

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LOS SUELOS PRODUCTIVOS DE  
TRES COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE ANCORAIMES SEGUNDA SECCIÓN  
DE LA PROVINCIA OMASUYOS**

**NELSON SILVERIO ROJAS VILLCA**

**La Paz – Bolivia**

**2016**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LOS SUELOS PRODUCTIVOS DE  
TRES COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE ANCORAIMES SEGUNDA SECCIÓN  
DE LA PROVINCIA OMASUYOS**

*Tesis de Grado presentado como requisito  
Parcial para optar el título de  
Ingeniero Agrónomo*

**Nelson Silverio ROJAS VILLCA**

**Asesores:**

**Ing. Ph. D.: Roberto MIRANDA CASAS** .....

**Ing. Aylin Ruth CABALLERO MAMANI** .....

**Comité Revisor:**

**Ing. Ph. D. Carmen DEL CASTILLO GUTIÉRREZ** .....

**Ing. Ph. D.: Abul KALAM KURBAN** .....

**Ing. M. Sc. Eduardo CHILON CAMACHO** .....

**APROBADA**

**Presidente del tribunal**

.....



*Dedicatoria*

*Con todo mi amor y respeto a mis padres:*

*A mi padre Marco Antonio Rojas Ramírez, a mi madre María Victoria Villca Ticona, por su esfuerzo, confianza y apoyo para llegar a concluir una de mis metas importantes, también va dedicado.*

*A mis apreciados hermanos Renan y Alison que siempre me dieron su apoyo incondicional.*

*A toda mi familia.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente agradecer sobre todo a Dios, por su infinita bondad, por la vida, por estar conmigo en cada paso que doy, fortaleciendo mi corazón e iluminando mi mente, por poner en mí camino a personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Un agradecimiento infinito a mis padres Marco y María, por la motivación constante, por su paciencia conmigo que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada por su amor.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, y a todo el plantel docente por haber permitido mi formación académica.

A mi Asesor y Coordinador del Proyecto Ing. Ph. D Roberto Miranda Casas y mi asesora Ing. Aylin Caballero por su apoyo profesional de forma constante de forma desinteresada para la culminación del presente estudio.

A mis revisores, Ph. D. Carmen Del Castillo, Ph. D. Abul Kalam Ing. M. Sc. Eduardo Chilon, por sus observaciones, sugerencias, colaboración y corrección del presente trabajo.

Un agradecimiento muy especial a mí querida y apreciada amiga Ingeniera Delia, a mis compañeros del proyecto Ing. Juan Carlos Butron, Silvio Quispe, Obispo Lara, Rodrigo Yanarico, Juan Carlos Cutile, quienes me brindaron su apoyo incondicional y desinteresado, y a todas las personas que de alguna u otra forma me ayudaron en algún momento.

A todos ellos mis más sinceros agradecimientos.

*Nelson S. Rojas Villca*

## CONTENIDO GENERAL

	Pág.
CONTENIDO GENERAL.....	i
CONTENIDO DE FIGURAS .....	v
CONTENIDO DE CUADROS.....	vi
CONTENIDO DE MAPAS.....	viii
CONTENIDO DE ANEXOS.....	viii
RESUMEN.....	ix
SUMMARY.....	xi
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. OBJETIVOS.....	3
1.1.1. Objetivo general.....	3
1.1.2. Objetivos específicos .....	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	4
2.1. El suelo .....	4
2.1.1. Importancia del suelo .....	5
2.1.2. Perfil del suelo.....	5
2.1.3. Propiedades físicas .....	6
2.1.3.1. Textura .....	6
2.1.3.2. Estructura .....	7
2.1.3.3. Profundidad efectiva .....	7
2.1.3.4. Densidad aparente .....	7
2.1.3.5. Color.....	7
2.1.4. Características Químicas del Suelo .....	8
2.1.4.1. Nitrógeno .....	8
2.1.4.2. Fósforo.....	8
2.1.4.3. Sodio .....	9
2.1.4.4. Materia Orgánica .....	9

