en suelos arenosos, cascajos típicos de las laderas de las dos quebradas.**



**Figura 14-47.- Eucalipto.**





#### ***Ubicación de las Especies Seleccionadas en la Quebrada Pedregal***

Como se puede apreciar en las figuras 14-49 y 14-50 las zonas de alto riesgo a erosión, vulnerables a huaycos donde se pueden ubicar proyectos de infraestructura natural con revegetación y/o reforestación en una superficie total de 10.8 hectáreas de la siguiente manera:

- **zona 1:** en una superficie total de 9.9 has se pueden plantar mediante reforestación y/o revegetación las especies forestales: huarango (faique), molle, cactus Neoraymondia;
- **zona 2,** en una superficie total de 0.9 has se pueden plantar mediante reforestación y/o revegetación molle, huarango y faique.

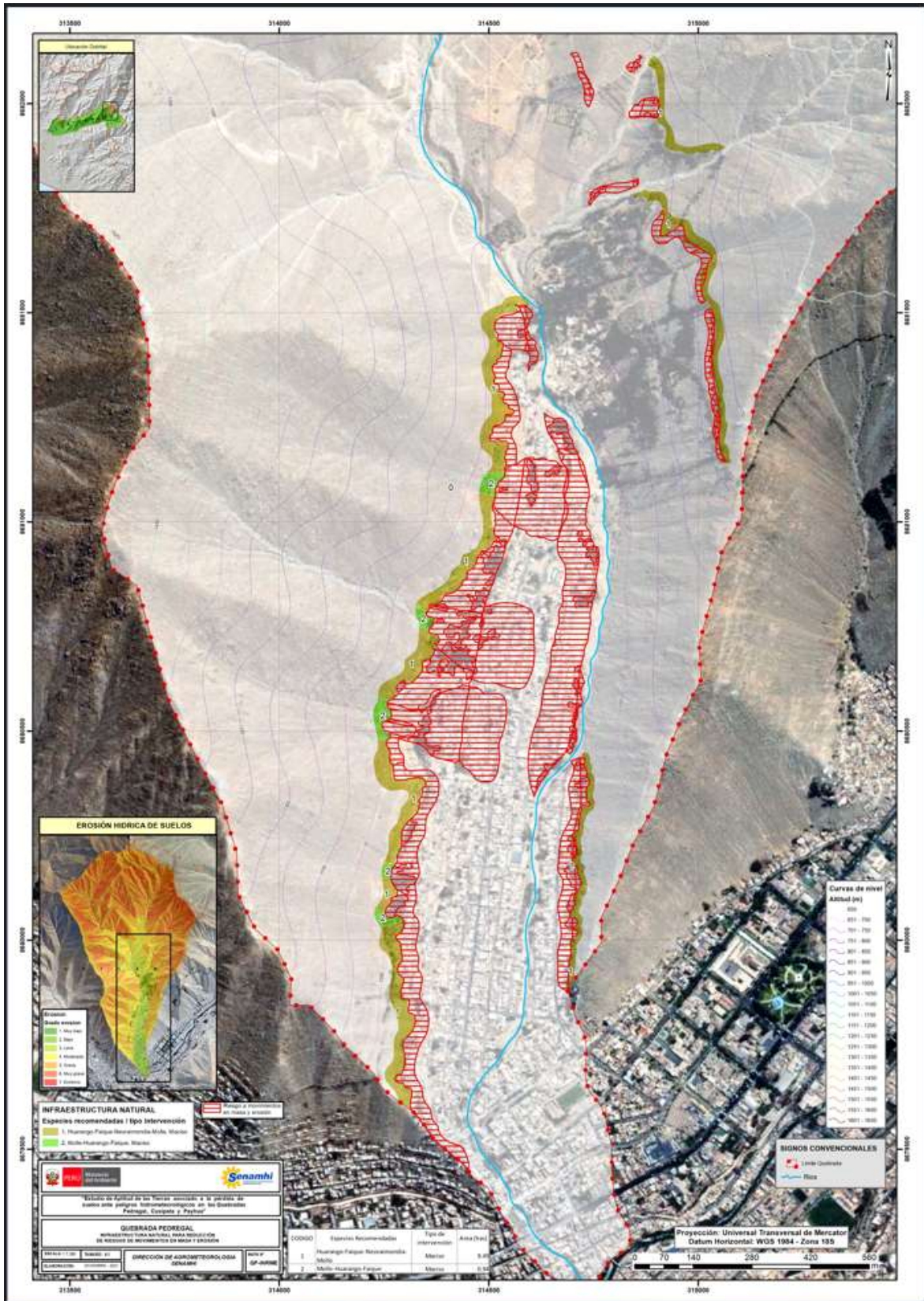
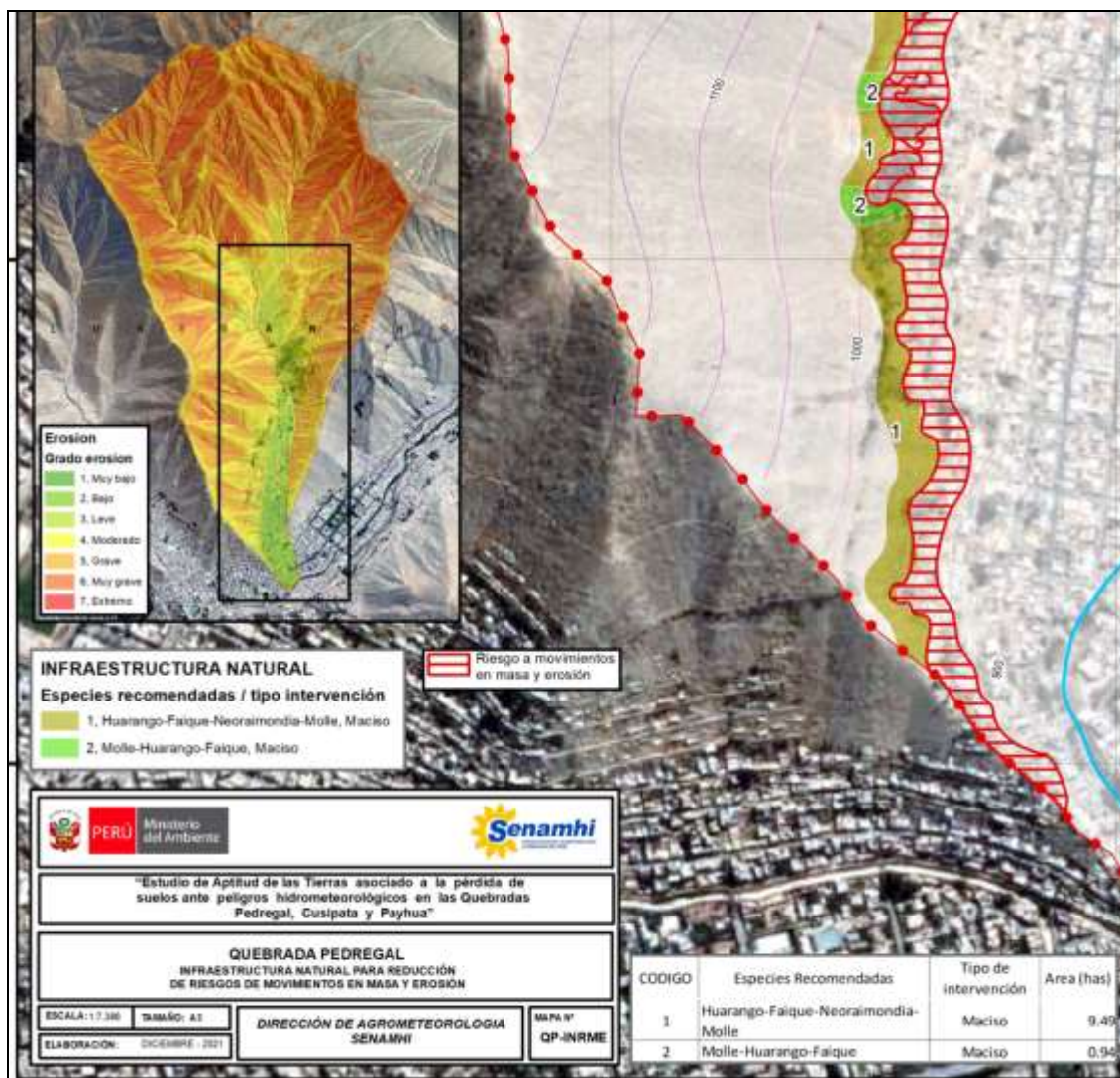


Figura 14-49.- Propuesta de Infraestructura natural Quebrada Pedregal, vista 1





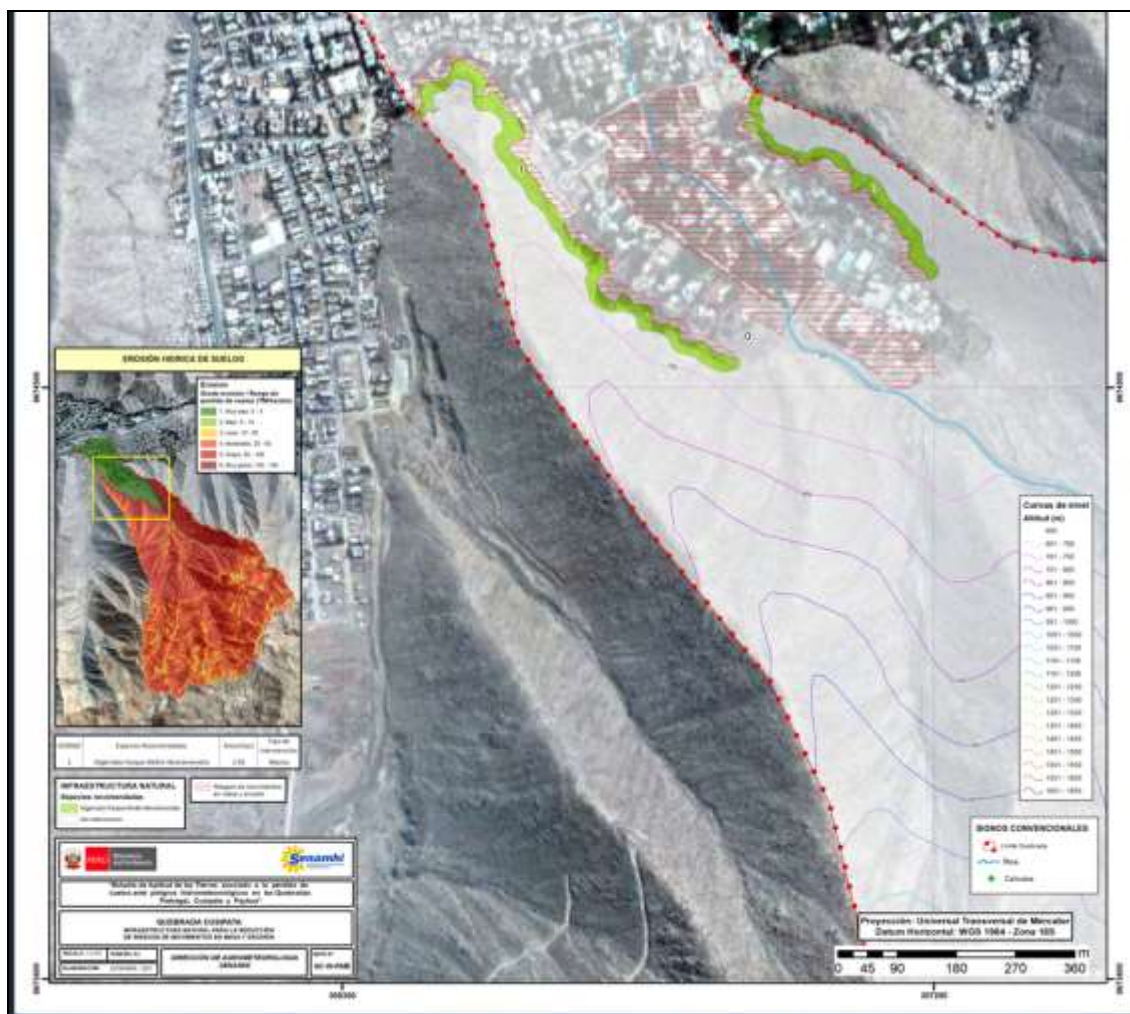
**Figura 14-50.- Propuesta de Infraestructura natural Quebrada Pedregal, vista 2**

### **Ubicación de las Especies Seleccionadas en la Quebrada Cusipata**

La superficie total es de 2.59 has en las cuales se pueden realizar proyectos de infraestructura natural para la prevención de riesgos a procesos de remoción en masa (huaycos, desprendimientos de rocas) y erosión hídrica superficial en la quebrada de Cusipata se muestran en las figuras 14-51 y 14-52 , con las especies de huarango (algarrobo, faique) , molle y neoraimondia, realizando su la reforestación mediante la plantación de estos árboles en macizos forestales, de acuerdo a las indicaciones propuestas por SERPAR.







**Figura 14-52.- Infraestructura natural quebrada Pedregal**

### ***El Rol de las Cactáceas para “Restablecimiento de Infraestructura Natural” - Revegetación, para el Control de la Erosión en las Laderas de Quebradas de Pedregal Y Cusipata***

Las cactáceas, como la *Neoraimondia arequipensis*, que abundan en las laderas empinadas de las quebradas de Cusipata y Pedregal son elementos dominantes en ecosistemas desérticos en los Andes del Perú, cumplen un rol importante en estos ecosistemas, con su sistema radicular amplio y superficial forma una malla que protege el suelo de los procesos erosivos y como fuente de materia orgánica que se incorpora al suelo (Magallanes, 1997).

El uso de esta cactácea para proyectos de revegetación de laderas secas de altas pendientes, como de esta quebrada, pueden ser de gran importancia porque actúan como plantas nodriza, ofreciendo condiciones favorables de humedad y temperatura para el establecimiento de nuevas plántulas. o de otros cactus; además, cumplen importantes funciones ecosistémicas: sus tallos son fuente de fibra y agua para los animales silvestres, algunas aves utilizan a los tallos de los cactus como refugio frente a potenciales

depredadores haciendo sus nidos sobre e incluso dentro de la planta; las flores y frutos son fuente de alimento de numerosas aves como colibríes y palomas, mamíferos como roedores y murciélagos, y una gran variedad de insectos polinizadores.

También se puede proponer el uso de plantas exóticas, como la “yuca” ornamental, de bajo requerimiento hídrico para los trabajos de revegetación de laderas fuertemente empinadas, suelos cascajosos. y secos (**Figura 14-53**)



**Figura 14-53.- La planta ornamental exótica denominada “yuca” podría servir para dar estabilidad a las laderas inestables de la quebrada pedregal como muy poca demanda de agua, crece en suelos arenosos y se auto multiplica por esquejes.**

#### ***Técnica de Reforestación en Laderas Fuertemente Empinadas en Quebrada de Huayco - Zonas Áridas***

Se presenta una experiencia exitosa ejecutada por los responsables de las Áreas verdes de la Municipalidad de Chosica en las laderas fuertemente empinadas, con rocas expuestas, suelos pedregosos, similares a las quebradas de Pedregal y Cusipata. En la quebrada San Francisco – Chosica estas laderas han sido declaradas como zonas intangibles de alto riesgo. En septiembre de 2019 se reforestó en sus laderas 5000 árboles proporcionados por el **SERPAR**. en convenio con la Subgerencia de Áreas Verdes y Medio Ambiente de la MDL, en una faena comunal en la que participaron pobladores, funcionarios y trabajadores municipales y estudiantes voluntarios liderados por el alcalde distrital y sus regidores.

En el momento la plantación, previamente se incorporó al suelo el polímero sintético llamado «hidrogel agrícola» (figura 14-54), que permite mejorar la retención de humedad y la adecuada instalación de plántones de **huaranguay** (papelillo), **molle serrano**, **molle costeño** y **casuarina**.





**Figura 14-54.- Aplicación de hidrogel en el momento de la plantación de árboles.**

El riego de los árboles se realiza con baldes, aproximadamente 15 litros por árbol cada 15 días, con apoyo de los pobladores del asentamiento humano. Procedimiento que solo es posible por el agregado del «hidrogel agrícola» pues naturalmente los suelos tienen muy poca capacidad de retención de humedad (Figuras 14-54 y 14-55).



**Figura 14-55.- Plantación de árboles de huaranhuay con “hidrogel” que permite mejorar la retención de humedad en el suelo, por lo que permite regar las plantas cada 15 días.**

En el taller de validación realizado en San Antonio de pedregal en la parte alta de la quebrada, el técnico encargado de SERFOR indicó que este gel se incorpora 10 g por árbol, y que el costo es de 70 soles por kilo; solo los pobladores encuestados de esta quebrada conocen este producto y consideran que es un buen complemento para el éxito de la reforestación, porque permite ahorrar agua. También el técnico indicó que para regar los árboles se puede utilizar el agua que ha sido utilizado para otros usos, no tiene que ser necesariamente agua potable. Para la plantación de árboles en estas laderas se recomienda que se deben hacer hoyos de 50 cm de profundidad, 50 cm de ancho y 50 cm de largo, como se aprecia en la figura 15-56.



**Figura 14-56.- Características del hoyo de plantación de árboles según SERPAR.**

En las laderas se hacen los hoyos siguiendo las curvas de nivel (en contorno) con una distancia entre árboles de 3m, como se aprecia en las figuras 14-57 y 14-58



**Figura 14-57. Construcción de hoyos en curvas a nivel.**



**Foto 14-58.- Plantación de árboles exitosa a cargo del SERPAR, en una ladera seca en Chosica.**

Se recomienda utilizar mallas protectoras de árboles y tutores, para protegerlos de los animales o del viento, para asegurar el prendimiento de los plantones forestales. Se pueden sembrar árboles como molle y huarango formando macizos forestales en una densidad 300 a 500 árboles por hectárea.

#### ***Construcción de Muros de Piedra - Pircas***

En las laderas fuertemente empinadas cuando existe abundante cantidad de fragmentos de rocas y piedras se pueden utilizar para construir muros de piedra (alturas menores de 1m) que a largo plazo podrían originar terrazas de formación lenta, disminuyendo de esta manera el volumen de material rocoso suelto que sería arrastrado por las lluvias hacia la quebrada. Además, permitiría instalar plantas que toleran la sequía como el palo verde, molle, para mejorar la estabilidad de estos muros; sin embargo, si se tendría disponibilidad de agua se podría instalar eucalipto y plantas como la tara, que además de estabilizar la ladera, generar un beneficio económico. (Figura 14-59 y 14-60).



**Figura 14-59.- Muros de piedra en contorno, PIRCAS, en una ladera empinada de la quebrada Pedregal, parte alta, margen derecha, frente al cementerio.**



**Figura 14-60.- Muros de piedra con parkinsonia.**



### ***Medidas de Infraestructura Natural como Complemento a las Obras Convencionales de Infraestructura Física***

En la quebrada pedregal al igual que las otras quebradas donde ocurren huaycos en Chosica, se puede apreciar que solo miran dentro el cauce, pero no las intervenciones de manera integral, para determinar que la inversión que están haciendo sea sostenible, es muy probable se deba a la falta de profesionales idóneos para estas tareas, a continuación, en las figuras 14-61, 14-62 y 14-63 se pueden apreciar estas deficiencias técnicas.



***Figura 14-61.- Malla geodinámica de acero y dique en el cauce de la quebrada en la cual no se han realizado trabajo en los taludes casi verticales con abundante material suelto, inversiones no sostenibles en caso de que ocurran lluvias intensas.***



***Figura 14-62.- Zona de alto riesgo por caída de rocas, por la pendiente casi vertical y material rocoso fuertemente alterado, puede ocurrir este evento en cualquier momento, si hubiera un movimiento sísmico. Esta roca debió haber sido retirada antes de instalar los diques y las mallas, cuando ocurra este proceso de caída de las rocas quedará el cauce de la quebrada represado.***



**Figura 14-63.- Cauce estrecho de una quebrada tributaria con laderas fuertemente inclinadas y abundante material rocoso expuesto, en las cuales aún se han realizado trabajos de estabilización con geotecnia.**

Los taludes de la estrecha quebrada de pedregal, deben ser estabilizados geotécnicamente y luego instalar medidas de infraestructura natural como reforestación con molle, huarango, parquinsonia principalmente.

## 15. CONCLUSIONES

- En cuanto a la geología, la quebrada Cusipata presenta las unidades de depósito fluvial, depósito aluvial y batolito de la costa, que presenta minerales de tonalita, diorita o granodiorita. La quebrada Pedregal presenta las unidades de depósito fluvial, depósito aluvial y la superunidad Santa Rosa tonalita diorita; y la quebrada Payhua las unidades depósito aluvial, depósito aluvial-fluvial; Grupo Rímac, Grupo Rímac-Andesitas, Tobas; formación Colqui-Areniscas Tobáceas y formación Colqui Tobas y Areniscas Tobáceas.
- La fisiografía de la quebrada Cusipata, presenta la unidad Colinas Fluvio erosionales, con sus unidades de paisaje Colina, Vallecito cóncavo y vallecito en V. En la quebrada Pedregal, se dispone de la unidad Colinas fluvioerosionales con los paisajes de Colinas y Vallecito en V. Y en la quebrada Payhua, tenemos la unidad Montaña estructural volcánico fluvio erosional, con los paisajes Cañon, Escarpe mayor, laderas aluviales, Montaña no ramificada, Vallecito en V y Vallecito indiferenciado.
- En referencia a las zonas de vida, la Quebrada Cusipata presenta el desierto desecado y en la sección baja la Quebrada Pedregal; en Pedregal en la zona media y alta de ésta, se presenta el matorral desértico. Y en la Quebrada Payhua se presenta estepas, páramo y tundra.

- Sobre la cobertura vegetal, se presentan en la Quebrada Cusipata, el desierto perárido y desierto superárido, identificándose cinco grados de cobertura en el Desierto perárido y seis en el Desierto superárido. Donde se han identificado ocho subpaisaje en el Desierto perárido y nueve en el Desierto superárido. Además la pendiente predominante en toda la quebrada es moderadamente empinado, tanto en el desierto perárido (30%) como en el superárido (19%), y en la parte baja de la quebrada donde predomina las laderas, la pendiente es empinado (30%).
- En la quebrada Pedregal, los fitomas presentados o formación ecológica, son desierto perárido y matorral desértico, donde se han identificado cuatro grados de cobertura en el Desierto perárido y cuatro en el Matorral desértico, desde sin cobertura hasta baja cobertura xerofítica. En cuanto a los subpaisajes, se han identificado 11 en el Desierto perárido y cinco en el Matorral desértico, donde predominan las laderas y cuchillas de disección. La pendiente predominante en la quebrada es moderadamente empinada en el desierto perárido, pero en la parte baja de la quebrada también encontramos laderas con pendiente empinado y moderadamente inclinado.
- La formación ecológica de la Quebrada Payhua muestra 8 formaciones, siendo los más amplios son el Herbazal y matorral húmedo (30%) y el Herbazal altoandino muy húmedo (27.4%), seguidos por el Herbazal y matorral de estepa (14%), el Herbazal y matorral de estepa espinosa (11%) y la Zona agropecuaria con arbolado o matorral antrópico (9.2%). identificándose en esta quebrada nueve grados de cobertura vegetal, siendo la mayoría (79%) entre muy baja cobertura a media cobertura vegetal. En cuanto a la pendiente se observa que toda la quebrada condiciones de muy empinado, extremadamente empinado y moderadamente empinado.
- En la presente evaluación, se registraron 167 especies de flora distribuidas en 138 géneros y 51 familias en las tres quebradas priorizadas. El total de especies estuvo representado por cuatro divisiones o taxa superiores: Magnoliopsida (140 especies); Liliopsida (23 especies); Pteridophyta (3 especies); y Gnetophyta (una especie) El mayor número de especies se registró en Payhua, seguidas de Pedregal y Cusipata.
- Con respecto a las formas de crecimiento, las hierbas (87 especies) fueron predominantes y representaron el 52% del total de especies registradas; el 48% restante estuvo conformado por los arbustos (41 especies), subarbustos (16



especies), cactus (10 especies), árboles (9 especies) y caulirosetas (cuatro especies)

- En las tres quebradas se registraron 19 especies endémicas de Perú, y se registraron 24 especies de interés según sus rasgos biológicos y 10 especies mediante encuestas para implementarlas como infraestructura natural.
- Por quebrada se registraron, en Payhua, 130 especies, 111 géneros y 51 familias; en Pedregal se registraron 47 especies, 44 géneros y 16 familias; y en Cusipata se registraron 11 especies, nueve géneros y siete familias.
- En cuanto a los suelos, en la quebrada Cusipata, se tiene suelos Litosol Árido y Terraza Xérica, donde se han encontrado las siguientes asociaciones: Litosol Arido-Misceláneo Antropico, Terraza Xérica- Misceláneo Antropico, Terraza Xerica-Misceláneo Antropico, y Misceláneo Patap- Misceláneo Rocoso. En la Quebrada Pedregal, se encontraron los suelos Cauce Pedregal, Laderas líticas Xéricas, Terraza Arida Xérica y Pedregal; y consociaciones ladera lítica Xérica-Misceláneo Rocoso, Cauce Pedregal- Misceláneo Rocoso, Cauce Pedregal- Misceláneo Rocoso, y Pedregal Matorral- Misceláneo Rocoso. Y en la Quebrada Payhua, se encuentran los suelos Trashuallanca, Chacchuma, Payhua, Matorral Lítico, Ocshapampa, pacarán, Patipunco, donde se encuentran las asociaciones: Pacarán - Matorral Lítico, Payhua - Matorral Lítico, Matorral Lítico – Fluvial, Ocshapampa – Fluvial, Matorral Lítico – MR, Ocshapampa – MR, MCv – Ocshapampa, MCv - Matorral Lítico, Pacarán – MR, Fluvial – MR.
- En referencia a la Capacidad de Uso Mayor de las Tierras, en la quebrada Cusipata, se identificaron las siguientes categorías: Tierras de protección, Tierras de Protección con limitaciones de suelo, Tierras de protección con limitaciones por suelo y erosión y tierras de protección con limitaciones por suelo y riesgo de inundación, así como: Tierras aptas para cultivos permanentes, de calidad agrologica baja, con limitaciones por suelo y riesgo de inundación, con necesidad de riego; asociadas a tierras de protección con limitaciones por suelo y riesgo de inundación.
- La Capacidad de Uso Mayor de las Tierras, en la quebrada Pedregal se identificaron: Tierras de protección, Tierras de protección con limitaciones de erosión, Tierras de protección con limitaciones por riesgo de inundación, Tierras de protección con limitaciones por suelo, Tierras de protección con limitaciones por suelo y erosión, Tierras de protección con limitaciones por suelo y riesgo de inundación; así como: Tierras aptas para cultivos permanentes, de calidad

agrológica baja, con limitaciones por suelo, riesgo de inundación y con necesidad de riego; asociadas a tierras de protección con limitaciones por suelo y riesgo de inundación, y Tierras aptas para cultivos permanentes, de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo, riesgo de inundación y con necesidad de riego; asociadas a tierras de protección con limitaciones por suelo y riesgo de inundación.

- La Capacidad de Uso Mayor de las Tierras, en la Quebrada Payhua, se tienen: Tierras aptas para cultivo en limpio de calidad agrológica media, con limitaciones por suelo y riesgo de inundación, Tierras aptas para cultivo permanente de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y erosión, Tierras aptas para pastos de calidad agrológica baja, con limitaciones por clima, suelo y erosión, Tierras aptas para pastos de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y erosión, Tierras de protección, Tierras de protección con limitaciones por clima y erosión, Tierras de protección con limitaciones por erosión, Tierras de protección con limitaciones por erosión y riesgo de inundación, Tierras de protección con limitaciones por suelo, Tierras de protección con limitaciones por suelo y erosión, Tierras aptas para cultivo en limpio de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y necesidad de riego; asociadas a tierras aptas para cultivos permanentes de calidad agrológica media, con limitaciones por suelo y necesidad de riego, y Tierras aptas para pastos de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y erosión; asociadas a tierras de protección con limitaciones por erosión.
- El problema de erosión hídrica que afecta a las 3 quebradas de manera común por las altas pendientes y eventos hidrometeorológicos que los activan la remoción en masa, generalmente lluvias estacionales, las cuales tienen una distribución y volúmenes muy particulares, parecidos para las quebradas de Cusipata (Distrito de Chacacayo) y Pedregal (Distrito de Lurigancho Chosica), ubicadas en una zona de vida de Desierto, muy diferentes a la quebrada Payhua en el distrito de Matucana por estar en zonas de vida de Páramo húmedo, Tundra pluvial, Estepa y Estepa espinosa.
- Las medidas de infraestructura natural para la prevención de desastres a procesos de remoción en masa (huaycos, deslizamientos) en las laderas empinadas de las quebradas, asociados a eventos hidrometeorológicos que propone el proyecto FONDES-SENAMHI para las quebradas priorizadas de Payhua, Pedregal y Cusipata, son: Revegetación con plantas nativas – cactáceas, reforestación con árboles nativos - macizos forestales, zanjas de infiltración), rehabilitación de terrazas y andenes, construcción de muros de piedra (pircas), revegetación con pastos nativos - zanjas de infiltración, revegetación con arbustos nativos.

- Para la Quebrada Payhua, se han considerado como de alta prioridad las siguientes plantas nativas para su uso en infraestructura natural: chinchero, molle, Queñual, colle, penca y el cactus san pedro, para los trabajos de revegetación y reforestación en las laderas. En cuanto a las Quebradas Pedregal y Cusipata, las especies consideradas de alta prioridad para proyectos de “restablecimiento de infraestructura natural para la prevención de riesgos a procesos de remoción en son el molle, huarango, eucalipto y cactus.

## 16. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, V., Bermúdez, T., Romero, M., & Piedra, L. (2014). Plantas nativas para el control de la erosión en taludes de ríos urbanos. *Spanish Journal of Soil Science: SJSS*, 4(1), 99-111.
- Angiosperm Phylogeny Group. (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161(2), 105-121.
- Aquino, W. La Torre, M; Condo, F; Romero, J; Ramírez, J. 2017. Flora vascular del anexo de Marachanca del distrito de Matucana, provincia de Huarochirí, Lima, Perú. *The Biologist (Lima)*, 15(2), 359-377.
- Aquino, W., Condo, F., Romero, J., Yllaconza, R., & La Torre, M. I. (2018). Composición florística del distrito de Huarochirí, provincia de Huarochirí (Lima, Perú). *Arnaldoa*, 25(3), 877-922.
- Aybar Camacho, C. L., & Lavado-Casimiro, W. (2017). Atlas de zonas de vida del Perú: guía explicativa. Nota Técnica N° 003 SENAMH-DHI-2017.
- Barve N, Barve V, Jiménez-Valverde A, Lira-Noriega A, Maher SP, Peterson AT, Soberón J, Villalobos F (2011). The crucial role of the accessible area in ecological niche modeling and species distribution modeling. *Ecological modelling*, 222(11), 1810-1819.
- Begon, M., & Townsend, C. R. (2021). *Ecology: from individuals to ecosystems*. John Wiley & Sons.
- Benítez, C., Arias, W., & Quiroz, J. (1980). *Manual de conservación de suelos y aguas*. Ministerio de Agricultura y Alimentación, Lima, Perú.
- CENEPRED. (2016). Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. Guía metodológica elaboración de Plan de 2016. Reasentamiento Poblacional de zonas de muy alto riesgo. Lima, Perú. CENEPRED. Dirección de Gestión de procesos. (DGP). 62p.

- Cerrate, E. (1969). Manera de preparar plantas para un herbario. Museo de Historia Natural, Serie de Divulgación, 1(10).
- Colwell, R. K., & Coddington, J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 345(1311), 101-118.
- Cristóbal Romero, K. (2022). Análisis de resultados de encuestas en las quebradas de Cusipata, Pedregal y Payhua. FONDES SENAMHI. 48p.
- Elith J, Graham CH, Anderson RP, Dudík M, Ferrier S, Guisan A, Hijmans RJ, Huettmann F, Leathwick JR, Lehmann A, Li J, Lohmann LG, Loiselle BA, Manion G, Moritz C, Nakamura M, Nakazawa Y, McC. Overton J, Peterson AT, Phillips SJ (2006). Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, 29(2), 129-151.
- Fick, S. E., & Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International journal of climatology*, 37(12), 4302-4315.
- Gentry AH, Vasquez R (1995). A field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America: with supplementary notes on herbaceous taxa (Colombia, Ecuador, Peru with supplementary notes on herbaceous). *Conservation International*, 1–920 pp.
- Gonzáles, P., Navarro, E., La Torre, M. I., & Cano, A. (2015). Flora y vegetación del distrito de Santa Rosa de Quives, provincia de Canta (Lima). *Arnaldoa*, 22(1).
- Greenway, D. R. Vegetation and slope stability. *Slope Stab. Geotech.* (1987). *Eng. Geomorphol.*, 187–230.
- Greig-Smith P (1983). *Quantitative plant ecology*. University of California Press, 1–359 pp.
- Gutiérrez Peralta, H., & Castañeda Sifuentes, R. (2014). Diversidad de las gramíneas (Poaceae) de Lircay (Angaraes, Huancavelica, Perú). *Ecología Aplicada*, 13(1), 23-33.
- Hernandez PA, Franke I, Herzog SK, Pacheco V, Paniagua L, Quintana HL, Soto A, Swenson JJ, Tovar C, Valqui TH, Vargas J, Young BE (2008). Predicting species distributions in poorly-studied landscapes. *Biodiversity and Conservation* 17: 1353–1366.
- Hijmans RJ, Cameron SE, Parra JL, Jones PG, Jarvis A (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965–1978.
- Holdridge LR (1966). *Life zone ecology*. Tropical science center, San Jose, Costa Rica, 1–149 pp.

- Holdridge LR (1982). *Ecología Basado en zonas de vida*. Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura, San José, Costa Rica, 1–215 pp.
- INRENA (1995). *Mapa ecológico del Perú: Guía explicativa*. Instituto Nacional de Recursos Naturales, Lima, Perú, 1–202 pp.
- Kendall, Ann Kendall, Gerard den Ouden (2008). *Terrazas, una infraestructura agrícola como contribución a las estrategias de manejo de riesgos climáticos*. Resúmenes de XII Congreso de Historia Agraria. España.
- Lemus, M & Navarro G. (2003). *Manual para el desarrollo de obras de conservación del suelo*. Corporación Forestal Nacional. San Fernando Chile.
- León B, Roque J, Ulloa Ulloa C, Pitman N, Jørgensen PM, Cano A (2006). *El libro rojo de las plantas endémicas del Perú*. *Revista Peruana de Biología* 13: 1–971.
- Macbride JF, collaborators (1932). *Flora of Peru*. Field Museum of Natural History.
- Marín Sanches José y Juan Pablo Osorio. 2017. *Efectos de la vegetación en la estabilidad de laderas: una revisión*. Medellín. Colombia.
- Mayorga Jaime. *Recuperación del sistema de andenería en el ámbito de la microcuenca Chucumayo, distrito de Matucana, provincia de Huarochirí, departamento de Lima*. (2014). *Rev. del Instituto de Investigación (RIIGEO), FIGMMG-UNMSM Vol. 17, N.º 33, pp. 67-71 Enero - Junio 2014*
- Ministerio del Ambiente. Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos, Naturales. Dirección General de Ordenamiento Territorial Ambiental. Dirección de MINAM. *Monitoreo y Evaluación de los Recursos Naturales del Territorio*. (2021). *Guía para la incorporación de medidas de Restablecimiento de Infraestructura natural en actividades del programa Presupuestal PP0068 – PREVAED*. 186p. Juan Guerrero Barrantes – Equipo de edición temática.
- Mueller-Dombois D, Ellenberg H (1974) *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley and Sons, New York, 1–547 pp.
- Odum EP (1985) *Trends expected in stressed ecosystems*. *BioScience* 35: 419–422.
- Oficina de Cooperación suiza en América Central. (2010). *Manual de bioingeniería. Reduciendo riesgos y adaptándonos al cambio climático*.
- ONERN (1976). *Mapa ecológico del Perú: Guía explicativa*. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, Lima, Perú, 1–152 pp.
- PPG I (2016). *A community-derived classification for extant lycophytes and ferns*. *Journal of Systematics and Evolution* 54: 563–603.
- Shreve F (1951). *Vegetation of the Sonoran Desert*. Carnegie Institution of Washington, Pub. 591, 1–192 pp.
- Sidle, R. C. y Ochiai, H. (2006). *Landslides: Processes, Prediction, and Land Use*.

Wiley, University of Michigan.

- Suárez, J., (1998). Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales, Ingeniería de Suelos Ltda.
- Suárez, J., (2000). Control de la erosión en zonas tropicales, Universidad de Santander. Colombia.
- Tosi, J. (1960) .Zonas de vida Naturales en el Perú. Intituto interamericano de ciencias agrícolas de la OEA, zona Andina, 1–271 pp.
- Tovar, O. (1993). Las Gramíneas (Poaceae) del Perú. Ruizia Tomo 13, Madrid, 481 pp.
- TRACSA (1994). Restauración hidrológica forestal de cuencas y control de erosión. ediciones Mundi Prensa. Madrid. 513 p.
- Tropicos (2021). Tropicos. org. Missouri Botanical Garden. Disponible en: <http://www.tropicos.org/Home.aspx>.
- Tryon RM (1990). Pteridaceae. In: Pteridophytes and Gymnosperms. Springer Berlin Heidelberg, 230–256.
- Tryon RM, Stolze RG (1989a). Pteridophyta of Peru Part I. 1. Ophioglossaceae-12. Cyatheaceae. Fieldiana Bot. n.s. 20: undefined-145.
- Tryon RM, Stolze RG (1989b). Pteridophyta of Peru Part II. 13. Pteridaceae-15. Dennstaedtiaceae. Fieldiana Bot. n.s. 21: 1–128.
- Tryon RM, Stolze RG (1994). Pteridophyta of Peru Part VI. 22. Marsileaceae-28. Isoetaceae. Fieldiana Bot. n.s. 34: 1–123.
- Weberbauer A (1945). El mundo vegetal de los Andes peruanos. Estación Experimental Agrícola de La Molina. Dirección de Agricultura. Ministerio de Agricultura. Lumen S.A., Lima, Peru, 776 pp.
- Whittaker RH (1970). Communities and ecosystems. Communities and ecosystems.
- INGEMMET (1995). Boletín N.55. Serie A: Carta Geológica Nacional. Geología del Perú. Fimart, Lima, Perú.
- INGEMMET (2011). Diccionario Geológico. Jorge Dávila Burga. Lima. Perú.
- ONERN (1975). Inventario y Evaluación de los Recursos Naturales de la Zona del Proyecto Marcapomacocha. Volumen I. Lima, Perú.
- (ONERN), O. N. d. E. d. R. N., & Armas Autero, E. (1981). Los recursos naturales del Perú (Documento para circulación interna).
- Kendall, A. y Rodríguez A. (2007.) Desarrollo y perspectivas de sistemas de andenerías en los Andes Centrales del Perú. En Prensa, Centro de Estudios Regionales Andinos "Bartolomé de Las Casas" (CBC) e Instituto Francés de Estudios Andinos (IFEA), Perú.

- Salas, D. y Vásquez A. (1987). Andenes. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
- FAO. (2021). Portal Oficial de FAO. FAO/UNESCO SoilMapoftheWorld



# **ANEXOS**

1. Mapa geológico de la quebrada Cusipata
2. Mapa geológico de la quebrada Pedregal
3. Mapa geológico de la quebrada Payhua
4. Mapa fisiográfico de la quebrada de Cusipata
5. Mapa fisiográfico de la quebrada de Pedregal
6. Mapa fisiográfico de la quebrada de Payhua
7. Mapa de suelos de la quebrada Cusipata
8. Mapa de suelos la quebrada Pedregal
9. Mapa de suelos de la quebrada Payhua
10. Mapa de capacidad de uso mayor de la quebrada Cusipata
11. Mapa de capacidad de uso mayor de la quebrada Pedregal
12. Mapa de capacidad de uso mayor de la quebrada Payhua
13. Mapa de Cobertura vegetal en la Quebrada Cusipata
14. Mapa de Cobertura vegetal en la Quebrada Pedregal
15. Mapa de Cobertura vegetal en la Quebrada Payhua
16. Mapa de Zonas de Vida en Quebrada Cusipata
17. Mapa de Zonas de Vida en Quebrada Pedregal
18. Mapa de Zonas de Vida en Quebrada Payhua
19. Mapa de aptitud bioclimática en Quebrada Cusipata
20. Mapa de aptitud bioclimática en Quebrada Pedregal
21. Mapa de aptitud bioclimática en Quebrada Payhua
22. Mapa RUSLE quebrada Cusipata
23. Mapa RUSLE quebrada Pedregal
24. Mapa RUSLE quebrada Payhua
25. Mapa de zonas vulnerables en la Quebrada Cusipata
26. Mapa de zonas vulnerables en la Quebrada Pedregal
27. Mapa de zonas vulnerables en la Quebrada Payhua

28. Mapa de infraestructura Natural quebrada Cusipata

29. Mapa de infraestructura Natural quebrada Pedregal

30. Mapa de infraestructura Natural quebrada Payhua

## ANEXO 1. Resultados de Laboratorio – Quebrada Cusipata.

### ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : SENAMHI

Departamento : LIMA  
 Distrito : CHOSICA  
 Referencia : H.R. 75176-117C-21

Fact.: Pendiente

Provincia : LIMA  
 Predio : CUSIPATA  
 Fecha : 26/10/2021

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>			
9860	CC - 01 Hz 1	7.74	3.68	0.48	0.46	6.7	676	65	30	5	Fr.A.	7.20	5.14	0.55	1.31	0.20	0.00	7.20	7.20	100
9861	CC - 01 Hz 2	7.70	9.37	1.05	0.13	4.9	704	65	28	7	Fr.A.	6.72	4.85	0.85	0.84	0.18	0.00	6.72	6.72	100
9862	CC - 02 Hz 1	7.65	0.64	0.10	0.78	4.6	83	93	6	1	A.	3.52	2.55	0.47	0.20	0.30	0.00	3.52	3.52	100
9863	CC - 02 Hz 2	7.73	0.34	0.10	0.07	3.8	66	95	4	1	A.	5.76	4.90	0.48	0.15	0.23	0.00	5.76	5.76	100
9864	CC - 02 Hz 3	8.34	0.11	0.10	0.13	1.4	41	99	1	0	A.	3.52	2.72	0.43	0.13	0.23	0.00	3.52	3.52	100
9865	CC - 03 Hz 1	7.16	3.13	0.00	0.07	6.3	992	69	24	7	Fr.A.	8.80	6.50	0.55	1.62	0.13	0.00	8.80	8.80	100
9866	CC - 03 Hz 2	7.00	7.54	0.00	0.07	6.0	514	81	12	7	A:Fr.	6.08	4.17	1.12	0.66	0.13	0.00	6.08	6.08	100
9867	CC - 03 Hz 3	6.93	4.87	0.00	0.07	4.9	349	85	12	3	A:Fr.	6.08	4.41	0.93	0.57	0.17	0.00	6.08	6.08	100
9868	CC - 04 Hz 1	7.33	6.60	0.10	0.07	4.8	226	89	6	5	A.	4.48	3.72	0.33	0.29	0.14	0.00	4.48	4.48	100
9869	CC - 04 Hz 2	7.66	3.08	0.00	0.07	3.3	92	91	8	1	A.	4.48	3.63	0.42	0.20	0.23	0.00	4.48	4.48	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



### ANEXO 3. Resultados de Laboratorio – Quebrada Payhua.

## ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : SENAMHI

Departamento : LIMA  
 Distrito : MATUCANA  
 Referencia : H.R. 75175-117C-21

Fact.: Pendiente

Provincia : HUAROCHIRI  
 Predio : PAYHUA  
 Fecha : 26/10/2021

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
9832	PY - 01 Hz 1	7.86	0.36	2.39	1.04	5.1	127	61	18	21	Fr.Ar.A.	17.92	15.09	2.17	0.34	0.32	0.00	17.92	17.92	100
9833	PY - 01 Hz 2	7.98	0.42	3.72	0.39	3.3	92	57	20	23	Fr.Ar.A.	16.00	12.65	2.60	0.30	0.45	0.00	16.00	16.00	100
9834	PY - 01 Hz 3	7.90	0.44	5.63	0.07	3.0	51	59	22	19	Fr.A.	15.52	11.97	2.87	0.15	0.53	0.00	15.52	15.52	100
9835	PY - 02 Hz 1	7.86	0.34	1.05	3.19	6.3	532	57	30	13	Fr.A.	17.28	12.34	3.12	1.43	0.39	0.00	17.28	17.28	100
9836	PY - 02 Hz 2	8.02	0.35	1.62	0.98	4.1	238	55	28	17	Fr.A.	15.20	11.21	2.60	0.76	0.63	0.00	15.20	15.20	100
9837	PY - 02 Hz 3	7.78	0.78	2.67	0.78	4.2	261	51	30	19	Fr.	15.04	9.93	3.65	0.90	0.57	0.00	15.04	15.04	100
9838	PY - 03 Hz 1	7.45	0.26	0.38	4.23	21.9	332	45	32	23	Fr.	22.08	19.08	1.88	0.85	0.27	0.00	22.08	22.08	100
9839	PY - 03 Hz 2	7.50	0.17	0.10	2.28	16.4	213	45	32	23	Fr.	19.68	16.47	2.43	0.53	0.25	0.00	19.68	19.68	100
9840	PY - 03 Hz 3	7.41	0.13	0.10	1.30	15.9	129	47	30	23	Fr.	17.60	13.73	3.15	0.42	0.30	0.00	17.60	17.60	100
9841	PY - 04 Hz 1	5.58	0.04	0.00	1.43	15.4	63	55	30	15	Fr.A.	12.48	8.78	1.18	0.20	0.29	0.10	10.55	10.45	84
9842	PY - 04 Hz 2	6.88	0.42	0.19	0.33	2.7	125	31	30	39	Fr.Ar.	18.08	14.60	2.08	0.29	0.31	0.00	17.29	17.29	96
9843	PY - 04 Hz 3	7.61	0.36	0.95	0.07	2.6	121	33	28	39	Fr.Ar.	19.20	16.46	2.13	0.29	0.32	0.00	19.20	19.20	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

**ANEXO 4. Estudios previos de suelos ONERN****Paramosol Eutrico (Zona de Vida Paramo)**

Perfil de suelo ParamosolEutrico	
Zona	Casapalca
Correlación con la 7a. Aproximación	Ocrept (TypicHaplocryepts)
Fisiografía	Ladera de cerro
Topografía	Disectado a montañoso
Clima	Muy humedo y frigido
Altitud	4100 m.s.n.m.
Precipitación	850 m.m.
Temperatura	5°C
Material Madre	Sedimentario (lutitas calcáreas)
Vegetación Natural	Ichu, pastos naturales

Horizonte	Prof/cm.	Descripción
A	0 - 20	Franco, pardo rojizo oscuro (5 YR 3/3) en húmedo, estructura granular y de consistencia suelta. El ph 6.1 y 4.27% de materia orgánica. El límite del horizonte es claro al
AC	20 - 40	Franco, pardo rojizo oscuro (5 YR 3/4) en húmedo, estructura en bloques angulares pequeños débiles, de consistencia suelta. El pH 7.3 y 1.10% de materia orgánica. El límite del horizonte es claro al
C	40 - 200+	Franco, pardo rojizo oscuro (5 YR 3/4) en húmedo, estructura en bloques angulares medios y débiles, de consistencia suelta. El pH 7.5 y 1.10% de materia orgánica.