2.1.4.5.	Reacción del suelo (pH) .....	9
2.1.4.6.	Capacidad de intercambio catiónico (CIC).....	10
2.1.4.7.	Conductividad eléctrica (CE) .....	11
2.1.5.	Uso Actual del suelo.....	11
2.1.5.1.	Descripción de uso de suelos .....	11
2.1.5.2.	Suelos agrícolas.....	12
2.1.6.	Clasificación de suelos por su Capacidad de Uso.....	12
2.1.6.1.	Clases de capacidad de uso del USDA .....	12
2.1.6.2.	Relación entre Uso Actual y Capacidad de Uso del suelo.....	16
3.	<b>MATERIALES Y METODOLOGÍA.....</b>	<b>18</b>
3.1.	Localización .....	18
3.1.1.	Vegetación .....	18
3.1.2.	Fisiografía .....	18
3.1.3.	Climatología .....	19
3.2.	Materiales .....	21
3.3.	Metodología .....	21
3.3.1.	Caracterización física química de los suelos de las comunidades de Chinchaya, Cohani y Chojñapata.....	21
3.3.1.1.	Fase de gabinete .....	21
3.3.1.2.	Fase de trabajo de campo.....	22
3.3.1.3.	Fase de análisis de laboratorio .....	24
3.3.2.	Descripción de las variables de respuesta .....	24
3.3.2.1.	Textura.....	24
3.3.2.2.	Densidad Real.....	25
3.3.2.3.	Nitrógeno total .....	25
3.3.2.4.	Fósforo asimilable.....	25
3.3.2.5.	Sodio y Potasio.....	25
3.3.2.6.	Calcio y Magnesio intercambiables .....	25
3.3.2.7.	Carbono total .....	25
3.3.2.8.	Determinación del pH y Conductividad Eléctrica.....	26

3.3.3.	Sistematización e integración al SIG de la información edafológica obtenida en campo.....	26
3.3.3.1.	Mapa de uso actual del suelo .....	26
3.3.3.2.	Mapa de capacidad de uso del suelo.....	27
3.3.4.	Análisis estadístico .....	27
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
4.1.	Evaluación climática de la zona de estudio .....	28
4.1.1.	Temperatura.....	28
4.1.2.	Precipitación .....	29
4.2.	Caracterización fisiográfica de las unidades de paisaje.....	30
4.2.1.	Caracterización fisiográfica de la comunidad de Chinchaya .....	31
4.2.1.1.	Paisaje Valle Aluvial .....	31
4.2.1.2.	Paisaje Pie de Monte .....	33
4.2.1.3.	Paisaje Ladera de Serranía.....	34
4.2.2.	Caracterización fisiográfica de la comunidad de Cohani .....	35
4.2.2.1.	Paisaje Pie de Monte .....	35
4.2.2.2.	Paisaje Depresión.....	38
4.2.2.3.	Paisaje Ladera de Serranía.....	40
4.2.2.4.	Paisaje Complejo de Serranía .....	41
4.2.3.	Caracterización fisiográfica de la comunidad de Chojñapata.....	43
4.2.3.1.	Paisaje Complejo de Serranía .....	43
4.2.3.2.	Paisaje Ladera de serranía Ancoraimos .....	45
4.2.3.3.	Paisaje Ladera de serranía Chiñaja .....	48
4.3.	Descripción de los suelos de las comunidades de interés .....	51
4.3.1.	Descripción de los suelos de la Comunidad de Chinchaya .....	51
a)	Subpaisaje Ladera de Serranía Pendiente Inferior .....	51
b)	Subpaisaje Pie de Monte.....	52
c)	Subpaisaje Valle Aluvial no Inundable .....	53
d)	Subpaisaje Valle Aluvial Inundable.....	54
4.3.2.	Descripción de los suelos de la Comunidad de Cohani .....	55