### Páramo Andosol

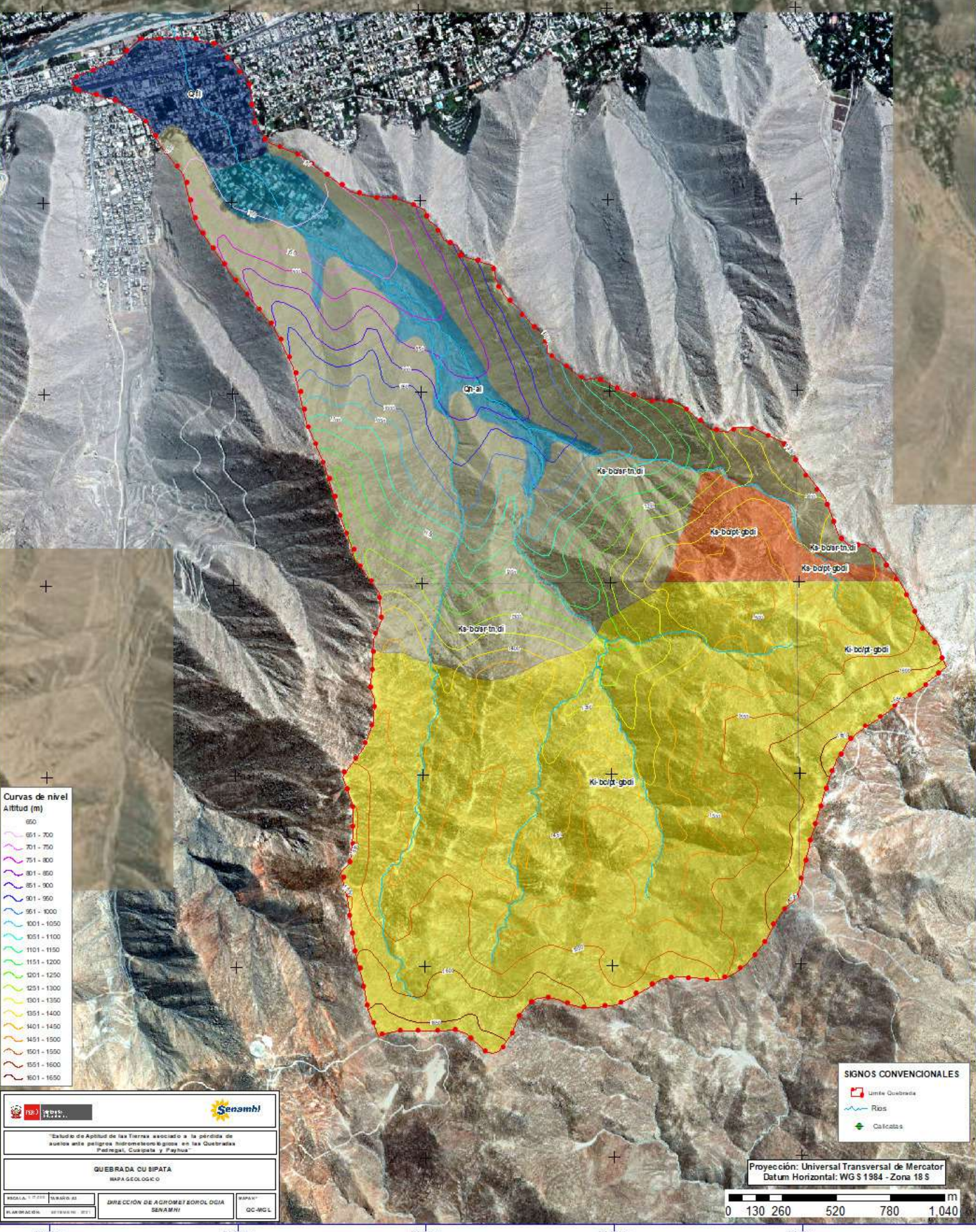
Perfil de suelo Paramo Andosol	
Zona	A 4 km. De la cordillera La Viuda
Correlación con la 7a. Aproximación	Criandeptrico
Fisiografía	Llanuras suaves
Topografía	Plano a ligeramente ondulado (3 - 10%)
Clima	Árido a semicalido
Altitud	4200 m.s.n.m.
Precipitación	20 m.m.
Temperatura	18°C
Material Madre	Volcánico
Vegetación Natural	Pastos naturales (ichu)

Horizonte	Prof/c m.	Descripción
A	0 - 20	Franco, pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo, estructura granular y de consistencia suelta en seco. El pH 5.2 y 4% de materia orgánica. El límite del horizonte es gradual al
B	20 - 40	Franco arcillo arenoso, pardo (7.5 YR 4/4) en húmedo, estructura granular, de consistencia suave en seco. El pH 5.9 y 2.3% de materia orgánica. El límite del horizonte es claro al
C	40 - 80	Franco arenoso, pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en húmedo, estructura en bloques sub angulares finos, de consistencia firme en húmedo. El pH 6.3 y 1% de materia orgánica.

#### ANEXO 5. Perfil Modal Cusipata, Pedregal y Payhua



SÍMBOLO	UNIDAD	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	EDAD MÁXIMA	EDAD MÍNIMA	AMBIENTE	ÁREA (ha)
	Bedizito de la Cuzco - Super Unidad Santa Rosa - Tonallia, glacia	Tonalita, diorita	Diorita	cretácico superior	cretácico superior	Platóneo	44.2
	Bedizito de la Cuzco - Super Unidad Patate - Galvrodorita	Galvrodorita	Galvrodorita	cretácico inferior	cretácico inferior	Platóneo	428.3
	Bedizito de la Cuzco - Super Unidad Patate - Galvrodorita	Gala adorita	Galvrodorita	cretácico inferior	cretácico inferior	Platóneo	30.2
	Bedizito de la Cuzco - Super Unidad Santa Rosa - Tonallia, glacia	Tonalita, diorita	Tonalita, diorita				269
	Dipólito floral	Blacas, arcillas, limos, arenas.	Blacas rocosas heterométricas y heterogéneas, redondeados a sule redondeados, con matiz de arcillas, limos, y arenas.	Guatemalo	Guatemalo	Continental (floral)	32.6
	Dipólito alvial	Hagmentos rocosos.	Acumulaciones de fragmentos rocosos, redondeados a sule redondeados, depositados en forma de lavas.	Guatemalo	Guatemalo	Continental (alvial)	47.3



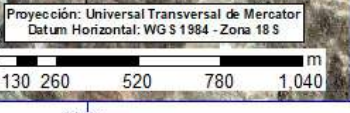
**Senamhi**

Estudio de Aptitud de las Tierras asociado a la pérdida de suelos ante peligros hidrometeorológicos en las Quebradas "Pedregal, Cuzpata y Payhua"

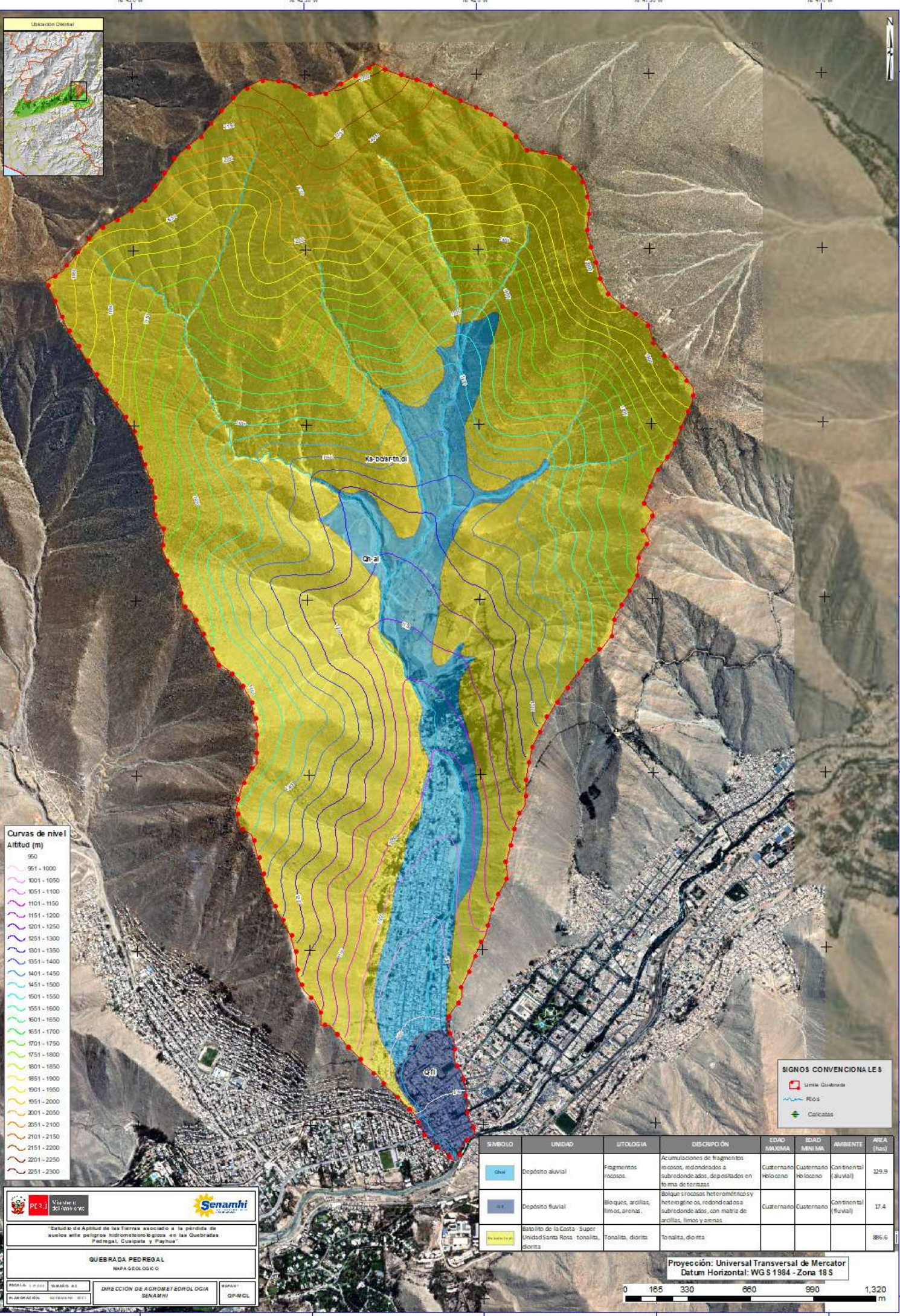
**QUEBRADA CU SPATA**  
MAPA GEOLOGICO

INSTITUCIÓN: DIRECCIÓN DE AGROMETEOROLOGÍA SENAMHI

PROYECTO: OC-49GL







**Curvas de nivel**  
Altitud (m)

950
951 - 1000
1001 - 1050
1051 - 1100
1101 - 1150
1151 - 1200
1201 - 1250
1251 - 1300
1301 - 1350
1351 - 1400
1401 - 1450
1451 - 1500
1501 - 1550
1551 - 1600
1601 - 1650
1651 - 1700
1701 - 1750
1751 - 1800
1801 - 1850
1851 - 1900
1901 - 1950
1951 - 2000
2001 - 2050
2051 - 2100
2101 - 2150
2151 - 2200
2201 - 2250
2251 - 2300

**SIGNOS CONVENCIONALES**

- Limite Cuadrada
- Rios
- Calicatas

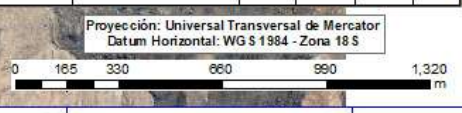
SÍMBOLO	UNIDAD	LITOLOGIA	DESCRIPCIÓN	EDAD MÁXIMA	EDAD MÍNIMA	AMBIENTE	ÁREA (has)
	Depósito aluvial	Fragmentos rocosos.	Acumulaciones de fragmentos rocosos, redondeados a subredondeados, depositados en forma de terrazas.	Guatemano Holoceno	Guatemano Holoceno	Continental (aluvial)	129.9
	Depósito fluvial	Bloques, arcillas, limos, arenas.	Bloques rocosos heterométricos y heterogéneos, redondeados a subredondeados, con matriz de arcillas, limos y arenas.	Guatemano	Guatemano	Continental (fluvial)	17.4
	Saballo de la Cotta Super Unidad Santa Rosa.	Tonalitas, dioritas.	Tonalitas, dioritas.				886.6

**PC 3.1** **Senamhi**

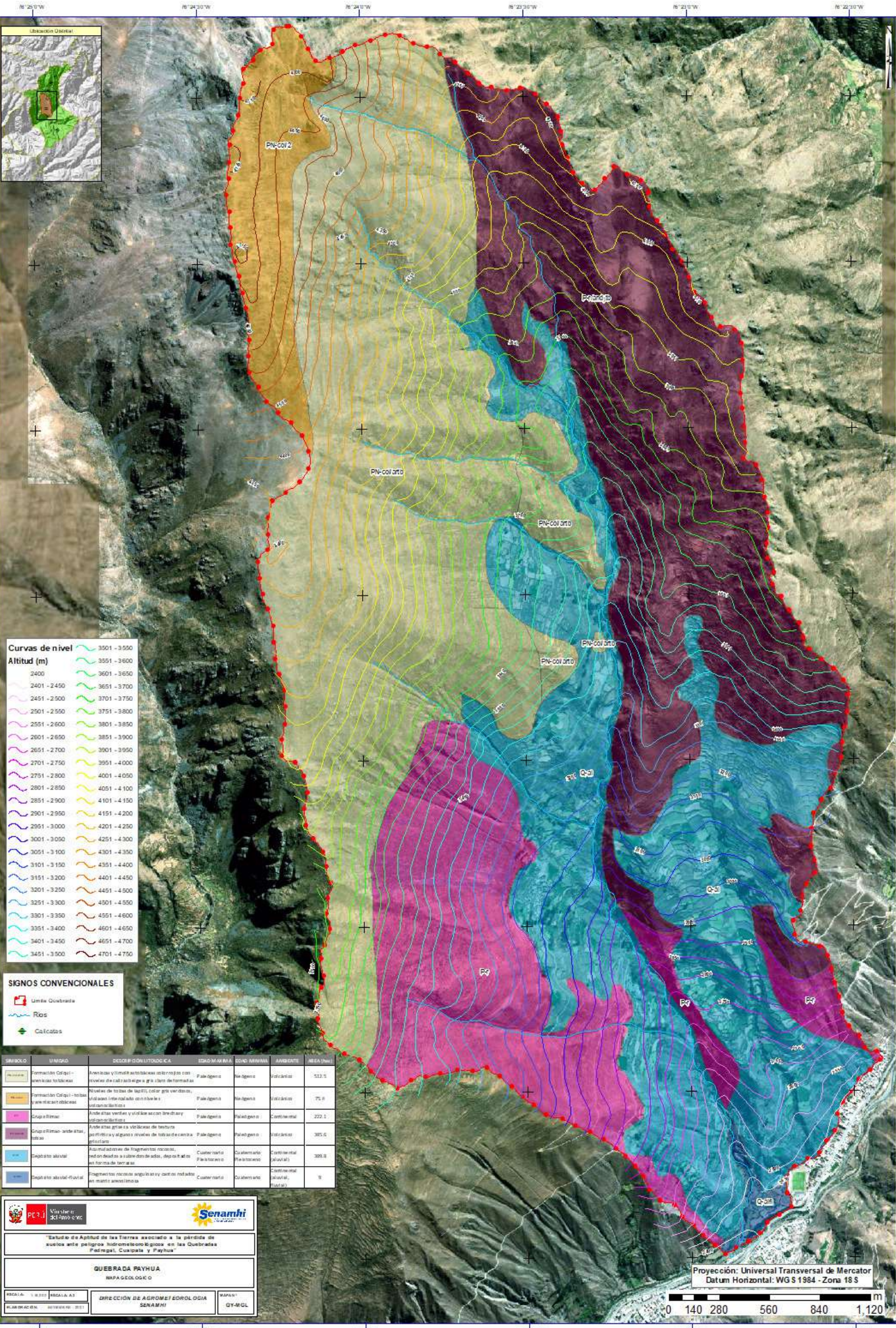
Estudio de Aptitud de las Tierras asociado a la pérdida de suelo ante peligros hidrometeorológicos en las Quebradas "Pedregal, Cusapata y Payhua".

**QUEBRADA PEDREGAL**  
MAPA GEOLOGICO

PROYECTO: 2019-01-001  
FECHA: 2019-01-01  
DIRECCIÓN DE AGRONOMÍA Y ZOOLOGÍA SENAMHI  
EQUIPO: QP-MGL







**Curvas de nivel**

**Altitud (m)**

2400	3501 - 3550
2401 - 2450	3551 - 3600
2451 - 2500	3601 - 3650
2501 - 2550	3651 - 3700
2551 - 2600	3701 - 3750
2601 - 2650	3751 - 3800
2651 - 2700	3801 - 3850
2701 - 2750	3851 - 3900
2751 - 2800	3901 - 3950
2801 - 2850	3951 - 4000
2851 - 2900	4001 - 4050
2901 - 2950	4051 - 4100
2951 - 3000	4101 - 4150
3001 - 3050	4151 - 4200
3051 - 3100	4201 - 4250
3101 - 3150	4251 - 4300
3151 - 3200	4301 - 4350
3201 - 3250	4351 - 4400
3251 - 3300	4401 - 4450
3301 - 3350	4451 - 4500
3351 - 3400	4501 - 4550
3401 - 3450	4551 - 4600
3451 - 3500	4601 - 4650
	4651 - 4700
	4701 - 4750

**SIGNOS CONVENCIONALES**

	Límite Quebrada
	Ríos
	Calicatas

SÍMBOLO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	EDAD MARINA	EDAD MINERAL	AMBIENTE	ÁREA (%)
	Formación Colqui - areniscas foliáceas	Areniscas y limolitas arenolíticas colorrojizas con niveles de calizas beige a gris claro de formadas por	Paleógeno	Neógeno	Fluviolacustro	133.5
	Formación Colqui - areniscas oblicuas	Niveles de tobas de lavas, color gris verdoso, volcánicas intercalado con niveles de areniscas arenolíticas	Paleógeno	Neógeno	Fluviolacustro	75.6
	Cuapalimán	Niveles verdes y violetas con brechas y calcarenitas	Paleógeno	Paleógeno	Continental	222.1
	Cuapalimán - areniscas azules	Niveles grises y violetas de texturas arenolíticas y argilosos niveles de tobas de cenizas grisáceas	Paleógeno	Paleógeno	Fluviolacustro	305.6
	Seguato aluvial	Asfalto arenoso de fragmentos rocosos, pedregal de tobas de lavas, depósitos aluviales de tobas de lavas	Cuaternario	Cuaternario	Continental (aluvial)	309.8
	Seguato aluvial - fluvial	Fragmentos rocosos angulosos y cantos redondeados en matriz arenolítica	Cuaternario	Cuaternario	Continental (fluvial, rocoso)	8

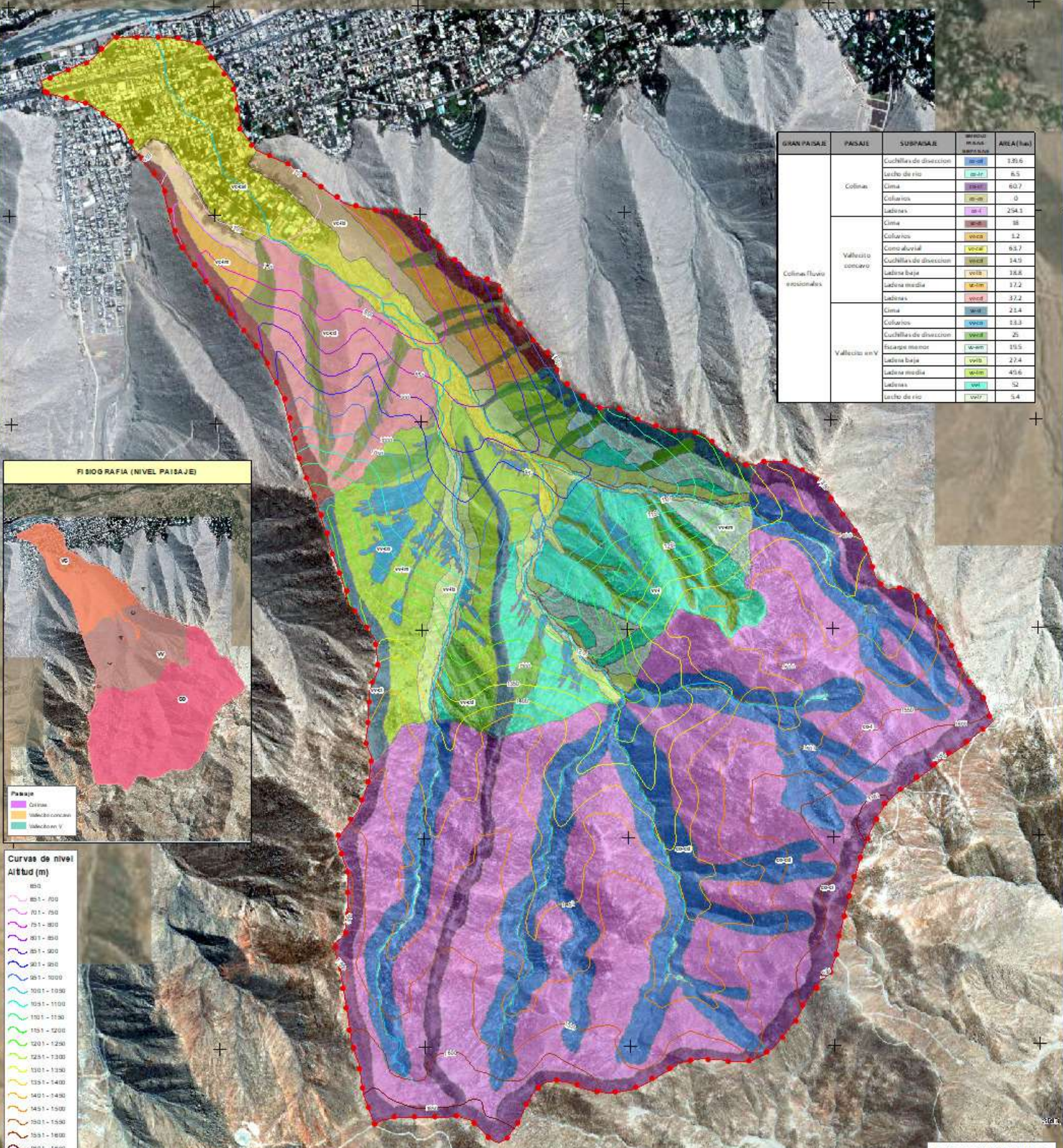
"Estudio de Aptitud de las Tierras asociado a la pérdida de suelo ante peligro hidrometeorológico en las Quebradas (Petrogari, Cuapalimán y Payhua)"

**QUEBRADA PAYHUA**  
 MAPA GEOLOGICO

ESCALA: 1:50,000 REG. LA. A3  
 DIRECCIÓN DE GEOMORFOLOGÍA SENAMHI  
 MAPAS QY-MGL

Proyección: Universal Transversal de Mercator  
 Datum Horizontal: WGS 1984 - Zona 18 S





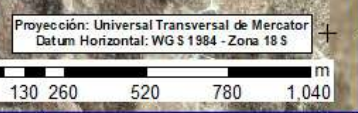
USO DEL PAISAJE	PASAJE	SUBPASAJE	ÁREA (ha)
Colinas		Cuchillas de diseccion	336.6
		lucio de río	6.5
		Clima	60.7
		Colinas	0
		labras	254.1
Colinas flujo estacional		Clima	88
		Colinas	1.2
		Como aluvial	65.7
		Cuchillas de diseccion	14.0
		Labras Baja	18.8
Vallecito en V		Labras media	17.2
		Labras	37.2
		Clima	21.4
		Colinas	53.3
		Cuchillas de diseccion	25
Vallecito en V		Escarpa menor	35.5
		labras baja	27.4
		labras media	45.6
		labras	52
		lucio de río	5.4



"Salud y Aptitud de las Tierras asociado a la pérdida de suelo ante peligros hidrometeorológicos en las Quebradas 'Piedra', 'Carpita' y 'Payta'"

**QUEBRADA CU SIPATA**  
 MAPEO FISIOGRAFICO

ESCALA: 1:10000  
 DIRECCION DE AGROMETEOROLOGIA SENAMHI  
 MAPA: OC-48P







**Curvas de nivel**  
Altitud (m)

950
961 - 1000
1001 - 1050
1051 - 1100
1101 - 1150
1151 - 1200
1201 - 1250
1251 - 1300
1301 - 1350
1351 - 1400
1401 - 1450
1451 - 1500
1501 - 1550
1551 - 1600
1601 - 1650
1651 - 1700
1701 - 1750
1751 - 1800
1801 - 1850
1851 - 1900
1901 - 1950
1951 - 2000
2001 - 2050
2051 - 2100
2101 - 2150
2151 - 2200
2201 - 2250
2251 - 2300



GRAN PAISAJE	PAISAJE	SUBPAISAJE	SÍMBOLO (Código)	ÁREA (has)
Colinas fluvio erosionales	Colinas	Laderas	col-la	17,1
		Cima	col-ca	106,9
	Vallecito en V	Cono aluvial	val-ca	53,5
		Cono deyección	val-ey	6,4
		Cuchillas de di seccion	val-di	137,7
		Escarpe menor	val-em	2,6
		Glaciocoluvial	val-gl	24,2
		Ladera media	val-me	37,1
		Laderas bajas	val-la	584,2
		Ledcho de río	val-lr	29,2
Terraza agradacion al	val-ta	31,5		
			3,8	

**SIGNOS CONVENCIONALES**

- Limites Quebradas
- Rios
- Calicatas

**QUEBRADA PEDREGAL**  
MAPA FIGURATIVO

PEJ.1  
Senamhi

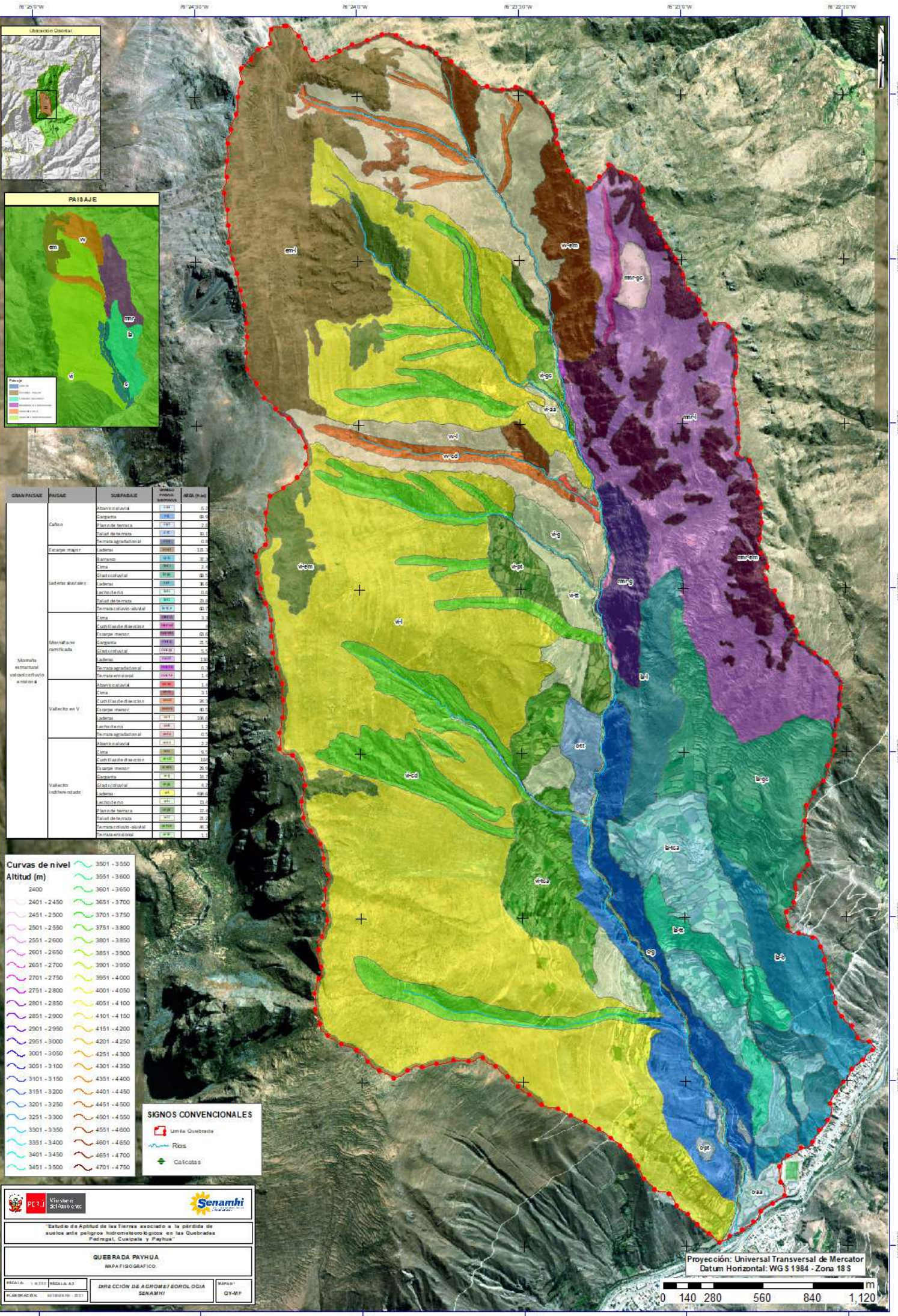
Estudio de Aptitud de las Tierras asociado a la pérdida de suelo ante peligros hidrometeorológicos en las Quebradas Pedregal, Cusapata y Payhua.

PROYECTO: 2019-2020  
DIRECCIÓN DE AGRONOMÍA Y ZOOLOGÍA SENAMHI

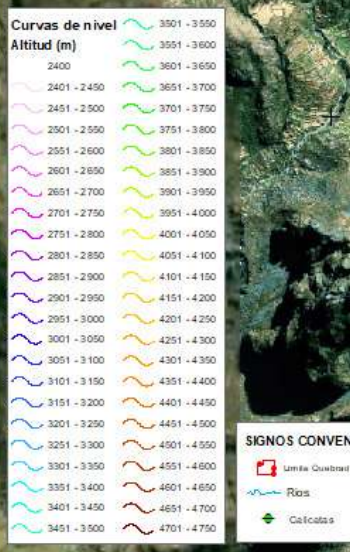
Proyección: Universal Transversal de Mercator  
Datum Horizontal: WGS 1984 - Zona 18 S

0 165 330 660 990 1,320 m





GRAN PAISAJE	PAISAJE	SUBPAISAJE	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Cafetales		Árbol de sombra	17000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Plantas de sombra	14000	0,1
		Talud de sombra	14000	0,1
		Terrazo agrícola	10000	0,1
		Canchales	10000	0,1
		Barraza	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
Cafetales asociados		Cafetales	10000	0,1
		Talud de sombra	10000	0,1
		Terrazo agrícola	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
Matorral arbustivo y herbáceo		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
Valleto en V		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
Valleto en forma de terraza		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1
		Cafetales	10000	0,1



Ministerio de Agricultura y Ganadería

**Senamhi**

Sistema Nacional de Información Geográfica

Estudio de Aptitud de las Tierras asociado a la pérdida de suelo ante peligro hidrometeorológico en las Quebradas 'Petrogali, Cuabasta y Payhua'

**QUEBRADA PAYHUA**

MAPA FISIOGRÁFICO

Proyección: Universal Transversal de Mercator  
Datum Horizontal: WGS 1984 - Zona 18 S

ESCALA: 1:10000

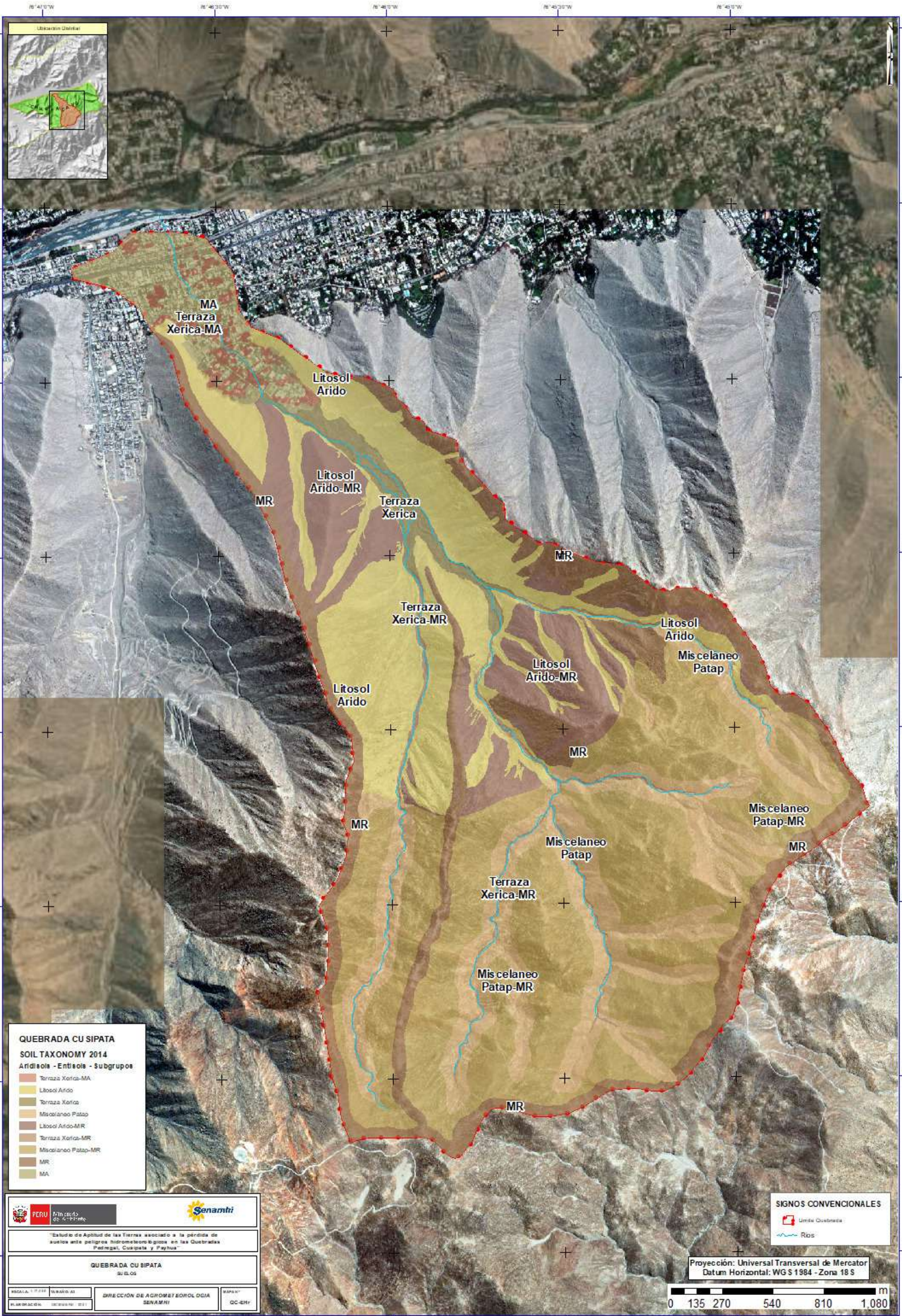
FECHA: 2013

DIRECCIÓN DE GEOMATICA Y SIG

SENAMHI

MAPA: QY-MF





**QUEBRADA CU SIPATA**  
**SOIL TAXONOMY 2014**  
 Aridisols - Entisols - subgrupos

- MA Terraza Xerica-MA
- Litosol Arido
- Terraza Xerica
- Miscelaneo Patap
- Litosol Arido-MR
- Terraza Xerica-MR
- Miscelaneo Patap-MR
- MR
- MA

"Estudio de Aptitud de las Tierras asociado a la pérdida de suelos ante peligros hidrometeorológicos en las Quebradas 'Pedregal, Cusipata y Payhua'"

**QUEBRADA CU SIPATA**  
 2014.03

ESCALA: 1:10000  
 ELABORADO: 2014.03.21  
 DIRECCIÓN DE AGROMETEOROLOGÍA SENAMHI  
 WPM/XX  
 QC-EM

**SIGNOS CONVENCIONALES**

- Límite Quebrada
- Ríos

Proyección: Universal Transversal de Mercator  
 Datum Horizontal: WGS 1984 - Zona 18 S







**Mapa de Suelos**  
Quebrada Pedregal - Subgrupos

- Cauce Pedregal-MA
- Cauce Pedregal
- MR-Cauce Pedregal
- Terraza Xerica
- Pedregal
- Ladera Xerica
- Pedregal Matorral-MR
- Ladera Xerica-MR
- MR

**SIGNOS CONVENCIONALES**

- Límite Quebrada
- Ríos
- Calicatas

"Estudio de Aptitud de las Tierras asociado a la pérdida de suelos ante peligros hidrometeorológicos en las Quebradas Pedregal, Cuzpata y Payhua"

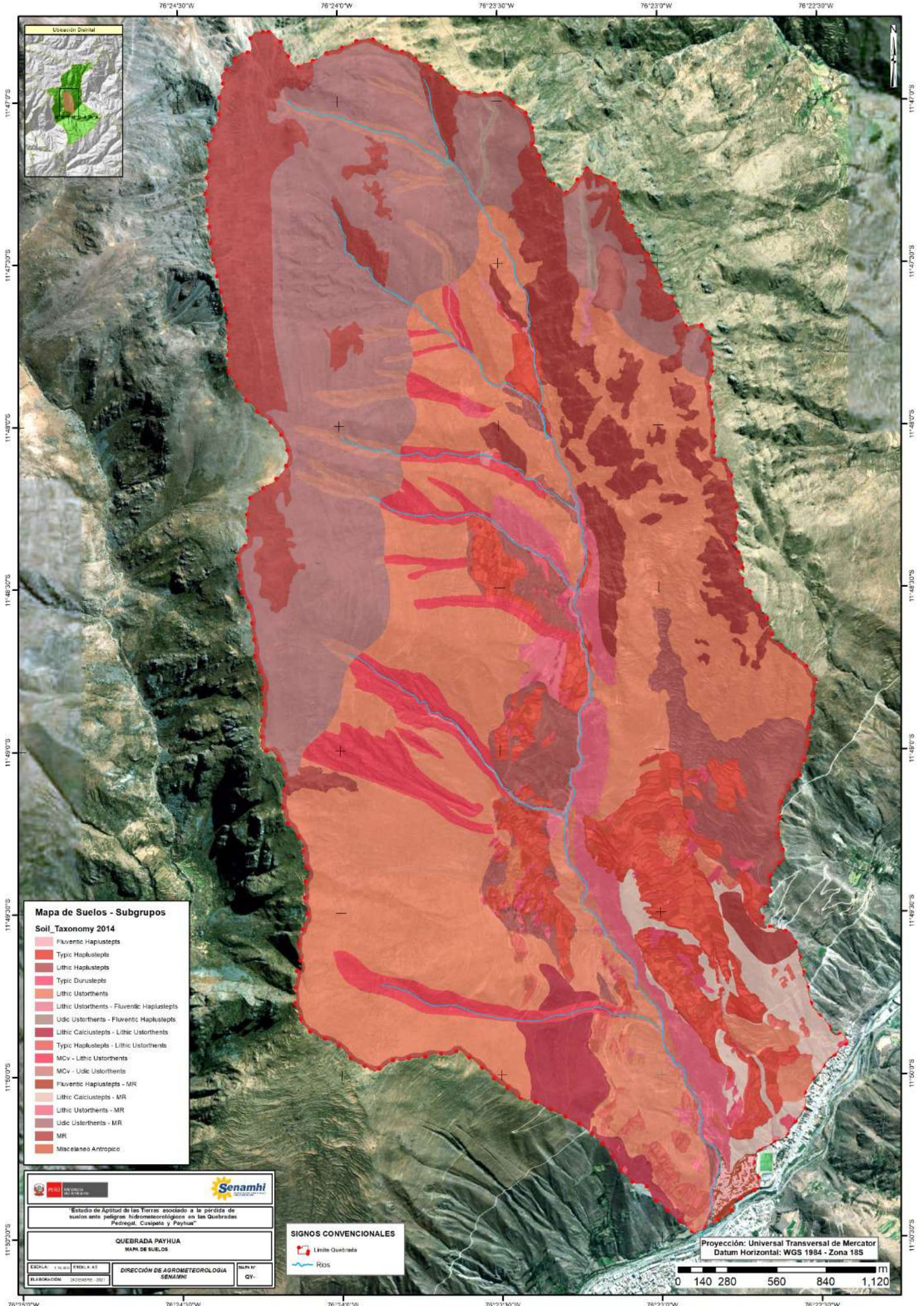
**QUEBRADA PEDREGAL**  
MAPA DE SUELOS

PROYECTO: 2017-SENAMHI-03	DIRECCIÓN DE AGROMETEOLOGÍA SENAMHI	SECTOR: OIR
ELABORACIÓN: (2018/06/01)		

Proyección: Universal Transversal de Mercator  
Datum Horizontal: WGS 1984 - Zona 18S



76°24'30"W 76°24'0"W 76°23'30"W 76°23'0"W 76°22'30"W



11°47'0"S 11°47'30"S 11°48'00"S 11°48'30"S 11°49'00"S 11°49'30"S 11°50'00"S 11°50'30"S

11°47'0"S 11°47'30"S 11°48'00"S 11°48'30"S 11°49'00"S 11°49'30"S 11°50'00"S 11°50'30"S



**Mapa de Suelos - Subgrupos**

**Soil\_Taxonomy 2014**

- Fluventic Haplustepts
- Typic Haplustepts
- Lithic Haplustepts
- Typic Durustepts
- Lithic Ustorthents
- Lithic Ustorthents - Fluventic Haplustepts
- Udic Ustorthents - Fluventic Haplustepts
- Lithic Calcustepts - Lithic Ustorthents
- Typic Haplustepts - Lithic Ustorthents
- MCv - Lithic Ustorthents
- MCv - Udic Ustorthents
- Fluventic Haplustepts - MR
- Lithic Calcustepts - MR
- Lithic Ustorthents - MR
- Udic Ustorthents - MR
- MR
- Misceláneo Antropico

**Senamhi**

Estudio de Aptitud de las Tierras asociado a la pérdida de suelos ante peligros hidrometeorológicos en las Quebradas Pedregal, Casapata y Payhua

**QUEBRADA PAYHUA**  
MAPA DE SUELOS

ESCALA: 1:10,000 FIGURA: 4.43  
ELABORACIÓN: DICIEMBRE 2011

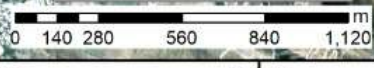
DIRECCIÓN DE AGROMETEOROLOGÍA  
SENAMHI

MAPA Nº: QY-

**SIGNOS CONVENCIONALES**

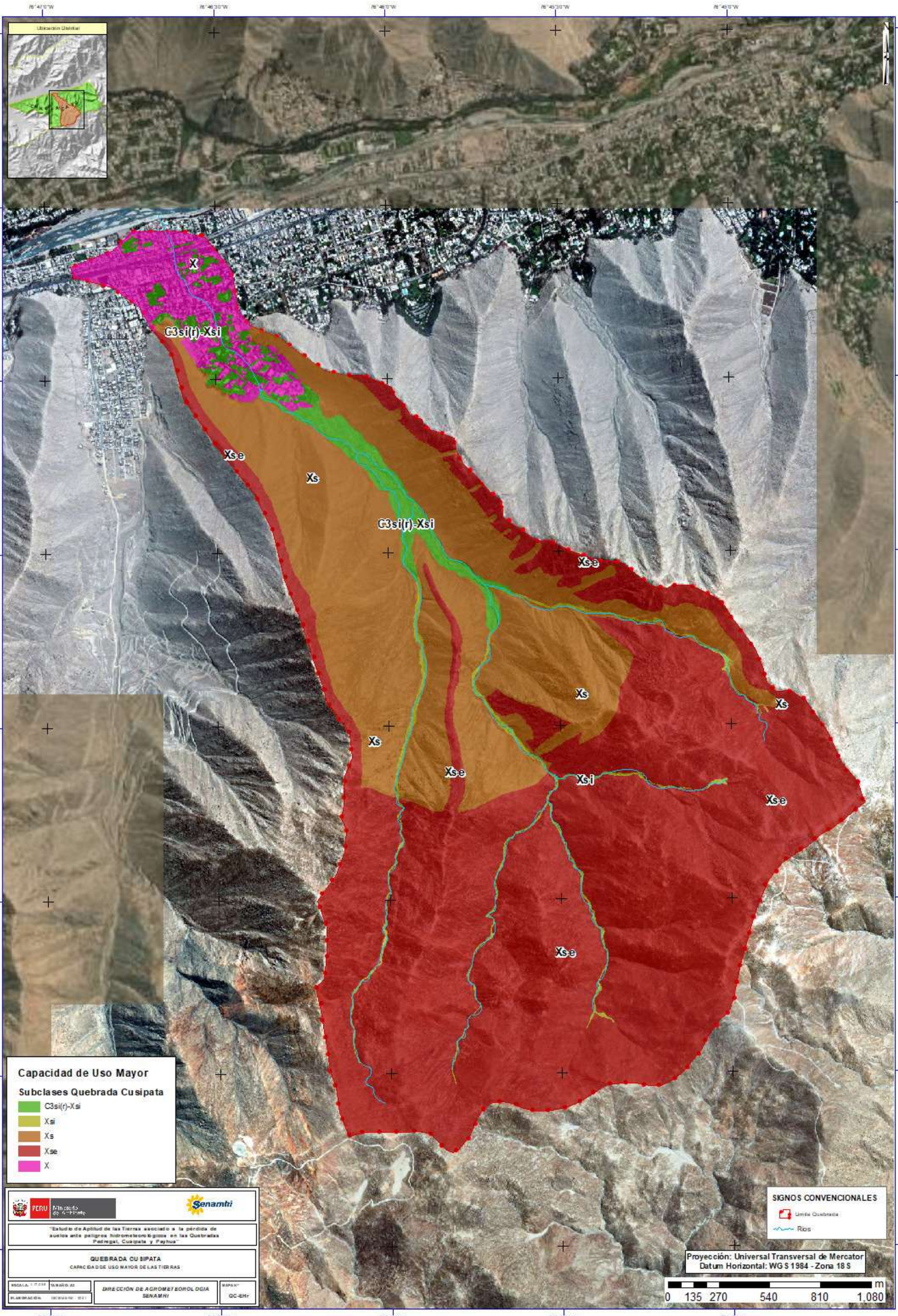
- Limite Quebrada
- Rios

Proyección: Universal Transversal de Mercator  
Datum Horizontal: WGS 1984 - Zona 18S



76°25'0"W 76°24'30"W 76°24'0"W 76°23'30"W 76°23'0"W 76°22'30"W





**Capacidad de Uso Mayor**  
**Subclases Quebrada Cusipata**

- C3si(r)-Xsi
- Xsi
- Xs
- Xse
- X

**PERU** **Ministerio de Agricultura y Riego** **Senamhi**

"Estudio de Aptitud de las Tierras asociado a la pérdida de suelos ante peligros hidrometeorológicos en las Quebradas 'Pedregal', 'Cusipata' y 'Rayhua'"

**QUEBRADA CU SIPATA**  
 CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LAS TIERRAS

PROYECTO: 001/2017/AG-DR  
 DIRECCIÓN DE AGRICULTURA Y RIEGO SENAMHI  
 WPM/01/2017  
 QC-4H/

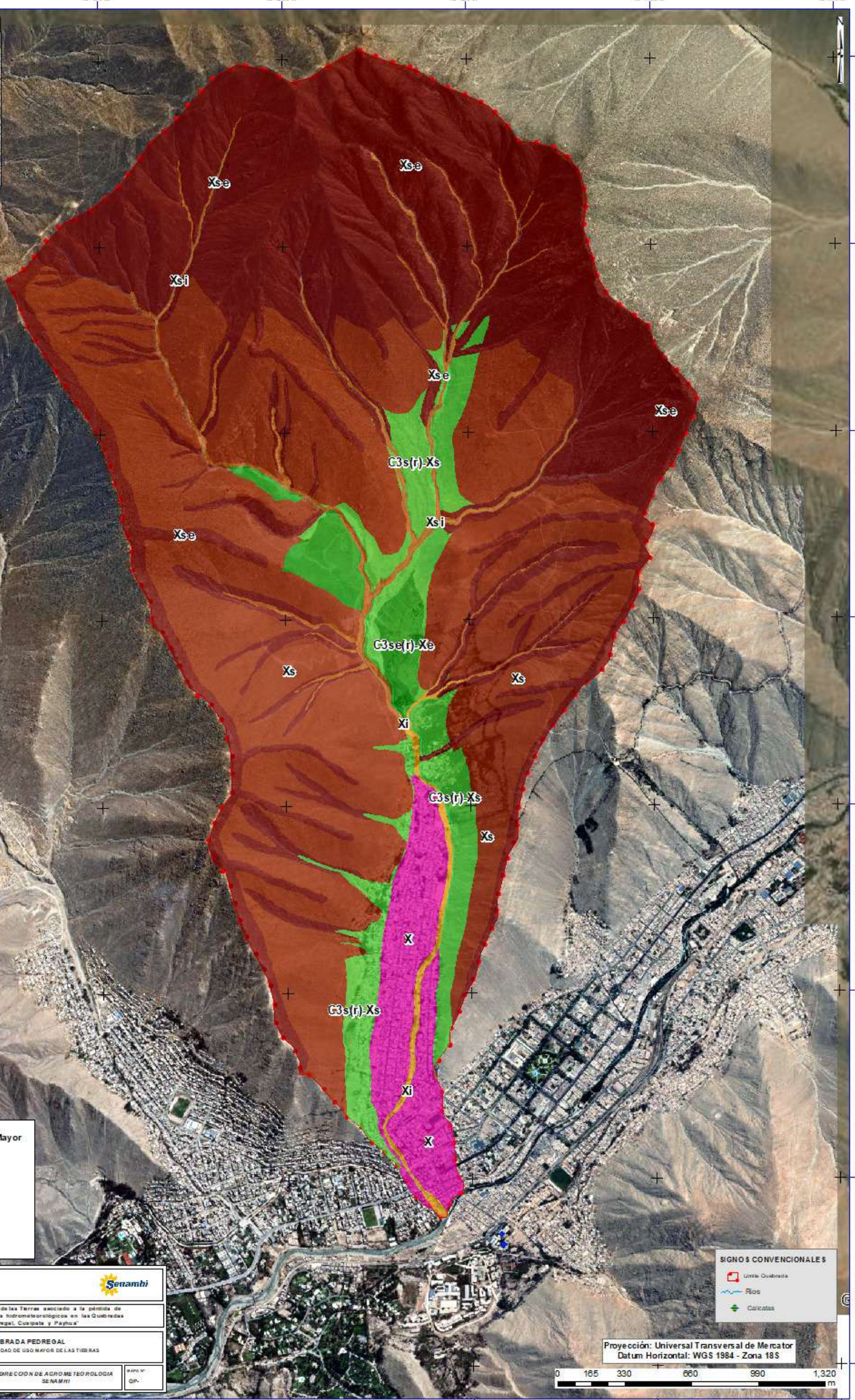
**SIGNOS CONVENCIONALES**

- Límite Quebrada
- Ríos

Proyección: Universal Transversal de Mercator  
 Datum Horizontal: WGS 1984 - Zona 18 S