a)	Subpaisaje Pie de Monte Sección Baja .....	55
b)	Subpaisaje Pie de Monte Sección Media.....	56
c)	Subpaisaje Pie de Monte Sección Superior .....	57
d)	Subpaisaje Depresión Semihúmeda .....	58
e)	Subpaisaje Ladera de Serranía superior .....	59
f)	Subpaisaje Complejo de Serranía Cuesta Media .....	60
4.3.3.	Descripción de los suelos de la Comunidad de Chojñapata .....	61
a)	Subpaisaje Ladera de Serranía Chiñaja Pendiente Baja .....	61
b)	Subpaisaje Complejo de Serranía Baja .....	62
c)	Subpaisaje Complejo de Serranía Alta .....	63
d)	Subpaisaje Ladera de Serranía Ancoraimos Pendiente Baja .....	64
e)	Subpaisaje Ladera de Serranía Ancoraimos Pendiente Media.....	65
f)	Subpaisaje Ladera de Serranía Ancoraimos Pendiente Superior .....	66
4.4.	Factores que determinan el uso actual del suelo .....	67
4.4.1.	Factores climáticos .....	67
4.4.2.	Factores edáficos .....	68
4.4.3.	Factores socio económicos .....	68
4.4.4.	Uso actual del suelo .....	69
4.4.4.1.	Uso actual en la comunidad de Chinchaya .....	69
4.4.4.2.	Uso actual en la comunidad de Cohani .....	73
4.4.4.3.	Uso actual en la comunidad de Chojñapata.....	75
4.5.	Capacidad de uso del suelo .....	78
4.5.1.	Clasificación de la capacidad de uso en la comunidad de Chinchaya	78
a)	Clase VI.....	78
b)	Clase III.....	78
c)	Clase II.....	79
4.5.2.	Clasificación de la capacidad de uso en la comunidad de Cohani .....	81
a)	Clase VII.....	81
b)	Clase VI.....	81
c)	Clase V.....	81

d)	Clase IV.....	82
e)	Clase II.....	82
4.5.3.	Clasificación de la capacidad de uso en la comunidad de Chojñapata	84
a)	Clase VII.....	84
b)	Clase VI.....	84
c)	Clase V.....	85
d)	Clase II.....	85
5.	CONCLUSIONES.....	87
6.	RECOMENDACIONES .....	89
7.	BIBLIOGRAFIA.....	90

#### **CONTENIDO DE FIGURAS**

Figura 1.	Comportamiento térmico de la zona de estudio SENHAMMI (2011).....	29
Figura 2.	Comportamiento pluvial de la zona de estudio SENHAMMI ( 2011) .....	30
Figura 3.	Subpaisaje Valle Aluvial Inundable de la comunidad de Chinchaya .....	32
Figura 4.	Subpaisaje Valle Aluvial No Inundable de la comunidad de Chinchaya .....	33
Figura 5.	Subpaisaje Pie de Monte de la comunidad de Chinchaya.....	34
Figura 6.	Subpaisaje Ladera de Serranía Pendiente Inferior de la comunidad de Chinchaya .....	35
Figura 7.	Subpaisaje Pie de Monte Sección Baja de la comunidad de Cohani .....	36
Figura 8.	Subpaisaje Pie de Monte Sección Media de la comunidad de Cohani .....	37
Figura 9.	Subpaisaje Pie de Monte Sección Superior de la comunidad de Cohani .....	38
Figura 10.	Lagunas de la comunidad de Cohani .....	39
Figura 11.	Subpaisaje Depresión Semihúmeda de la comunidad de Cohani .....	40
Figura 12.	Subpaisaje Ladera de Serranía de la comunidad de Cohani .....	41
Figura 13.	Subpaisaje Complejo de Serranía Cuesta Baja de la comunidad de Cohani .....	42
Figura 14.	Subpaisaje Complejo de Serranía Cuesta Media de la comunidad de Cohani .....	43
Figura 15.	Subpaisaje Complejo de Serranía Baja de la comunidad de Chojñapata ....	44
Figura 16.	Subpaisaje Complejo de Serranía Alta de la comunidad de Chojñapata .....	45