**Capacidad de Uso Mayor**  
SubClases CUM

- C3s(r)-Xs
- C3se(r)-Xe
- Xi
- Xs
- Xse
- X

**SIGNOS CONVENCIONALES**

- Límite Cuadrada
- ~ Ríos
- + Calicatas

Estudio de Aptitud de las Tierras vinculado a la gestión de riesgos ante peligros hidrometeorológicos en las Cuadradas Federales Cuzcaba y Payhita

**QUEBRADA PEDREGAL**  
MARC DE CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LAS TIERRAS

PROYECTO: 2017-2018-03 | SENAMHI-03 | INSTITUTO NACIONAL DE AGROPECUARIO Y PESQUERÍA  
FECHA: 2018-09-01 | DIRECCIÓN DE AGROPECUARIO Y PESQUERÍA | SENAMHI | INSTITUTO NACIONAL DE AGROPECUARIO Y PESQUERÍA

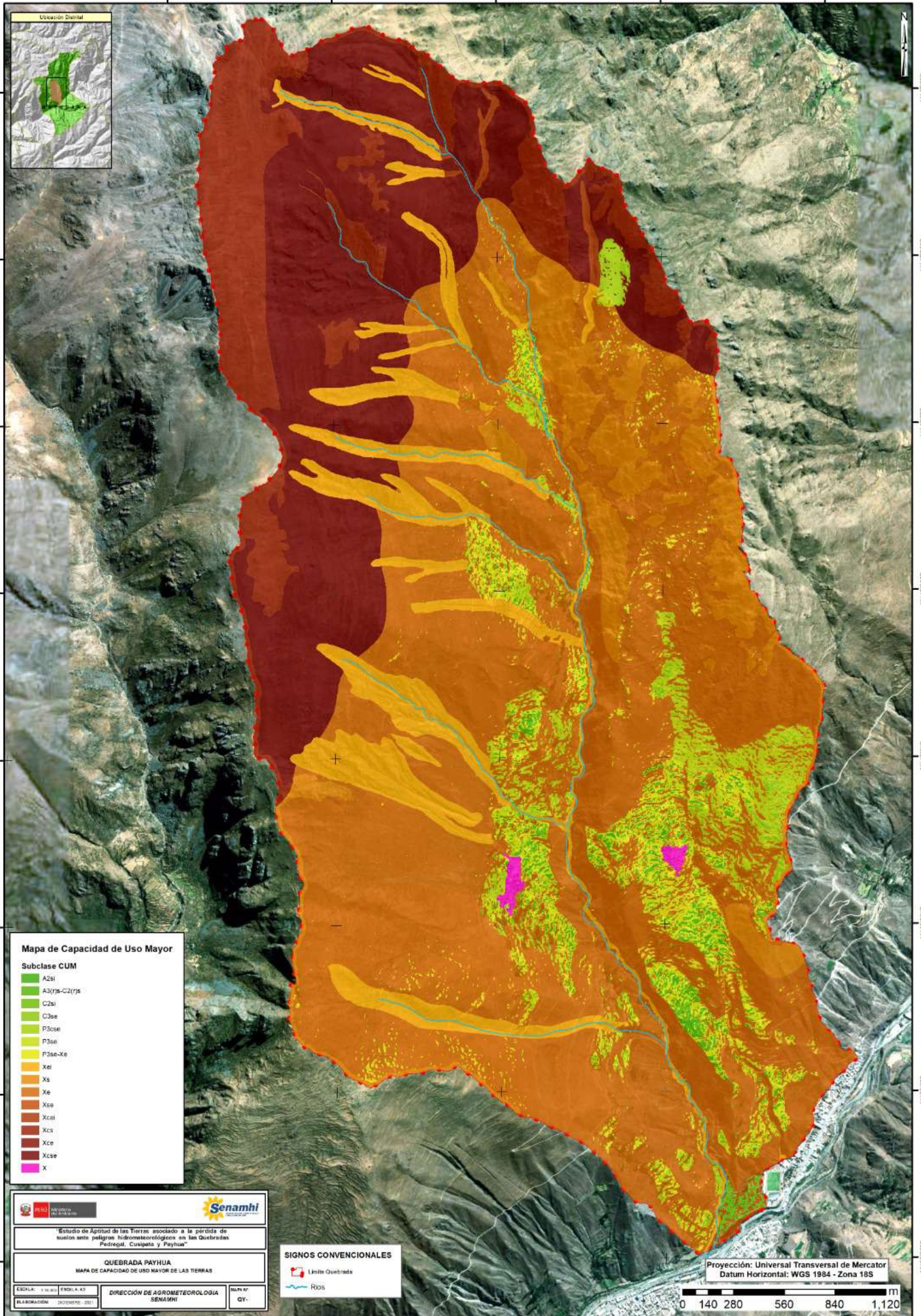
Proyección: Universal Transversal de Mercator  
Datum Horizontal: WGS 1984 - Zona 18S



76°24'30"W 76°24'0"W 76°23'30"W 76°23'0"W 76°22'30"W

11°47'0"S 11°47'30"S 11°48'00"S 11°48'30"S 11°49'00"S 11°49'30"S 11°50'00"S 11°50'30"S

11°47'0"S 11°47'30"S 11°48'00"S 11°48'30"S 11°49'00"S 11°49'30"S 11°50'00"S 11°50'30"S



**Mapa de Capacidad de Uso Mayor**

**Subclase CUM**

- A2sj
- A3(rs-C2(rs)
- C2sj
- C3se
- P3cse
- P3se
- P3se-Xe
- Xei
- Xs
- Xe
- Xse
- Xcsl
- Xcs
- Xce
- Xcse
- X

**Senamhi**

Estudio de Aptitud de las Tierras asociado a la pérdida de suelos ante peligros hidrometeorológicos en las Quebradas "Pedregal, Casipata y Payhua"

**QUEBRADA PAYHUA**  
MAPA DE CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LAS TIERRAS

ESCALA: 1:10,000 FIG. N.º 43  
ELABORACIÓN: DICIEMBRE 2011

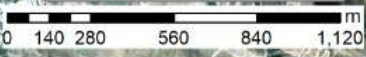
DIRECCIÓN DE AGROMETEOROLOGÍA  
SENAMHI

MAPA N.º  
QY-

**SIGNOS CONVENCIONALES**

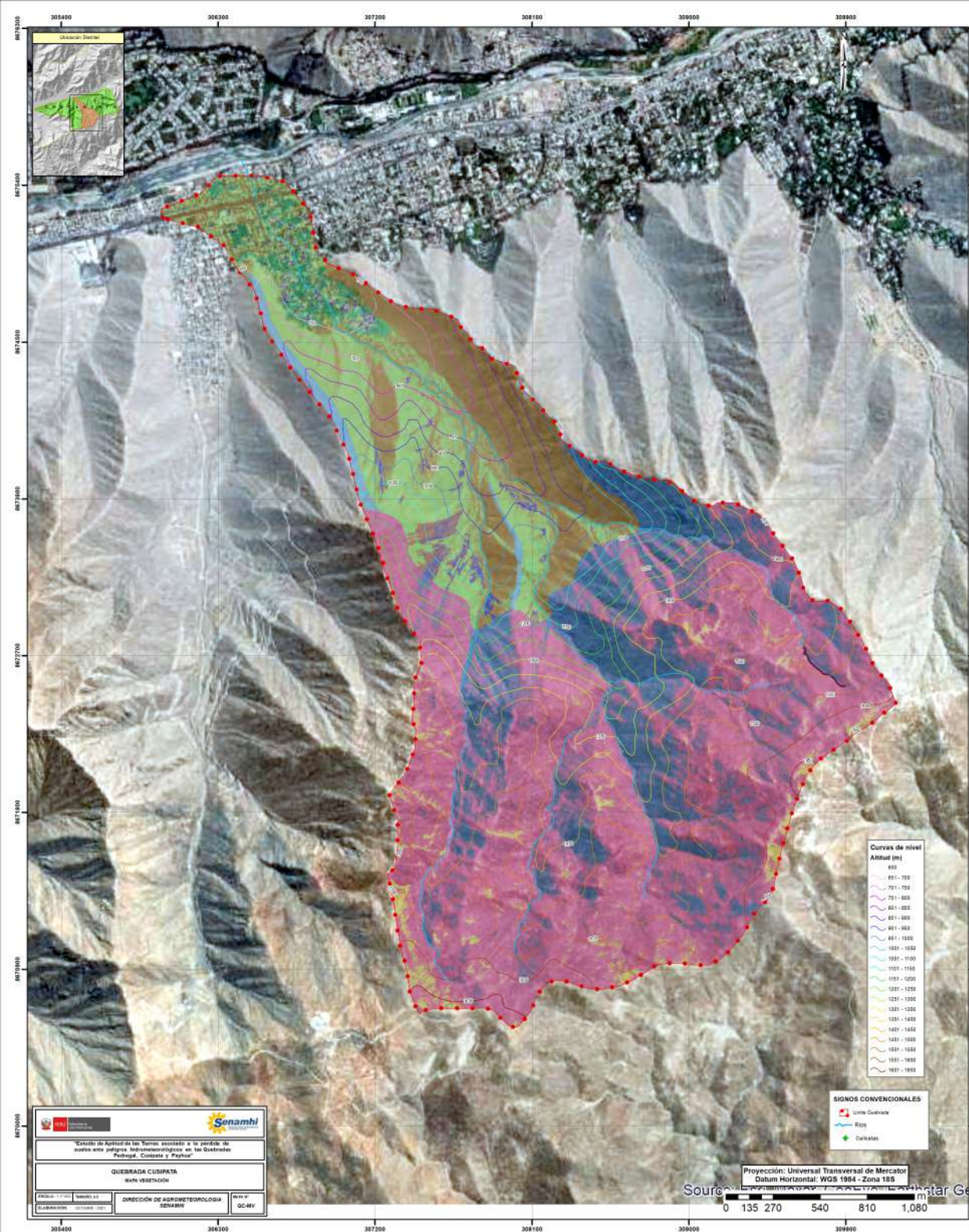
- Límite Quebrada
- Ríos

Proyección: Universal Transversal de Mercator  
Datum Horizontal: WGS 1984 - Zona 18S



76°25'0"W 76°24'30"W 76°24'0"W 76°23'30"W 76°23'0"W 76°22'30"W

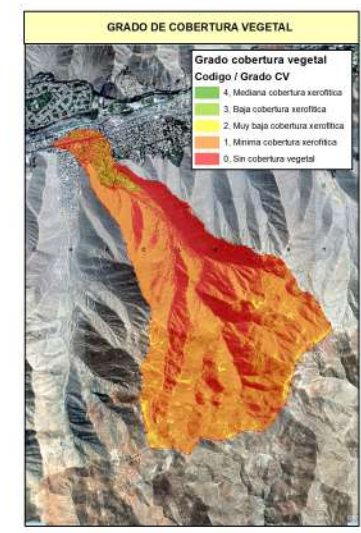




### LEYENDA

#### Vegetacion (Cusipata)

- Desierto Superárido Minima cobertura xerofitica
- Desierto Superárido Sin cobertura vegetal
- Desierto perárido Baja cobertura xerofitica
- Desierto perárido Mediana cobertura xerofitica
- Desierto perárido Minima cobertura xerofitica
- Desierto perárido Muy baja cobertura xerofitica
- Desierto perárido Sin cobertura vegetal
- Desierto superárido Arbolado o matorral o herbazal
- Desierto superárido Baja cobertura xerofitica
- Desierto superárido Mediana cobertura xerofitica
- Desierto superárido Minima cobertura xerofitica
- Desierto superárido Muy baja cobertura xerofitica
- Desierto superárido Minima cobertura xerofitica
- Desierto superárido Sin cobertura vegetal



**Sonamhi**

Estado de Aplicación de los Temas asociados a la gestión de aguas en las pallas hidroclimáticas en las Quebradas "Pachaj", "Cobaca" y "Pachac"

**QUEBRADA CUSIPATA**

MAPA VEGETACION

Fecha: 17/08/2017  
Elaboración: 17/08/2017

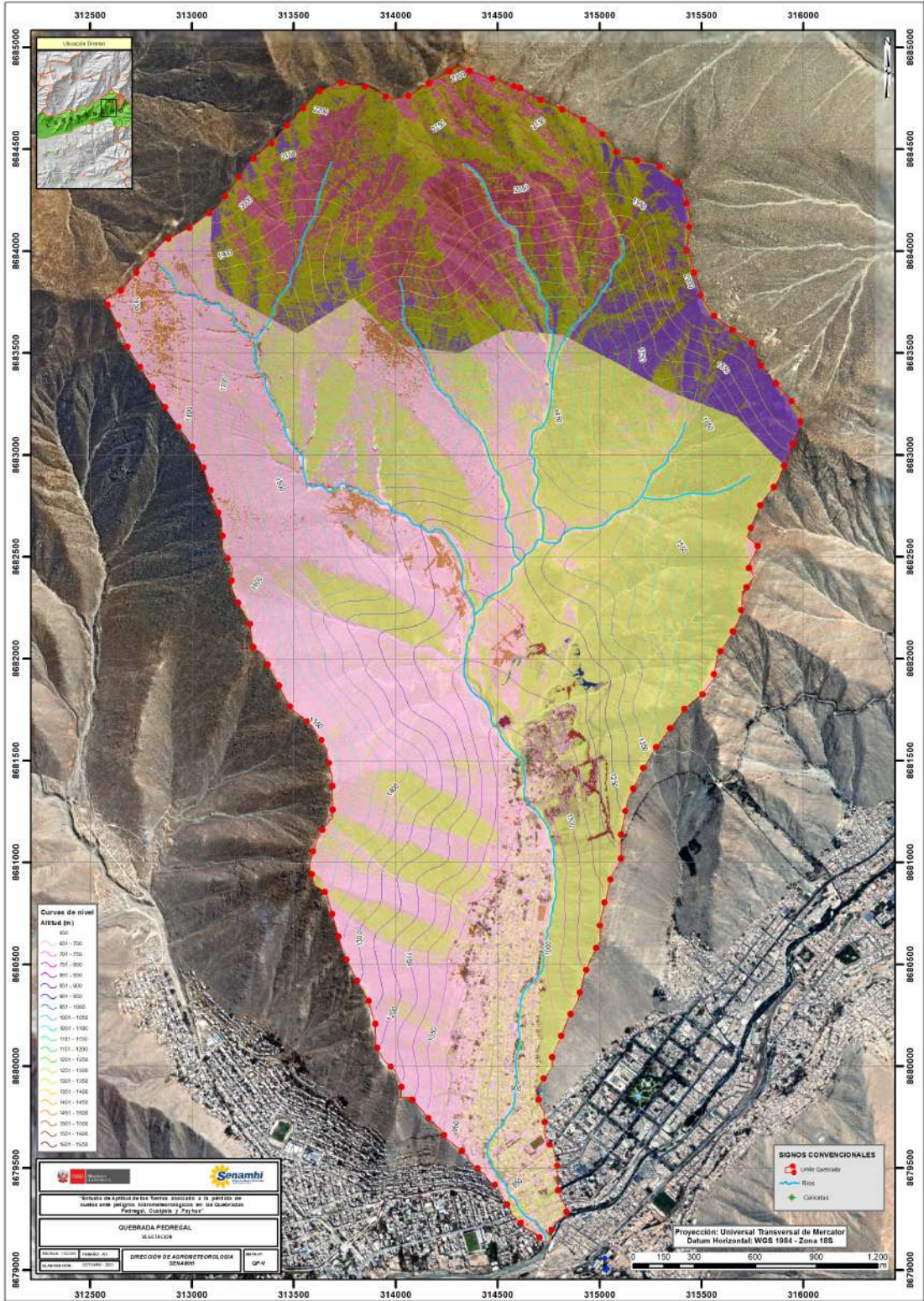
DIRECCIÓN DE ASPIROMETEOROLOGIA  
SONAMHI

SCMVI

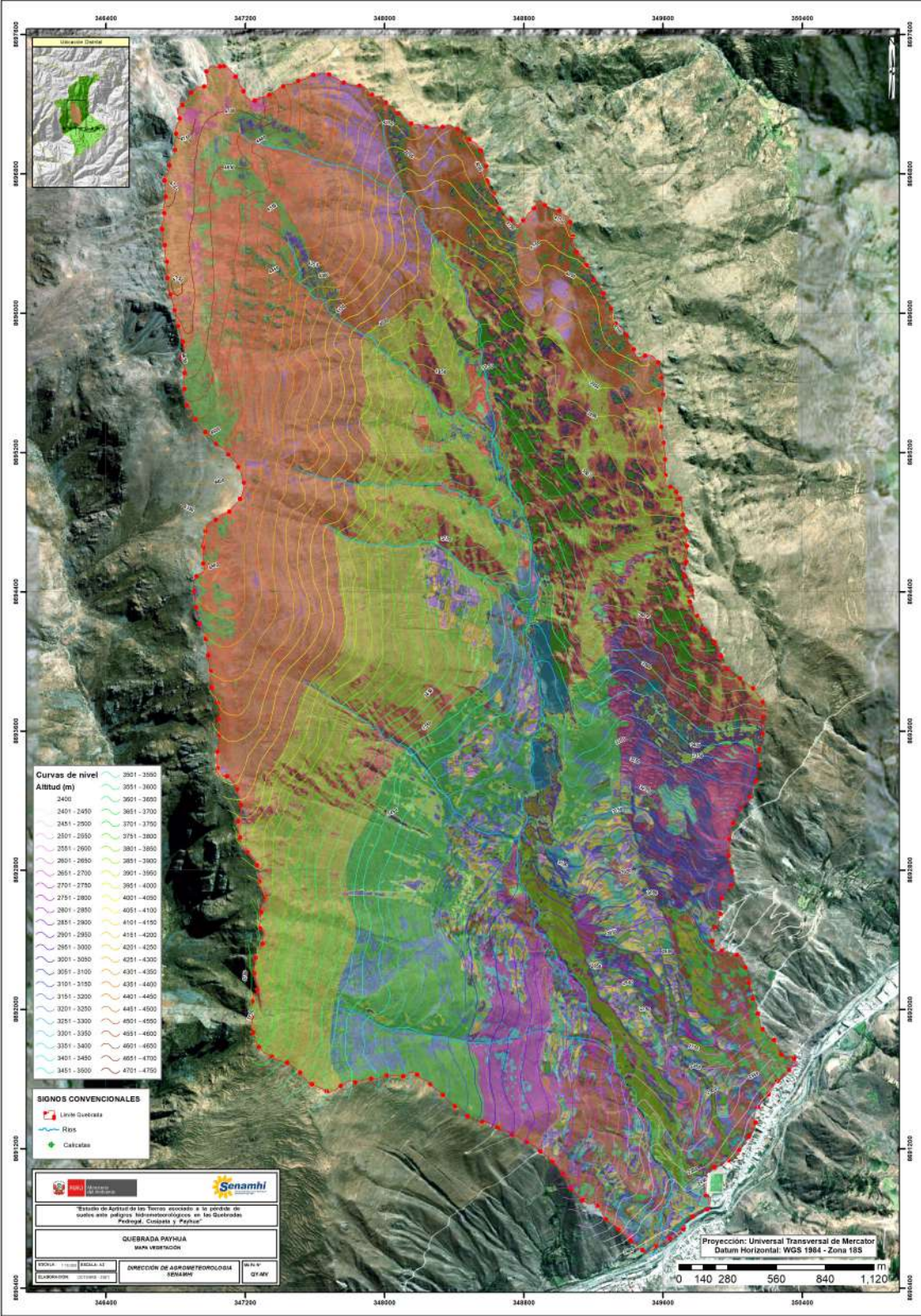
Proyección: Universal Transversal de Mercator  
Datum Horizontal: WGS 1984 - Zona 18E

0 135 270 540 810 1,080 m





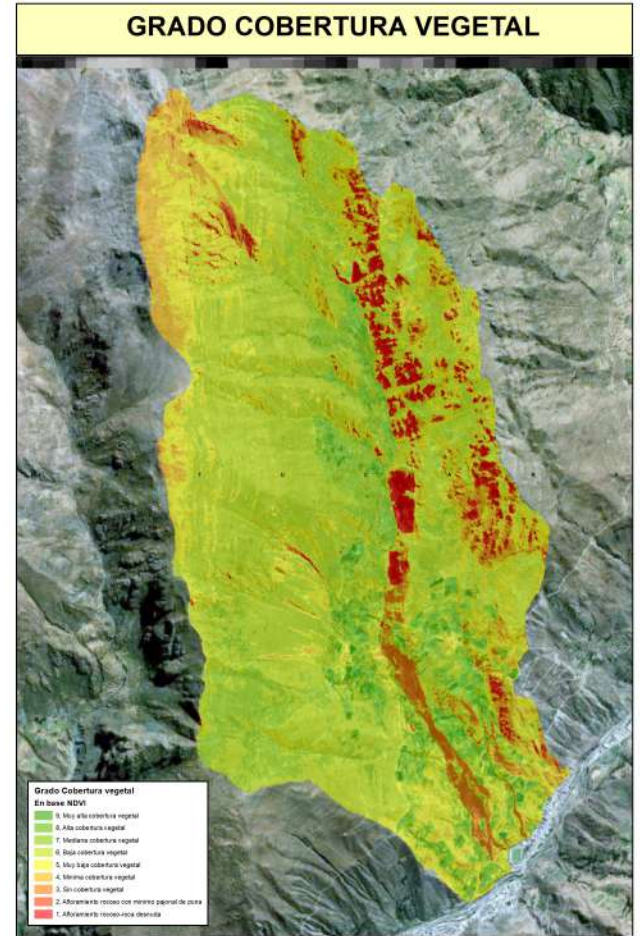




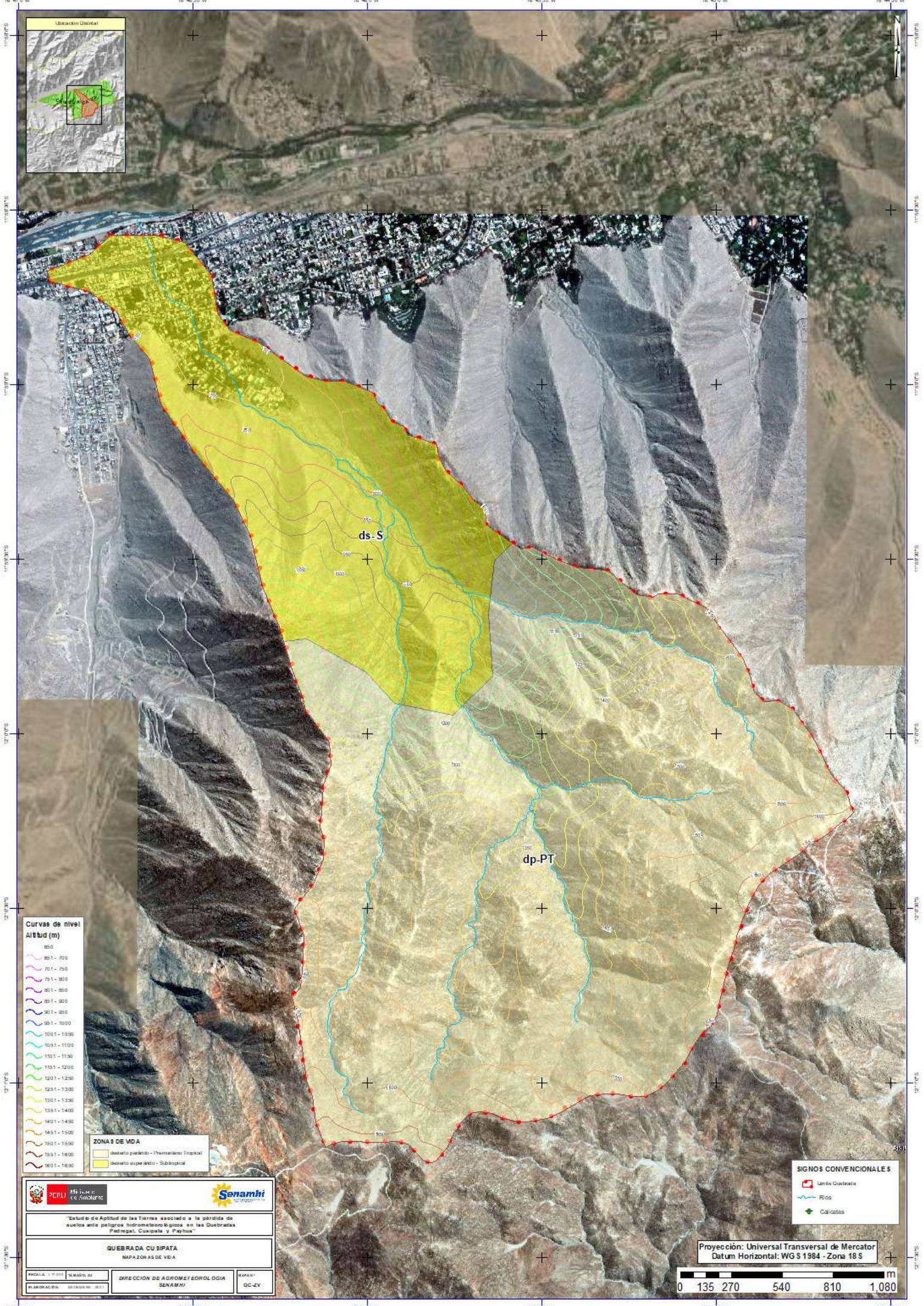
**LEYENDA**

**Cobertura vegetal**

- Arbolado, matorral o herbazal antropico Aforamiento rocoso con mínimo pajonal de puna
- Arbolado, matorral o herbazal antropico Aforamiento rocoso-roca desnuda
- Arbolado, matorral o herbazal antropico Alta cobertura vegetal
- Arbolado, matorral o herbazal antropico Baja cobertura vegetal
- Arbolado, matorral o herbazal antropico Mediana cobertura vegetal
- Arbolado, matorral o herbazal antropico Mínima cobertura vegetal
- Arbolado, matorral o herbazal antropico Muy alta cobertura vegetal
- Arbolado, matorral o herbazal antropico Muy baja cobertura vegetal
- Arbolado, matorral o herbazal antropico Sin cobertura vegetal
- Herbazal altoandino muy humedo Aforamiento rocoso con mínimo pajonal de puna
- Herbazal altoandino muy humedo Aforamiento rocoso-roca desnuda
- Herbazal altoandino muy humedo Alta cobertura vegetal
- Herbazal altoandino muy humedo Baja cobertura vegetal
- Herbazal altoandino muy humedo Mediana cobertura vegetal
- Herbazal altoandino muy humedo Mínima cobertura vegetal
- Herbazal altoandino muy humedo Muy baja cobertura vegetal
- Herbazal altoandino muy humedo Sin cobertura vegetal
- Herbazal altoandino pluvial Aforamiento rocoso con mínimo pajonal de puna
- Herbazal altoandino pluvial Aforamiento rocoso-roca desnuda
- Herbazal altoandino pluvial Baja cobertura vegetal
- Herbazal altoandino pluvial Mínima cobertura vegetal
- Herbazal altoandino pluvial Muy baja cobertura vegetal
- Herbazal altoandino pluvial Sin cobertura vegetal
- Herbazal y matorral de estepa Aforamiento rocoso-roca desnuda
- Herbazal y matorral de estepa Alta cobertura vegetal
- Herbazal y matorral de estepa Baja cobertura vegetal
- Herbazal y matorral de estepa Mediana cobertura vegetal
- Herbazal y matorral de estepa Muy alta cobertura vegetal
- Herbazal y matorral de estepa Muy baja cobertura vegetal
- Herbazal y matorral de estepa Mínima cobertura vegetal
- Herbazal y matorral de estepa Sin cobertura vegetal
- Herbazal y matorral de estepa espinosa Aforamiento rocoso-roca desnuda
- Herbazal y matorral de estepa espinosa Alta cobertura vegetal
- Herbazal y matorral de estepa espinosa Baja cobertura vegetal
- Herbazal y matorral de estepa espinosa Mediana cobertura vegetal
- Herbazal y matorral de estepa espinosa Mínima cobertura vegetal
- Herbazal y matorral de estepa espinosa Muy alta cobertura vegetal
- Herbazal y matorral de estepa espinosa Muy baja cobertura vegetal
- Herbazal y matorral de estepa espinosa Sin cobertura vegetal
- Herbazal y matorral humedo Aforamiento rocoso con mínimo pajonal de puna
- Herbazal y matorral humedo Aforamiento rocoso-roca desnuda
- Herbazal y matorral humedo Alta cobertura vegetal
- Herbazal y matorral humedo Baja cobertura vegetal
- Herbazal y matorral humedo Mediana cobertura vegetal
- Herbazal y matorral humedo Mínima cobertura vegetal
- Herbazal y matorral humedo Muy alta cobertura vegetal
- Herbazal y matorral humedo Muy baja cobertura vegetal
- Herbazal y matorral humedo Sin cobertura vegetal
- Terrazas agricolas prehispánicas sin uso Aforamiento rocoso-roca desnuda
- Terrazas agricolas prehispánicas sin uso Alta cobertura vegetal
- Terrazas agricolas prehispánicas sin uso Baja cobertura vegetal
- Terrazas agricolas prehispánicas sin uso Mediana cobertura vegetal
- Terrazas agricolas prehispánicas sin uso Mínima cobertura vegetal
- Terrazas agricolas prehispánicas sin uso Muy baja cobertura vegetal
- Terrazas agricolas prehispánicas sin uso Sin cobertura vegetal
- Zona agropecuaria con arbolado o matorral antropico Aforamiento rocoso-roca desnuda
- Zona agropecuaria con arbolado o matorral antropico Alta cobertura vegetal
- Zona agropecuaria con arbolado o matorral antropico Baja cobertura vegetal
- Zona agropecuaria con arbolado o matorral antropico Mediana cobertura vegetal
- Zona agropecuaria con arbolado o matorral antropico Mínima cobertura vegetal
- Zona agropecuaria con arbolado o matorral antropico Muy alta cobertura vegetal
- Zona agropecuaria con arbolado o matorral antropico Muy baja cobertura vegetal
- Zona agropecuaria con arbolado o matorral antropico Sin cobertura vegetal







**Curvas de nivel**  
Altitud (m)

850
851 - 870
871 - 890
891 - 910
911 - 930
931 - 950
951 - 970
971 - 990
991 - 1010
1011 - 1030
1031 - 1050
1051 - 1070
1071 - 1090
1091 - 1110
1111 - 1130
1131 - 1150
1151 - 1170
1171 - 1190
1191 - 1210
1211 - 1230
1231 - 1250
1251 - 1270
1271 - 1290
1291 - 1310
1311 - 1330
1331 - 1350
1351 - 1370
1371 - 1390
1391 - 1410
1411 - 1430
1431 - 1450
1451 - 1470
1471 - 1490
1491 - 1510
1511 - 1530
1531 - 1550
1551 - 1570
1571 - 1590
1591 - 1610
1611 - 1630
1631 - 1650

**ZONAS DE VIDA**

	desierto pedregoso - Tamaritales Tropical
	desierto super árido - Subtropical

**SIGNOS CONVENCIONALES**

	Límite Quebrada
	Ríos
	Cajabals

"Salud de Altura de las Tierras asociado a la pérdida de suelo ante peligros hidrometeorológicos en las Quebradas Piedregal, Cusipata y P'ayhuca"

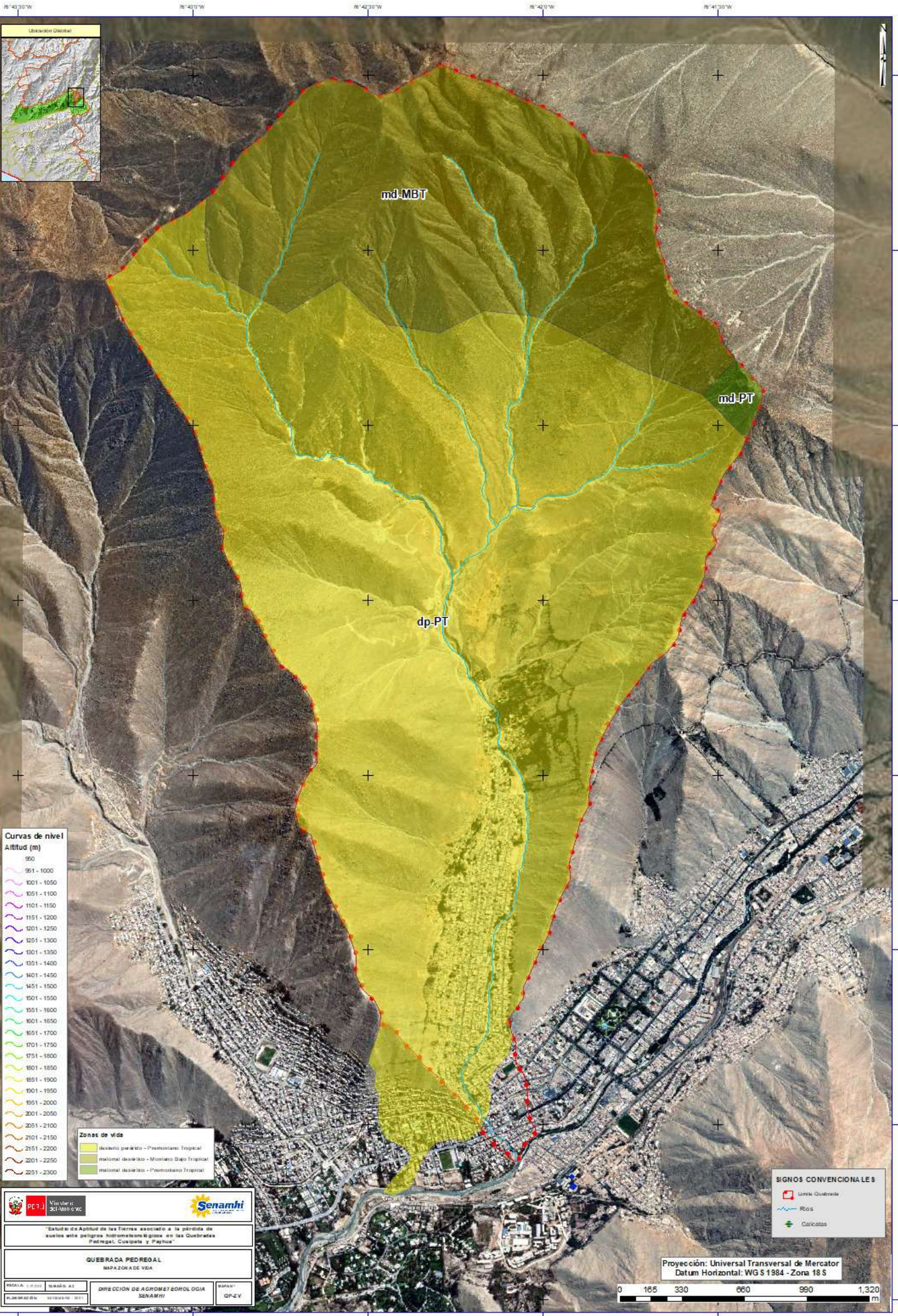
**QUEBRADA CU SIPATA**  
 MAPA ZONAS DE VIDA

ESCALA: 1:10000 FECHA: 2018	DIRECCIÓN DE AGRONOMÍA EOROLÓGICA SENAMHI	MAPA: OC-2V
--------------------------------	--	----------------

Proyección: Universal Transversal de Mercator  
 Datum Horizontal: WGS 1984 - Zona 18 S

0 135 270 540 810 1.080 m





md-MBT

md-PT

dp-PT

- Curvas de nivel**  
Altitud (m)
- 950
  - 961 - 1000
  - 1001 - 1050
  - 1051 - 1100
  - 1101 - 1150
  - 1151 - 1200
  - 1201 - 1250
  - 1251 - 1300
  - 1301 - 1350
  - 1351 - 1400
  - 1401 - 1450
  - 1451 - 1500
  - 1501 - 1550
  - 1551 - 1600
  - 1601 - 1650
  - 1651 - 1700
  - 1701 - 1750
  - 1751 - 1800
  - 1801 - 1850
  - 1851 - 1900
  - 1901 - 1950
  - 1951 - 2000
  - 2001 - 2050
  - 2051 - 2100
  - 2101 - 2150
  - 2151 - 2200
  - 2201 - 2250
  - 2251 - 2300
- Zonas de Vida**
- desierto peráltilo - Páramo Sub-Tropical
  - montano desértico - Montano Bajo Tropical
  - montano desértico - Páramo Sub-Tropical

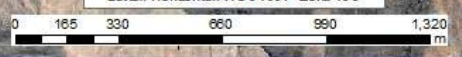
- SIGNOS CONVENCIONALES**
- Limites Quebrada
  - Ríos
  - Callecitas

"Estudio de Aptitud de las Tierras asociado a la pérdida de suelo ante peligros hidrometeorológicos en las Quebradas 'Pedregal, Cusipata y Payhua'."

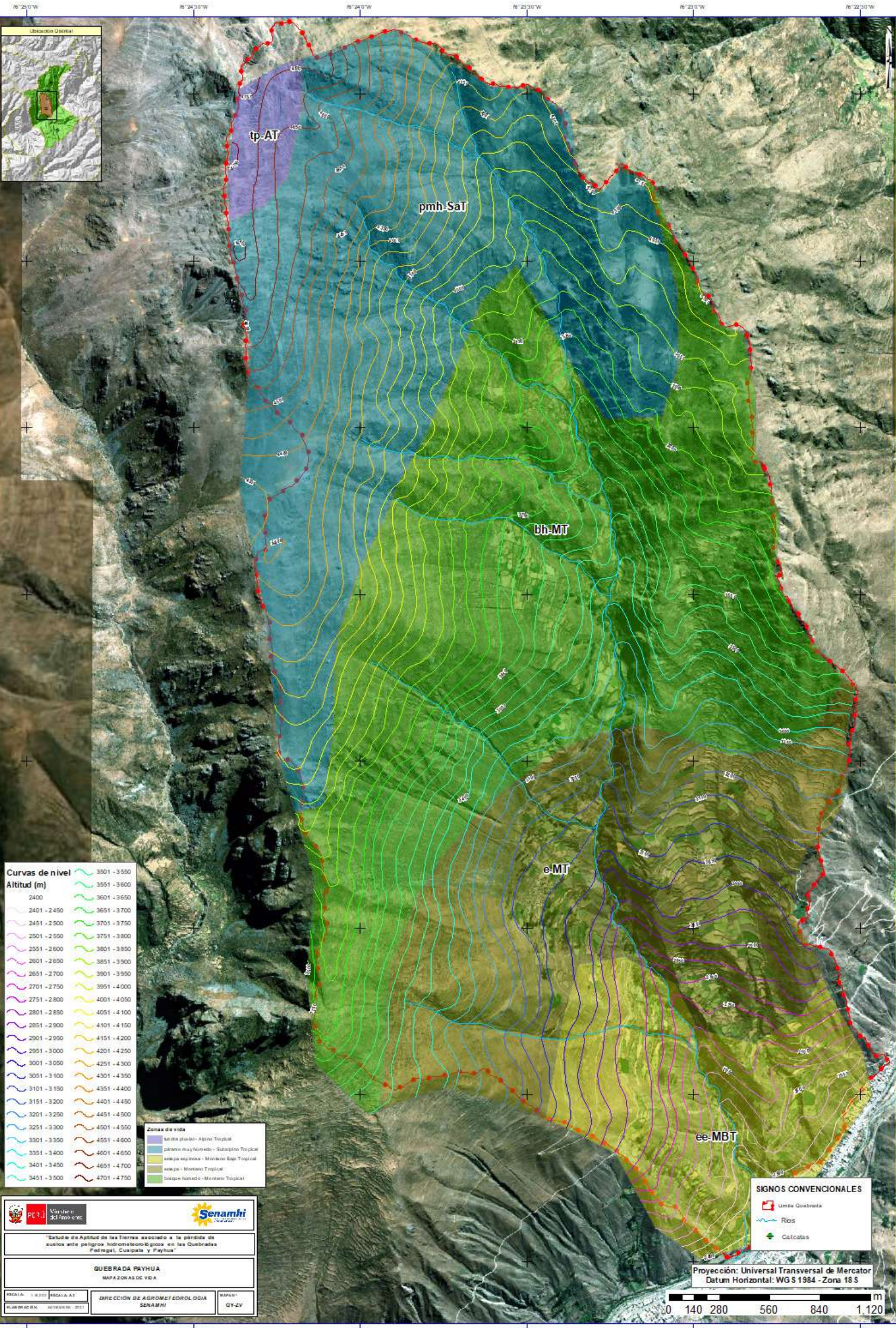
**QUEBRADA PEDREGAL**  
 MAPA ZONAS DE VIDA

ESCALA: 1:5000    Hoja: A3  
 PROYECTO: 2018-2019    DIRECCIÓN DE AGRICULTURA Y PESQUERÍA SENAMHI    WPMAT QIPCY

Proyección: Universal Transversal de Mercator  
 Datum Horizontal: WGS 1984 - Zona 18 S







**Curvas de nivel**

Altitud (m)

2400	3501 - 3550
2401 - 2450	3501 - 3600
2451 - 2500	3601 - 3650
2501 - 2550	3651 - 3700
2551 - 2600	3701 - 3750
2601 - 2650	3751 - 3800
2651 - 2700	3801 - 3850
2701 - 2750	3851 - 3900
2751 - 2800	3901 - 3950
2801 - 2850	3951 - 4000
2851 - 2900	4001 - 4050
2901 - 2950	4051 - 4100
2951 - 3000	4101 - 4150
3001 - 3050	4151 - 4200
3051 - 3100	4201 - 4250
3101 - 3150	4251 - 4300
3151 - 3200	4301 - 4350
3201 - 3250	4351 - 4400
3251 - 3300	4401 - 4450
3301 - 3350	4451 - 4500
3351 - 3400	4501 - 4550
3401 - 3450	4551 - 4600
3451 - 3500	4601 - 4650
	4651 - 4700
	4701 - 4750

**Zonas de vida**

Alta montaña - Alpinismo Tropical
patrimonio muy húmedo - Subalpino Tropical
etapa espesa - Montano Bajo Tropical
etapa pa - Montano Tropical
bosque húmedo - Montano Tropical

**SIGNOS CONVENCIONALES**

Limites Quebrada
Rios
Calicatas

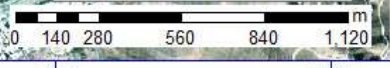


"Estudio de Aptitud de las Tierras asociado a la pérdida de suelo ante peligros hidrometeorológicos en las Quebradas Payhua, Cuzco y Payhua"

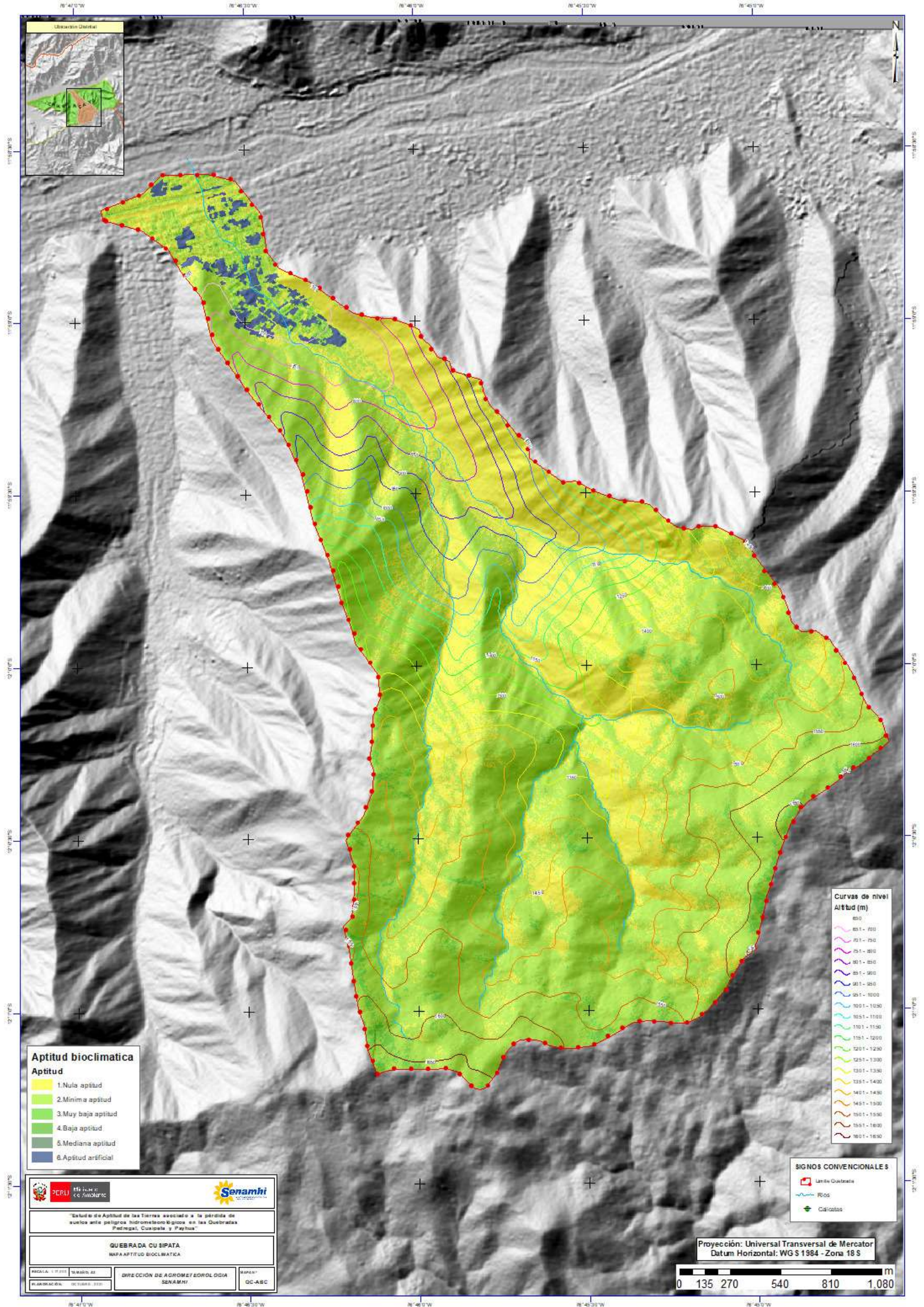
**QUEBRADA PAYHUA**  
MAPA ZONAS DE VIDA

ESCALA: 1:8000 REGULA A3  
DIRECCIÓN DE AGRONOMÍA EDROLOGÍA SENAMHI  
MAPAS QY-2V

Proyección: Universal Transversal de Mercator  
Datum Horizontal: WGS 1984 - Zona 18 S







**Aptitud bioclimática**  
**Aptitud**

1. Nula aptitud
2. Mínima aptitud
3. Muy baja aptitud
4. Baja aptitud
5. Mediana aptitud
6. Aptitud artificial

**Curvas de nivel**  
**Altud (m)**

450
451 - 499
501 - 549
551 - 599
601 - 649
651 - 699
701 - 749
751 - 799
801 - 849
851 - 899
901 - 949
951 - 999
1001 - 1049
1051 - 1099
1101 - 1149
1151 - 1199
1201 - 1249
1251 - 1299
1301 - 1349
1351 - 1399
1401 - 1449
1451 - 1499
1501 - 1549
1551 - 1599
1601 - 1649

**SIGNOS CONVENCIONALES**

- Lin de Quebrada
- Rios
- Cárgos

Salud de Aptitud de las Tierras asociado a la pérdida de suelo ante peligros hidrometeorológicos en las Quebradas Pedregal, Cusipata y Payhuá