<b>Figura 17 . Subpaisaje Ladeara de Serranía Ancoraimes Pendiente Baja de la comunidad de Chojñapata .....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 18 . Subpaisaje Ladera de Serranía Ancoraimes Pendiente Media de la comunidad de Chojñapata .....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 19 . Subpaisaje Ladeara de Serranía Ancoraimes Bofedal de La comunidad de Chojñapata .....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 20 . Subpaisaje Ladera de Serranía Chiñaja de la comunidad de Chojñapata ..</b>	<b>49</b>
<b>Figura 21 . Subpaisaje Ladera de Serranía Chiñaja Pendiente Alta de la comunidad de Chojñapata .....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 22 . Lagunas de la comunidad de Chojñapata .....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 23 . Perfil de la ladera de serranía inferior.....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 24 . Perfil de Pie de Monte .....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 25 . Perfil del Valle Aluvial no Inundable .....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 26 . Perfil del Valle Aluvial Inundable .....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 27 . Perfil de Pie de Monte Sección Baja .....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 28. Perfil de Pie de Monte Sección Media.....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 29. Perfil de Pie de Monte Sección Alta .....</b>	<b>57</b>
<b>Figura 30. Perfil de Depresión Semihúmeda.....</b>	<b>58</b>
<b>Figura 31. Perfil de Subpaisaje Ladera de Serranía superior .....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 32. Perfil de Subpaisaje Complejo de Serranía Cuesta Media .....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 33. Perfil de Subpaisaje de Serranía Chiñaja Pendiente Baja .....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 34. Perfil de Complejo de Serranía Baja .....</b>	<b>62</b>
<b>Figura 35. Perfil de Complejo de Serranía Alta .....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 36. Perfil de Ladera de Serranía Ancoraimes Pendiente Baja.....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 37. Perfil de Ladera de Serranía Ancoraimes Pendiente Media .....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 38. Perfil de Ladera de Serranía Ancoraimes Pendiente Superior.....</b>	<b>66</b>

#### **CONTENIDO DE CUADROS**

<b>Cuadro 1. Comportamiento térmico promedio de la zona de estudio. ....</b>	<b>28</b>
<b>Cuadro 2. Comportamiento pluvial de la zona de estudio .....</b>	<b>29</b>
<b>Cuadro 3. Unidades de paisaje y sub paisaje de la Comunidad de Chinchaya.....</b>	<b>31</b>
<b>Cuadro 4. Unidades de paisaje y sub paisaje de la Comunidad de Cohani.....</b>	<b>35</b>
<b>Cuadro 5. Unidades de paisaje y sub paisaje de la Comunidad de Chojñapata .....</b>	<b>43</b>
<b>Cuadro 6. Propiedades físicas del subpaisaje Ladera de Serranía Pendiente Inferior ..</b>	<b>51</b>