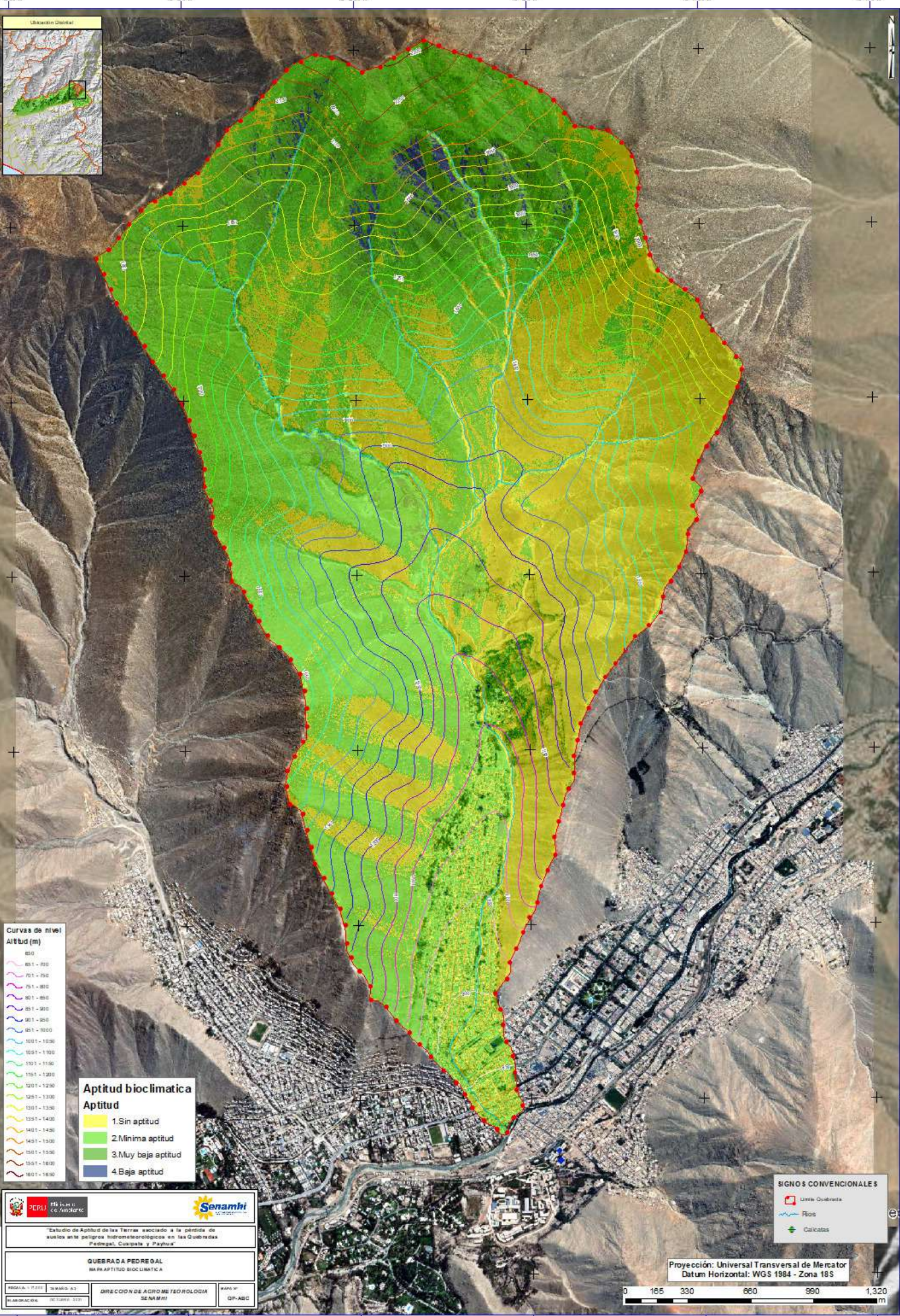
**QUEBRADA CU SIPATA**  
MAPA APTITUD BIOClimÁTICA

ESCALA: 1:10000    FECHA: 2018    DIRECCIÓN DE AGRONOMÍA E HIDROLOGÍA SENAMHI    MAPA: OC-ABC

Proyección: Universal Transversal de Mercator  
Datum Horizontal: WGS 1984 - Zona 18 S







**Curvas de nivel**  
Altitud (m)

850
851 - 900
901 - 950
951 - 1000
1001 - 1050
1051 - 1100
1101 - 1150
1151 - 1200
1201 - 1250
1251 - 1300
1301 - 1350
1351 - 1400
1401 - 1450
1451 - 1500
1501 - 1550
1551 - 1600
1601 - 1650

**Aptitud bioclimática**  
**Aptitud**

1. Sin aptitud
2. Mínima aptitud
3. Muy baja aptitud
4. Baja aptitud

**SIGNOS CONVENCIONALES**

	Limite Cuadrada
	Rios
	Calicatas

**PCPL** M. I. y D. C. / **Senamhi**

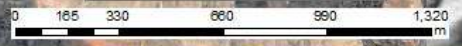
Estudio de Aptitud de las Tierras asociado a la pérdida de suelos ante peligros hidrometeorológicos en las Quebradas Fedegal, Cuzcaba y Payhua

**QUEBRADA PEDREGAL**  
MA REAPTITUD BIOLIMÁTICA

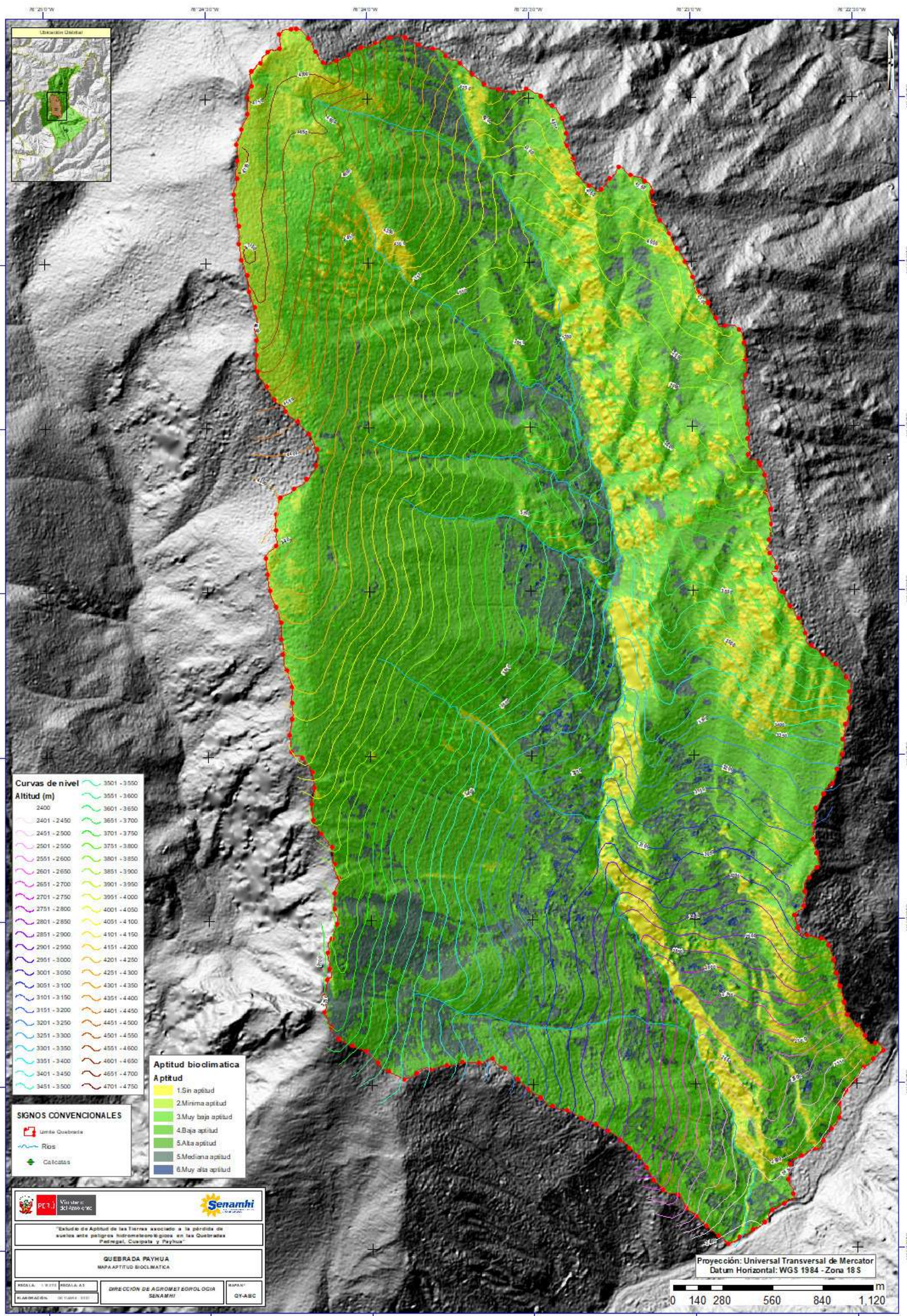
PROYECTO: 17210 / SENAMHI-03 / DIRECCIÓN DE AGROMETEOLOGÍA SENAMHI / MAPA N°: QP-ABC

ELABORACIÓN: OCTUBRE 2022

Proyección: Universal Transversal de Mercator  
Datum Horizontal: WGS 1984 - Zona 18S







- Curvas de nivel**
- 3501 - 3550
  - 3551 - 3600
  - 3601 - 3650
  - 3651 - 3700
  - 3701 - 3750
  - 3751 - 3800
  - 3801 - 3850
  - 3851 - 3900
  - 3901 - 3950
  - 3951 - 4000
  - 4001 - 4050
  - 4051 - 4100
  - 4101 - 4150
  - 4151 - 4200
  - 4201 - 4250
  - 4251 - 4300
  - 4301 - 4350
  - 4351 - 4400
  - 4401 - 4450
  - 4451 - 4500
  - 4501 - 4550
  - 4551 - 4600
  - 4601 - 4650
  - 4651 - 4700
  - 4701 - 4750
- Altitud (m)**
- 2400
  - 2401 - 2450
  - 2451 - 2500
  - 2501 - 2550
  - 2551 - 2600
  - 2601 - 2650
  - 2651 - 2700
  - 2701 - 2750
  - 2751 - 2800
  - 2801 - 2850
  - 2851 - 2900
  - 2901 - 2950
  - 2951 - 3000
  - 3001 - 3050
  - 3051 - 3100
  - 3101 - 3150
  - 3151 - 3200
  - 3201 - 3250
  - 3251 - 3300
  - 3301 - 3350
  - 3351 - 3400
  - 3401 - 3450
  - 3451 - 3500
- SIGNOS CONVENCIONALES**
- Umita Quebrada
  - Rios
  - Calcastas
- Aptitud bioclimatica**
- Aptitud**
1. Sin aptitud
  2. Minima aptitud
  3. Muy baja aptitud
  4. Baja aptitud
  5. Alta aptitud
  6. Mediana aptitud
  8. Muy alta aptitud

"Estudio de Aptitud de las Tierras asociado a la pérdida de suelo ante peligro hidrometeorológico en las Quebradas 'Pestegal', 'Cuzapata' y 'Payhua'."

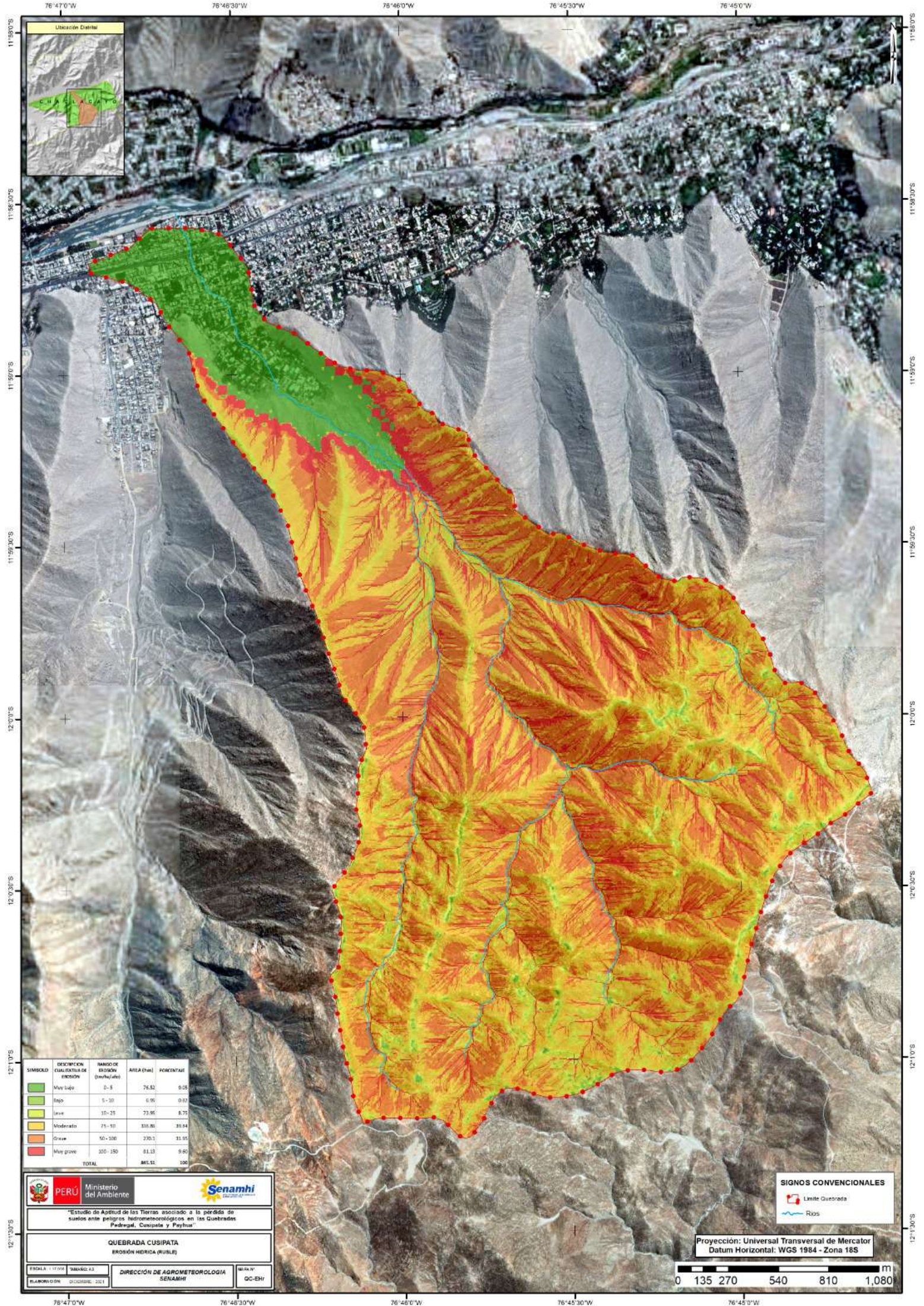
**QUEBRADA PAYHUA**  
 MAPA DE APTITUD BIOClimATICA

ESCALA: 1:5000    HOJA: A3  
 DIRECCION DE AGRICULTURA SUSTENTABLE SENAMHI    QY-ABC

Proyección: Universal Transversal de Mercator  
 Datum Horizontal: WGS 1984 - Zona 18 S

0 140 280 560 840 1,120 m





SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN CALIDAD DE EROSIÓN	RANGO DE EROSIÓN (mm/año)	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE
<span style="color: green;">■</span>	Muy bajo	0 - 5	76.52	0.05
<span style="color: lightgreen;">■</span>	Bajo	5 - 10	6.96	0.07
<span style="color: yellow;">■</span>	Leve	10 - 25	73.96	6.75
<span style="color: orange;">■</span>	Moderado	25 - 50	330.80	30.04
<span style="color: red;">■</span>	Grave	50 - 100	2700.12	24.35
<span style="color: darkred;">■</span>	Muy grave	100 - 150	81.13	0.74
TOTAL			1465.52	100

"Estudio de Aptitud de las Tierras asociado a la pérdida de suelos ante peligros hidrometeorológicos en las Quebradas 'Pedregal', 'Cuzcapata' y 'Payhu'"

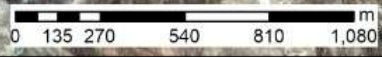
**QUEBRADA CUSIPATA**  
 EROSIÓN HÍDRICA (RUELE)

ESCALA: 1:10,000    SEMA-BOG-03    DIRECCIÓN DE AGROMETEOROLOGÍA SENAMHI    MESA N°: QC-EH

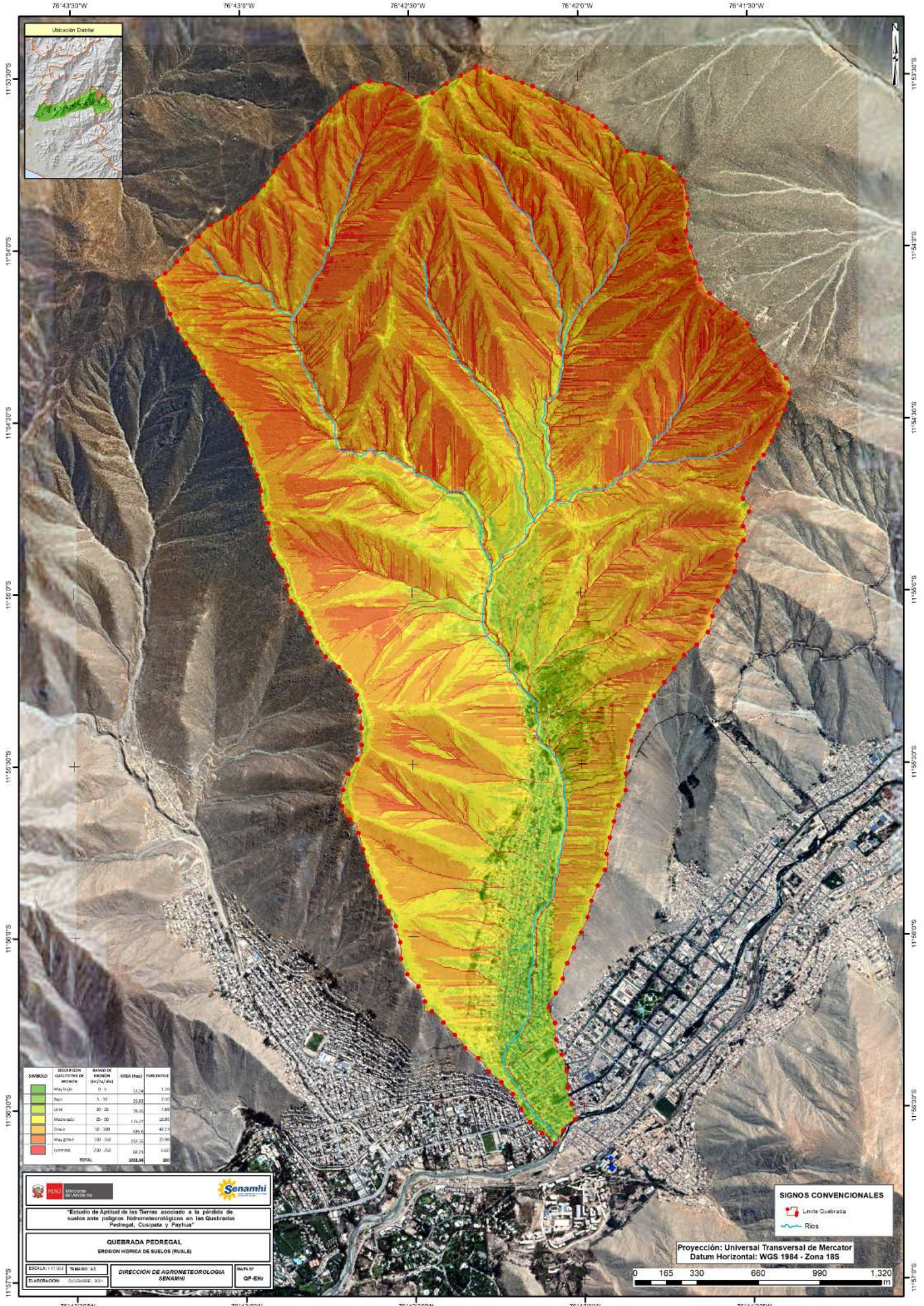
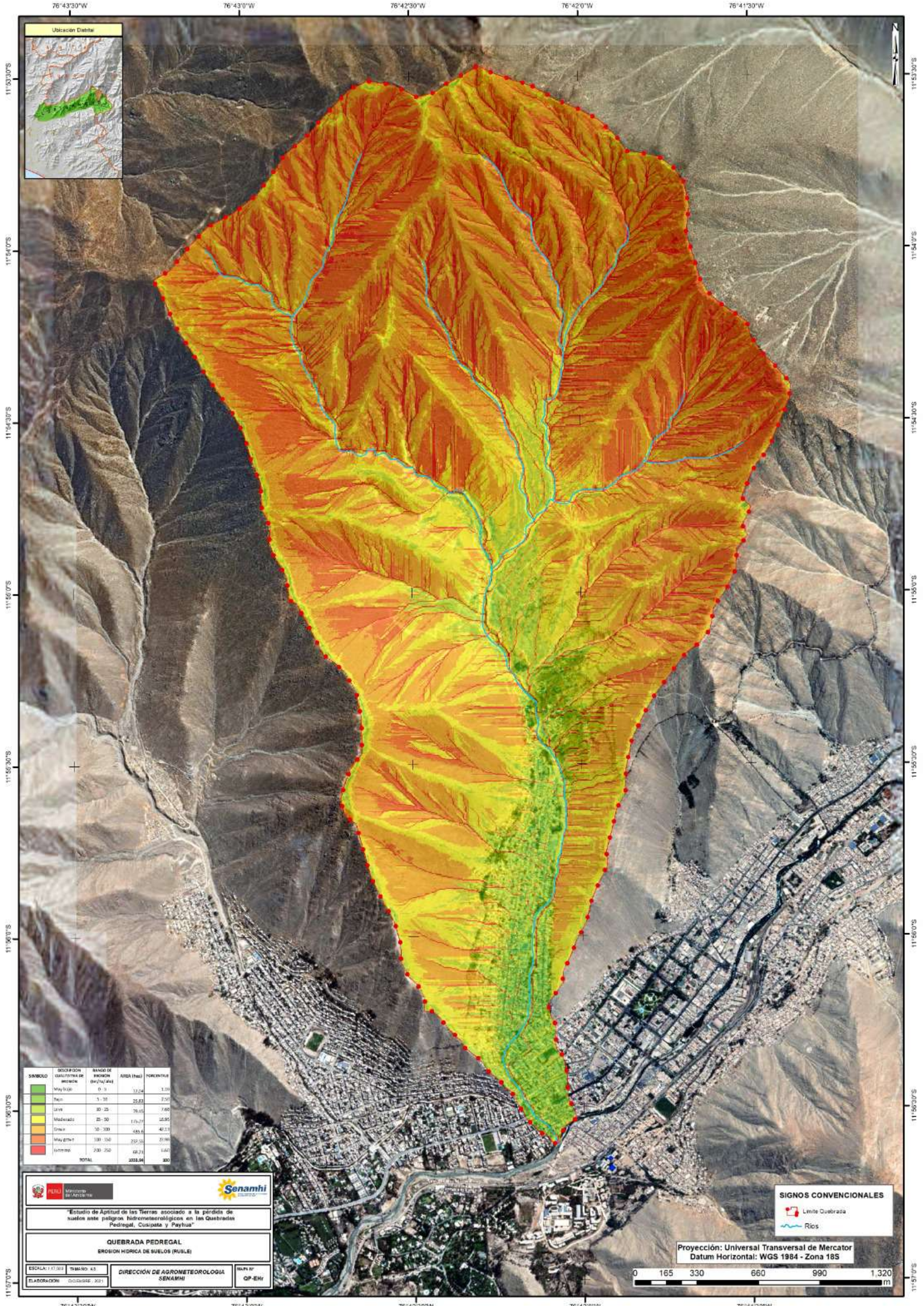
**SIGNOS CONVENCIONALES**

Límite Quebrada  
 Ríos

Proyección: Universal Transversal de Mercator  
Datum Horizontal: WGS 1984 - Zona 18S







SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN CATEGORÍA DE RIESGO	RANGO DE PUNTO DE PUNTO (m/MSL)	ÁREA (ha)	PORCENTAJE
	Muy bajo	0 - 3	32,24	3,33
	Bajo	3 - 31	25,82	2,70
	Medio	31 - 35	78,65	8,20
	Medio-alto	35 - 50	176,27	18,50
	Alto	50 - 300	553,6	58,23
	Muy alto	300 - 540	252,55	26,50
	Extremo	540 - 250	68,21	7,24
TOTAL			3003,94	100



"Estudio de Aptitud de las Tierras asociado a la pérdida de suelos ante peligros hidrometeorológicos en las Quebradas Pedregal, Cusipata y Payhua"