<b>Cuadro 7. Propiedades químicas del subpaisaje Ladera de Serranía Pendiente Inferior</b>	<b>51</b>
<b>Cuadro 8. Propiedades físicas del subpaisaje Pie de Monte</b>	<b>52</b>
<b>Cuadro 9. Propiedades químicas del subpaisaje Pie de Monte</b>	<b>52</b>
<b>Cuadro 10. Propiedades físicas del subpaisaje Valle Aluvial no Inundable</b>	<b>53</b>
<b>Cuadro 11. Propiedades químicas del subpaisaje Valle Aluvial no Inundable</b>	<b>53</b>
<b>Cuadro 12. Propiedades físicas del subpaisaje Valle Aluvial Inundable</b>	<b>54</b>
<b>Cuadro 13. Propiedades químicas del subpaisaje Valle Aluvial Inundable</b>	<b>55</b>
<b>Cuadro 14. Propiedades físicas del subpaisaje Pie de Monte Sección Baja</b>	<b>55</b>
<b>Cuadro 15. Propiedades químicas del subpaisaje Pie de Monte Sección Baja</b>	<b>56</b>
<b>Cuadro 16. Propiedades físicas del subpaisaje Pie de Monte Sección Media</b>	<b>56</b>
<b>Cuadro 17. Propiedades químicas del subpaisaje Pie de Monte Sección Media</b>	<b>57</b>
<b>Cuadro 18. Propiedades físicas del subpaisaje Pie de Monte Sección Superior</b>	<b>57</b>
<b>Cuadro 19. Propiedades químicas del subpaisaje Pie de Monte Sección Superior</b>	<b>58</b>
<b>Cuadro 20. Propiedades físicas del subpaisaje Depresión Semihúmeda</b>	<b>58</b>
<b>Cuadro 21. Propiedades químicas del subpaisaje Depresión Semihúmeda</b>	<b>59</b>
<b>Cuadro 22. Propiedades físicas del subpaisaje Ladera de Serranía superior</b>	<b>59</b>
<b>Cuadro 23. Propiedades químicas del subpaisaje Ladera de Serranía superior</b>	<b>60</b>
<b>Cuadro 24. Propiedades físicas del subpaisaje Complejo de Serranía Cuesta Media</b>	<b>60</b>
<b>Cuadro 25. Propiedades químicas del subpaisaje Complejo de Serranía Cuesta Media</b>	<b>61</b>
<b>Cuadro 26. Propiedades físicas del subpaisaje Ladera de Serranía Chiñaja Pendiente Baja</b>	<b>61</b>
<b>Cuadro 27. Propiedades químicas del subpaisaje Serranía Chiñaja Pendiente Baja</b>	<b>62</b>
<b>Cuadro 28. Propiedades físicas del subpaisaje Complejo de Serranía Baja</b>	<b>62</b>
<b>Cuadro 29. Propiedades químicas del subpaisaje Complejo de Serranía Baja</b>	<b>62</b>
<b>Cuadro 30. Propiedades físicas del subpaisaje Complejo de Serranía Alta</b>	<b>63</b>
<b>Cuadro 31. Propiedades químicas del subpaisaje Complejo de Serranía Alta</b>	<b>64</b>
<b>Cuadro 32. Propiedades físicas del subpaisaje Ladera de Serranía Ancoraimos Pendiente Baja</b>	<b>64</b>
<b>Cuadro 33. Propiedades químicas del subpaisaje Ladera de Serranía Ancoraimos Pendiente Baja</b>	<b>65</b>
<b>Cuadro 34. Propiedades físicas del subpaisaje Ladera de Serranía Ancoraimos Pendiente Media</b>	<b>65</b>

<b>Cuadro 35. Propiedades químicas del subpaisaje Ladera de Serranía Ancoraimes</b>	
<b>Pendiente Media .....</b>	<b>66</b>
<b>Cuadro 36. Propiedades físicas del subpaisaje Ladera de Serranía Ancoraimes</b>	
<b>Pendiente Superior .....</b>	<b>66</b>
<b>Cuadro 37. Propiedades químicas del subpaisaje Ladera de Serranía Ancoraimes</b>	
<b>Pendiente Superior .....</b>	<b>67</b>

#### **CONTENIDO DE MAPAS**

<b>Mapa 1. Ubicación delimitación de las comunidades en estudio .....</b>	<b>20</b>
<b>Mapa 2. Uso actual del suelo de la Comunidad de Chinchaya .....</b>	<b>72</b>
<b>Mapa 3. Uso actual del suelo de la Comunidad de Cohani .....</b>	<b>74</b>
<b>Mapa 4. Uso actual del suelo de la Comunidad de Chojñapata .....</b>	<b>77</b>
<b>Mapa 5. Capacidad de uso del suelo de la Comunidad de Chinchaya .....</b>	<b>80</b>
<b>Mapa 6. Capacidad de uso del suelo de la Comunidad de Cohani .....</b>	<b>83</b>
<b>Mapa 7. Capacidad de uso del suelo de la Comunidad de Chojñapata.....</b>	<b>86</b>

#### **CONTENIDO DE ANEXOS**

<b>Anexo I. Fotografías .....</b>	<b>94</b>
<b>Anexo II. Analisis de las propiedades físico quimicos.....</b>	<b>98</b>
<b>Anexo III. Porcentaje de nitrógeno total y porcentaje de carbono total.....</b>	<b>100</b>
<b>Anexo IV. Resultados obtenidos del IBTEN.....</b>	<b>101</b>
<b>Anexo V. Mapas de paisajes de las comunidades en estudio .....</b>	<b>112</b>
<b>Anexo VI. Mapas de sub paisajes de las comunidades en estudio.....</b>	<b>115</b>

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en dos comunidades Chinchaya, Cohani y Chojñapata, ubicados en el Municipio de Ancoraimos de la provincia Omasuyos, cuentan con una superficie aproximada de 983, 731 y 1852 ha respectivamente. Los objetivos a cumplir fueron los siguientes: evaluar las características físicas y químicas de los suelos productivos de tres comunidades del Municipio de Ancoraimos, identificar los factores físico, naturales, social y/o de infraestructura que determinan el uso actual de suelos productivos, evaluar la capacidad de uso de suelos de las comunidades de estudio.

La metodología de descripción de suelos aplicada por FAO para la descripción de perfiles, para su posterior análisis en laboratorio, para la descripción de los factores que determinan el uso actual se usó un método tipo descriptivo, transversal y no experimental, con un diseño metodológico cuali-cuantitativo, para determinar el uso de los suelos de las comunidades de estudio se aplica el procedimiento de Klingebiel y Mnotgomery, (1961) para la clasificación de capacidad de uso del suelo. Este método interpreta a las características y propiedades intrínsecas del suelo, del medio físico y del nivel tecnológico de los agricultores con el objeto de distinguir clases homogéneas de tierras basadas en el grado de limitación del uso, y definir su capacidad toma en cuenta parámetros por análisis de laboratorio físico-químico y otros; caracterizados en rangos que están adecuados al método mencionado.

Al analizar los resultados se tuvieron las siguientes conclusiones: durante el proceso se obtuvieron mapas temáticos uso actual del suelo, que se reclasificaron y luego se cruzaron los mapas temáticos obteniendo la Clasificación de Capacidad de Uso del suelo.

Analizando los resultados se obtuvo que las propiedades físico químicas de la comunidad de Chinchaya en la superficie de valle aluvial inundable donde se encuentra la agricultura intensiva son de textura franco a franco arcillosa, con un alto contenido de humedad, con el grado más alto de carbono total de la comunidad de 1,99 % mientras que el contenido de nitrógeno es de 0,29 %, con una conductividad eléctrica moderadamente, un pH 8,3 levente alcalino por la sedimentaciones de las

partículas. A esta superficie se le dio la capacidad de uso II debido a que la única limitante es el drenaje. Dada estas condiciones, más el factor determinante como es la carretera Achacachi Ancoraimas determina que el suelo sea usado para el cultivo de cebolla altamente demandado en los mercados de Achacachi, Ancoraimas, La Paz.

En la comunidad de Cohani las propiedades físico químicas son las siguientes en la superficie donde se produce Agricultura intensiva, presenta Ph ácido a neutro (5,8 a 7,2); la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) se mantiene en nivel moderado; de la misma manera el magnesio y el fósforo en nivel moderado 3,75 ppm , el calcio se mantiene en nivel bajo, mientras que el potasio disminuye de nivel alto a moderado, el contenido de nitrógeno es de 0,13 % mientras que el carbono total tiene un valor de 1,51 % . El factor determinante es el suelo ya al estar en una pendiente tiende a ser lavados sus nutrientes, posee poca profundidad efectiva. Dada estas condiciones esta superficie tiene una clasificación IV en la capacidad de uso.