**QUEBRADA PEDREGAL**  
EROSIÓN HÍDRICA DE SUELOS (RUELE)

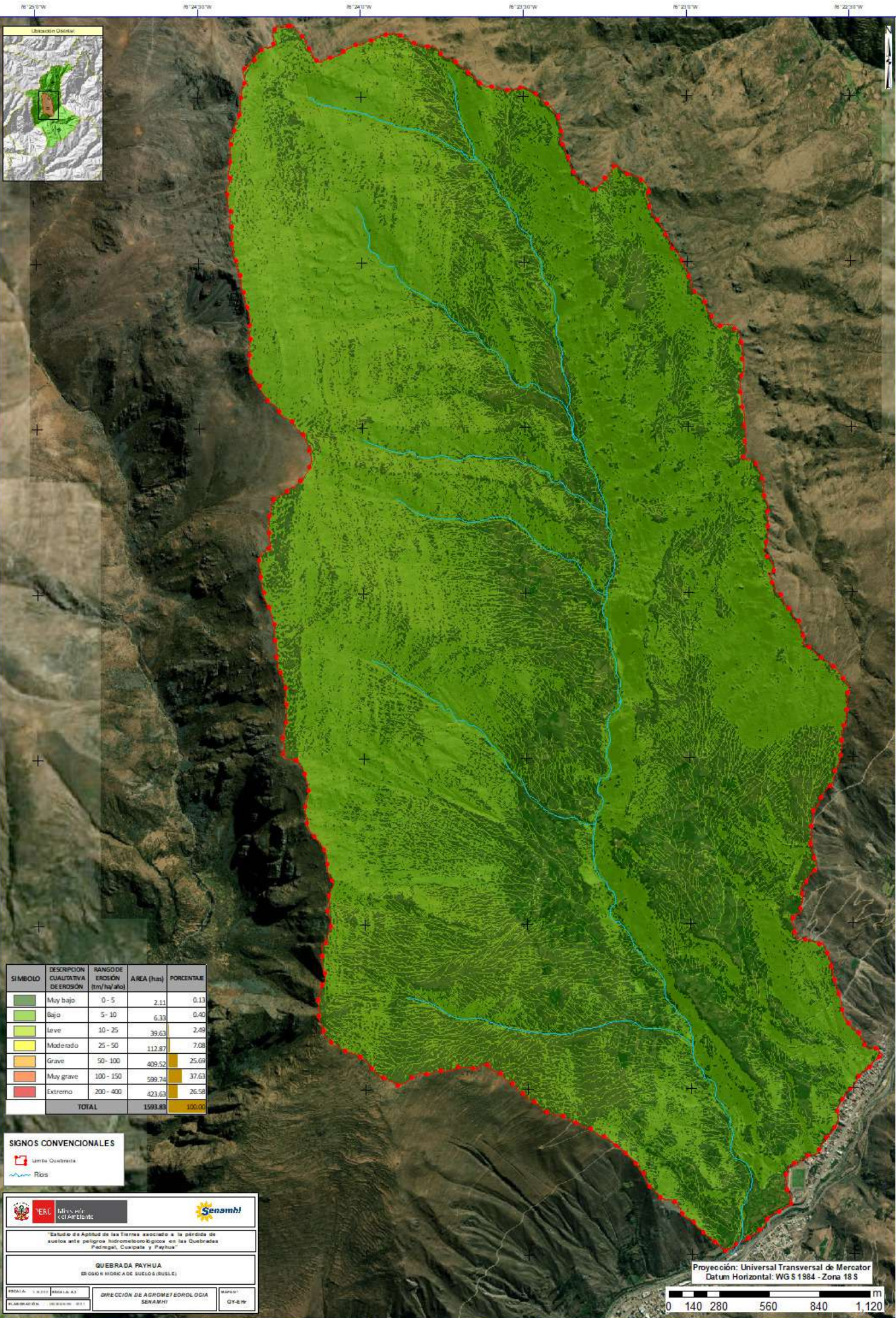
ESCALA: 1:17.000 TEMA: SO-43 DIRECCIÓN DE AGROMETEOROLOGÍA SENAMHI MAPA Nº: OP-2EH

**SIGNOS CONVENCIONALES**  
 Límite Quebrada  
 Ríos

Proyección: Universal Transversal de Mercator  
Datum Horizontal: WGS 1984 - Zona 18S







SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN CUALITATIVA DE EROSIÓN	RANGO DE EROSIÓN (mm/ha/año)	ÁREA (has)	PORCENTAJE
	Muy bajo	0 - 5	2.11	0.13
	Bajo	5 - 10	6.33	0.40
	Leve	10 - 25	39.63	2.49
	Moderado	25 - 50	112.87	7.08
	Grave	50 - 100	409.52	25.69
	Muy grave	100 - 150	599.74	37.63
	Extremo	200 - 400	423.63	26.58
	<b>TOTAL</b>		<b>1593.83</b>	<b>100.00</b>

**SIGNOS CONVENCIONALES**

- Límite Quebrada
- Ríos

"Estado de Aptitud de las Tierras asociado a la pérdida de suelos ante peligros hidrometeorológicos en las Quebradas Pedregal, Cusipata y Payhua"

**QUEBRADA PAYHUA**  
 EROSIÓN HIDRICA DE SUELOS (RUSLE)

ESCALA: 1:80,000 | REGULA A3  
 DIRECCIÓN DE AGROMETEOLOGÍA SENAMHI | MAPAS QY-27

Proyección: Universal Transversal de Mercator  
 Datum Horizontal: WGS 1984 - Zona 18 S





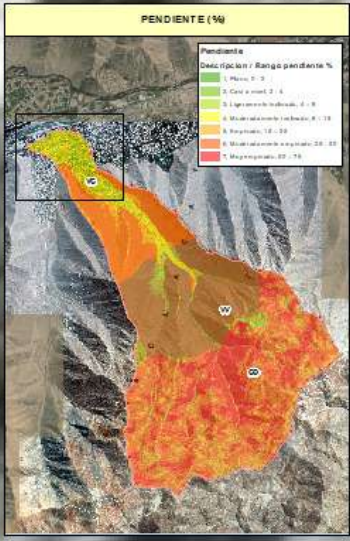
**Zonas vulnerables a varios peligros**

**Vulnerabilidad a peligros**

- Sin ocupación humana
- Sin vulnerabilidad, Sin peligro de movimientos en masa
- Vulnerabilidad económica, Desastramiento de rocas
- Vulnerabilidad socioeconómica, Huracán en precipitaciones extremas

**Ocupación de la tierra**

- Artículo, material o herbazal antropico
- Área urbana encastillada o sin cobertura vegetal



**SIGNOS CONVENCIONALES**

- Limite Quebrada
- Rios
- Cárgolas

Salud de Aplitud de las Tierras asociado a la pérdida de suelo ante peligros hidrometeorológicos en las Quebradas Piedregal, Cusipata y Payhu.

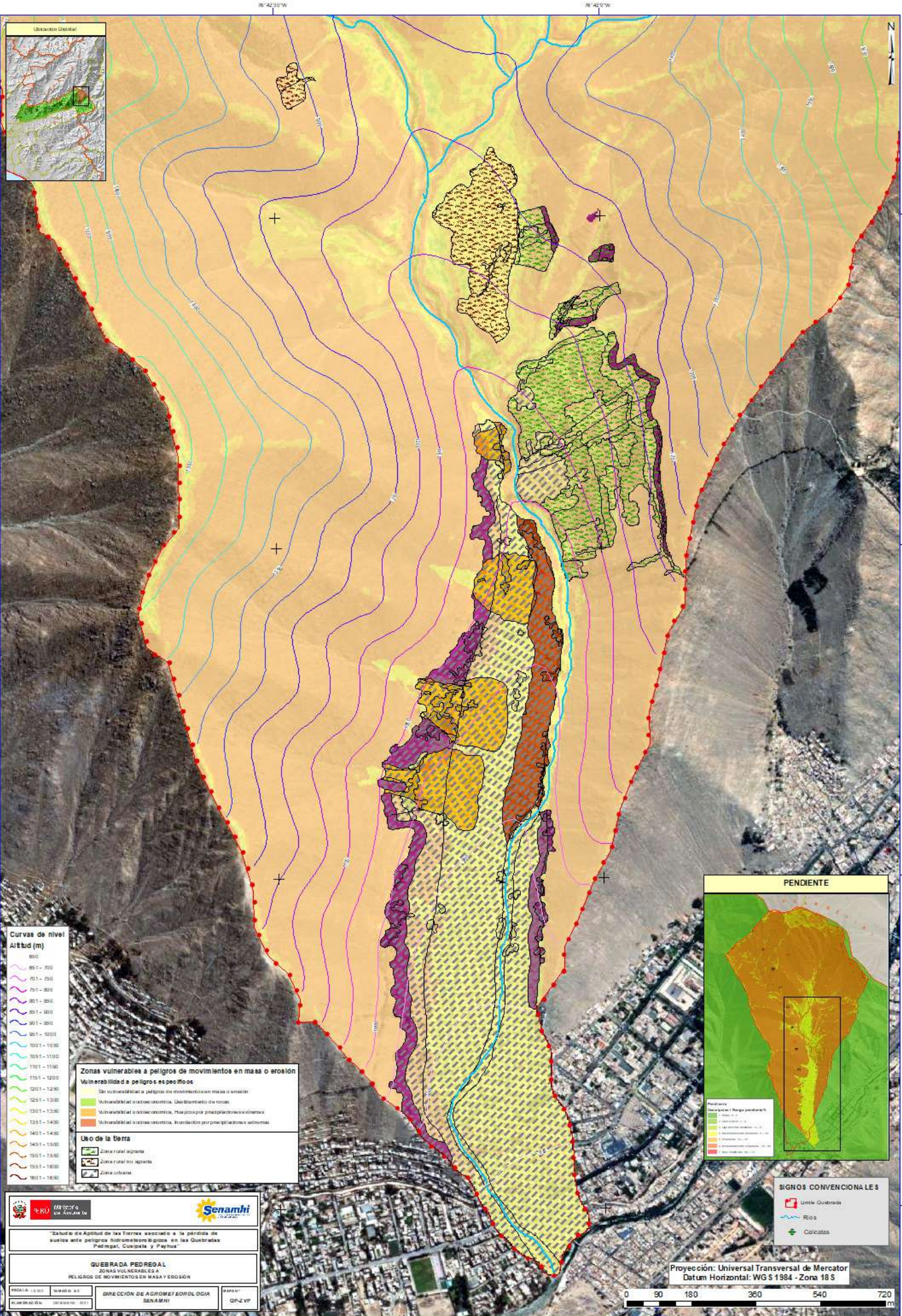
**QUEBRADA CU SIPATA**  
 MAPA ZONAS VULNERABLES A  
 PELIGROS DE MOVIMIENTOS EN MASA Y EROSION

ESCALA: 1:5000    FECHA: 2018-02-20    DIRECCION DE AGRONOMIA Y ZOOLOGIA SENAMHI    MAPA: OC-48VP

Proyección: Universal Transversal de Mercator  
 Datum Horizontal: WGS 1984 - Zona 18 S







**Curvas de nivel**  
Altitud (m)

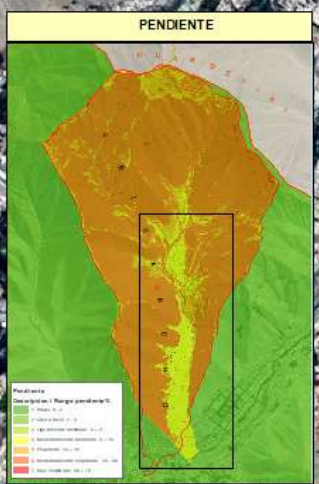
850
851 - 700
751 - 750
751 - 800
801 - 850
851 - 900
901 - 950
951 - 1000
1001 - 1050
1051 - 1100
1101 - 1150
1151 - 1200
1201 - 1250
1251 - 1300
1301 - 1350
1351 - 1400
1401 - 1450
1451 - 1500
1501 - 1550
1551 - 1600
1601 - 1650

**Zonas vulnerables a peligros de movimientos en masa o erosión**  
**Vulnerabilidad a peligros específicos**

- Sin vulnerabilidad a peligros de movimientos en masa o erosión
- Vulnerabilidad socioeconómica, Deslizamiento de rocas
- Vulnerabilidad socioeconómica, Riesgo por precipitaciones extremas
- Vulnerabilidad socioeconómica, Inundación por precipitaciones extremas

**Uso de la tierra**

- Zona rural agrícola
- Zona rural no agrícola
- Zona urbana



**SIGNOS CONVENCIONALES**

- Linea Quebrada
- Ríos
- Calicatas

**Mi tierra en Amanués**

**Senamhi**

"Estudio de Aptitud de las Tierras asociado a la pérdida de suelos ante peligros hidrometeorológicos en las Quebradas (Pedregal, Cuzcocha y Payhu)"

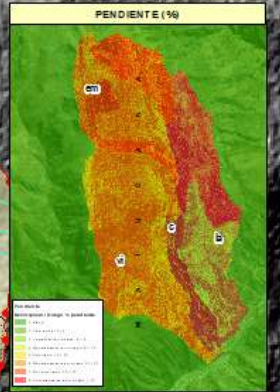
**QUEBRADA PEDREGAL**  
ZONAS VULNERABLES A PELIGROS DE MOVIMIENTOS EN MASA Y EROSIÓN

PROYECTO: 1.000 | MARZO 2017 | DIRECCIÓN DE AGROMETEOROLOGÍA SENAMHI | REPORTE: 01-2-VII

Proyección: Universal Transversal de Mercator  
Datum Horizontal: WGS 1984 - Zona 18 S







**Curvas de nivel**

3501 - 3550	3551 - 3600
3601 - 3650	3651 - 3700
3701 - 3750	3751 - 3800
3801 - 3850	3851 - 3900
3901 - 3950	3951 - 4000
4001 - 4050	4051 - 4100
4101 - 4150	4151 - 4200
4201 - 4250	4251 - 4300
4301 - 4350	4351 - 4400
4401 - 4450	4451 - 4500
4501 - 4550	4551 - 4600
4601 - 4650	4651 - 4700
4701 - 4750	

**Altitud (m)**

2400

**SIGNOS CONVENCIONALES**

	Límite Quebrada
	Ríos
	Cañotas



"Estudio de Aptitud de las Tierras asociado a la pérdida de suelos ante peligros hidrometeorológicos en las Quebradas 'Payhúa', 'Cusipata' y 'Payhúa'"

**QUEBRADA PAYHUA**  
ZONAS VULNERABLES A  
RIESGOS DE MOVIMIENTOS EN MASA Y EROSION

REGIÓN: ILLIMOSI  
MUNICIPALIDAD: CUSIPATA

DIRECCIÓN DE AGROMETEOLOGÍA  
SENAMHI

MAPAS:  
QY-MZVP

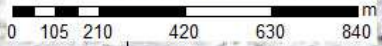
**Uso de la tierra**

	Zona rural agrícola
	Zona urbana rural

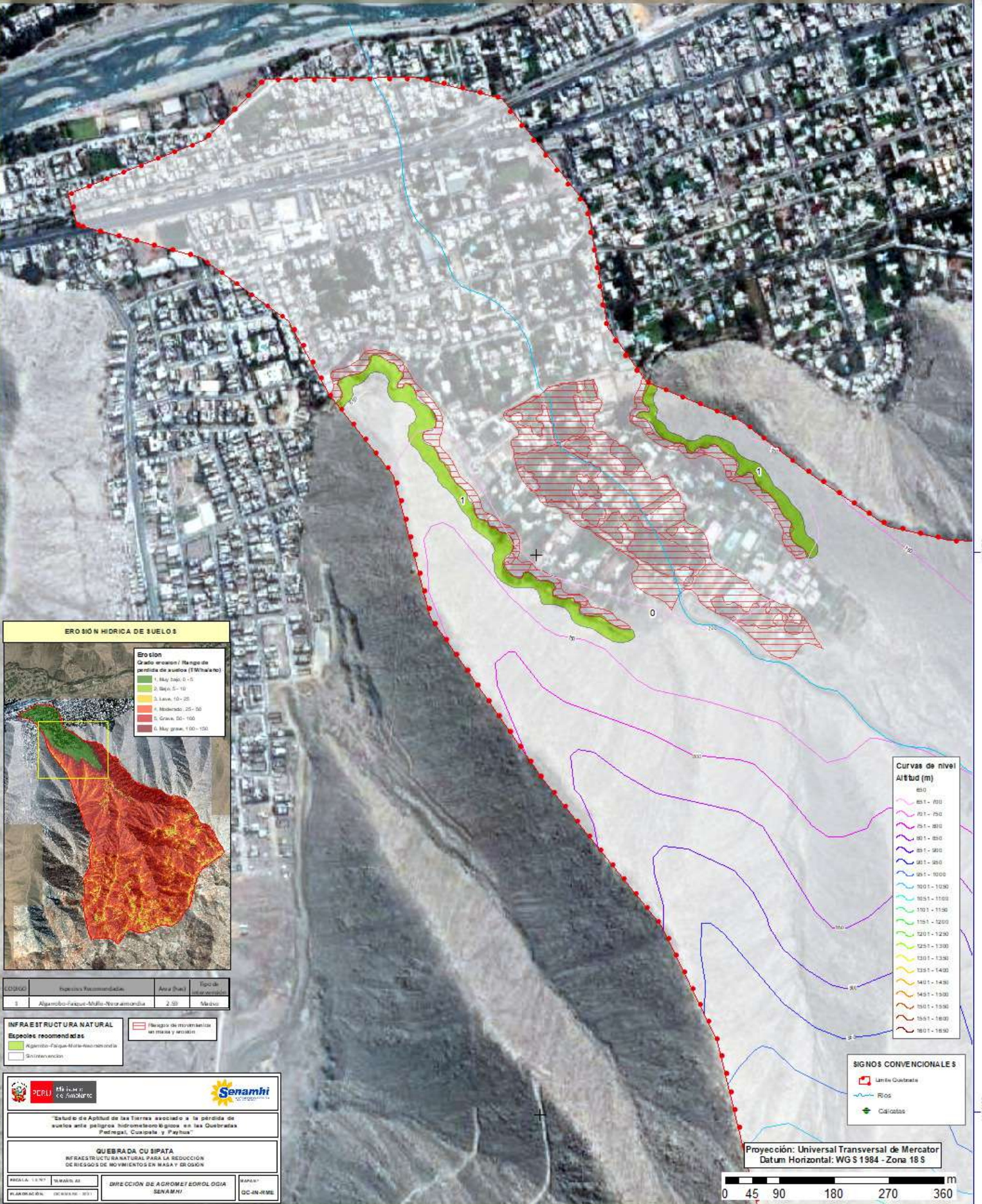
**Zonas vulnerables a peligros de movimientos en masa y erosión**  
Vulnerabilidad a peligros específicos

	Sin vulnerabilidad
	Vulnerabilidad socioeconómica, Desarrollo o erosión de labranza superior
	Vulnerabilidad socioeconómica, Cosecha de labranza
	Vulnerabilidad socioeconómica, Inundación por precipitaciones extremas
	Vulnerabilidad socioeconómica, Muertos por precipitaciones extremas

Proyección: Universal Transversal de Mercator  
Datum Horizontal: WGS 1984 - Zona 18 S

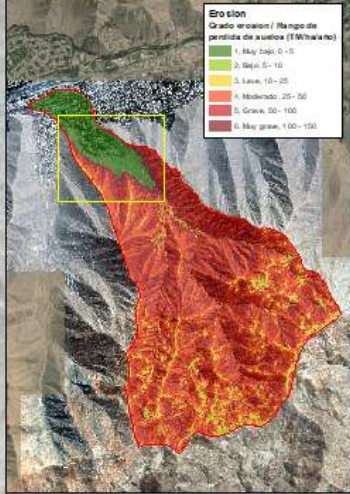






**EROSIÓN HÍDRICA DE SUELOS**

Grado erosión / Rango de pérdida de suelos (TWha/año)
1. Muy bajo: 0 - 5
2. Bajo: 5 - 10
3. Leve: 10 - 25
4. Moderado: 25 - 50
5. Grave: 50 - 100
6. Muy grave: 100 - 150



**Curvas de nivel**  
Altud (m)

450
451 - 490
491 - 530
531 - 570
571 - 610
611 - 650
651 - 690
691 - 730
731 - 770
771 - 810
811 - 850
851 - 890
891 - 930
931 - 970
971 - 1010
1011 - 1050
1051 - 1100
1101 - 1150
1151 - 1200
1201 - 1250
1251 - 1300
1301 - 1350
1351 - 1400
1401 - 1450
1451 - 1500
1501 - 1550
1551 - 1600
1601 - 1650

CÓDIGO	Propuesta Recomendada	Área (ha)	Tipo de Intervención
1	Albergo-Fauna-Alfalfa-Nocera-sombrilla	2,50	Muro

**INFRAESTRUCTURA NATURAL**  
Especies recomendadas

Albergo-Fauna-Alfalfa-Nocera-sombrilla	Área de movimiento en masa y erosión
Sonchiflor	

**SIGNOS CONVENCIONALES**

	Límite Quebrada
	Ríos
	Cálizos

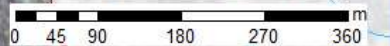
**PCRU** **Mi lugar, te Amaloro** **Senamhi**

Salud y Aptitud de las Tierras asociado a la pérdida de suelos ante peligros hidrometeorológicos en las Quebradas "Piedregal, Compañía y Payhuca"

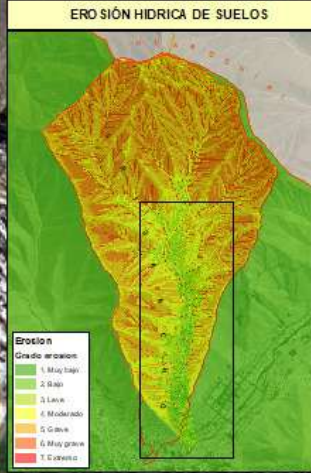
**QUEBRADA CU SIPATA**  
INFRAESTRUCTURA NATURAL PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGOS DE MOVIMIENTOS EN MASA Y EROSIÓN

PROYECTO: 1.1.17 | MARZO 2021 | DIRECCIÓN DE AGRICULTURA Y ZOOLOGÍA SENAMHI | MAPAS: GC-IN-RME

Proyección: Universal Transversal de Mercator  
Datum Horizontal: WGS 1984 - Zona 18 S







**INFRA ESTRUCTURA NATURAL**  
Especies recomendadas / tipo intervención

- 1. Huarango-Falque-Neoramonda-Molle, Maciso
- 2. Molle-Huarango-Falque, Maciso

Riesgo a movimientos de masa y erosión

**Ministerio del Ambiente** **Senamhi**

"Estado de Aptitud de las Tierras asociado a la pérdida de suelos ante peligros hidrometeorológicos en las Quebradas (Pedregal, Cusipata y Payhu)"

**QUEBRADA PEDREGAL**  
INFRAESTRUCTURA NATURAL PARA REDUCCIÓN DE RIESGOS DE MOVIMIENTOS EN MASA Y EROSIÓN

PROYECTO: 1189 | SEMEJO: A3 | DIRECCIÓN DE AGROMETEOLOGÍA SENAMHI | REPORTE: QP/IN/ME

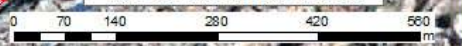
CODIGO	Especies Recomendadas	Tipo de intervención	Área (ha)
1	Huarango Falque Neoramonda Molle	Maciso	9.43
2	Molle-Huarango Falque	Maciso	0.94



**SIGNOS CONVENCIONALES**

- Linea Quebrada
- Rios

Proyección: Universal Transversal de Mercator  
Datum Horizontal: WGS 1984 - Zona 18 S







- INFRAESTRUCTURA NATURAL**  
Especies recomendadas / Tipo de intervención
- 0. - Sin intervención de NI
  - 1. Malla-Chachacombo-Catigrona-Aguja, Macaico
  - 2. Chachacombo-Malla-Mutuy-Catigrona-Aguja, Macaico
  - 3. Malla-Mutuy-Catigrona, Macaico
  - 4. Quilbas-Chachacombo-Aguja, Plantación en taludes en bordes de terrazas o andenes
  - 5. Quilbas-Mutuy-Malla, Plantación en taludes en bordes de terrazas o andenes
  - 6. Quilbas-Mutuy-Malla, Macaico
  - 7. Quilbas-Mutuy-Malla, Macaico
  - 8. Quilbas-Mutuy-Malla, Plantación en taludes en bordes de terrazas o andenes
  - 9. Colla-Quilbas-Mutuy-Malla, Macaico

**QUEBRADA PAYHUA**  
INFRAESTRUCTURA NATURAL PARA REDUCCIÓN DE RIESGOS DE MOVIMIENTOS DE MASA Y EROSIÓN

PROYECTO: 1.03.01.001  
FECHA: 2023.08.01

DIRECCIÓN DE AGROMETORIOLOGÍA SENAMHI  
MAPAS: QY-4N/WE

CODIGO	Especies recomendadas	Tipo de intervención	Área (ha)
1	Malla-Chachacombo-Catigrona-Aguja	Malla	37.22
2	Chachacombo-Malla-Mutuy-Catigrona-Aguja	Malla	8.97
3	Malla-Mutuy-Catigrona	Malla	8.97
4	Quilbas-Chachacombo-Aguja	Plantación en taludes en bordes de terrazas o andenes	38.14
5	Quilbas-Mutuy-Malla	Plantación en taludes en bordes de terrazas o andenes	16.77
6	Quilbas-Mutuy-Malla	Malla	35.52
7	Quilbas-Mutuy-Malla	Plantación en taludes en bordes de terrazas o andenes	35.52
8	Colla-Quilbas-Mutuy-Malla	Malla	5.22



**BANOS CONVENCIONALES**

Linea Cuadrada  
Linea

Proyección: Universal Transversal de Mercator  
Datum Horizontal: WGS 1984 - Zona 18 S