La comunidad de Chojñapata en el área de agricultura intensiva llega a tener las siguientes propiedades físico químicas presenta pH neutro (7,39), la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) se incrementa de nivel moderada a alta; el calcio y potasio se reduce de nivel moderado a bajo, mientras que el magnesio se mantiene en el nivel moderado; el fósforo tiene un valor de 0,45 ppm, el contenido de nitrógeno es de 0,20 % mientras que el carbono total tiene un valor de 2,59 %. El factor determinante en esta comunidad es la altitud y las bajas temperaturas que no dan condiciones para la agricultura, también el no tener caminos con transitabilidad para sacar sus productos, estas limitaciones han determinado el uso en esta comunidad por el pastoreo para el ganado camélido ya que el mismo soporta estas inclemencias, la clasificación de capacidad de uso son de II para la superficie de agricultura intensiva, donde se practica el pastoreo intensivo y extensivo tiene una clasificación que varía de V a VII.

## SUMMARY

This research was conducted in two Chinchaya, Cohani and Chojñapata communities, located in the Municipality of Ancoraimes Omasuyos province; they have an area of 983, 731 and 1852 ha respectively. To fulfill the objectives were: to evaluate the physical and chemical characteristics of the productive land three communities in the municipality of Ancoraimes characteristics, identify the physical, natural, social and / or infrastructure factors that determine the actual use of productive soils, evaluate land use capacity of communities studied.

The soil description methodology applied by FAO for the description of profiles for subsequent laboratory analysis for a description of the factors that determine the current use is use a descriptive, transversal and not experimental method with a qualitative methodological design -quantitative to determine the land use of the study communities and Klingebiel procedure applies Mnotgomery (1961) classification capacity for land use. This method plays intrinsic characteristics and soil properties, the physical environment and the technological level of farmers in order to distinguish homogeneous classes of land based on the degree of restriction of use, and its ability to define parameters taken into account for analysis physicochemical and other laboratory; characterized in ranges that are suitable to the above method.

In analyzing the results the following conclusions were taken: during thematic maps were obtained current land use, which were reclassified and then crossed thematic maps Capacity Rating obtaining land use.

Analyzing the results it was found that the physical and chemical properties of the community Chinchaya on the surface of Aluvia floodplain where intensive agriculture is located are loam to clay loam with a high moisture content, with the highest degree of carbon total community 1.99% while the nitrogen content is 0.29%, with an electrical conductivity moderately alkaline pH by 8.3 levanter particle sedimentation. In this superficial it was given the ability to use II because the only limitation is the drainage. Given these conditions, but the determinate factor as the road Achacachi

Ancoraimes determined that the soil is used for growing onions in high demand in the markets of Achacachi, Ancoraimes, and La Paz.

In the community of Cohani the physical and chemical properties are as follows at the surface where intensive agriculture occurs, presents acidic to neutral pH (5.8 to 7.2); the cation exchange capacity (CIC) remains at moderate levels; just as magnesium and phosphorus moderate 3.75 ppm, calcium stays low, while high potassium level decreased to moderate nitrogen content is 0.13% while the carbon Total has a value of 1.51%. The determinant factor is the ground and being on a slope tends to be washed nutrients, has little effective depth. Given these conditions the surface is rated IV in the usability.

Chojñapata community in the area of agriculture-intensive comes to have the following physicochemical properties has neutral pH (7.39) Capacity Cationic Interchange (CIC) increases moderately high level; calcium and potassium is reduced moderately low, while magnesium is maintained at the moderate level; Phosphorus has a value of 0.45 ppm, the nitrogen content is 0.20% while the total carbon has a value of 2.59%. The determinate factor in this community is the altitude and low temperatures do not give conditions for agriculture, also transitabilidad not have roads to get their products, the limitations determined using an in this community for grazing for cattle and came lid that it supports these inclemencias, classification of usability are surface II for intensive agriculture, where intensive and extensive grazing is practiced has a rating that ranges from V to VII.

## **1. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad se presenta una disminución de la productividad en los sistemas agrícolas del altiplano boliviano por la explotación excesiva de nutrientes y la erosión del suelo por alteraciones físicas del medio, un nivel bajo de materia orgánica en el suelo es una realidad a tomar en cuenta, es necesario la realización de la caracterización de las calidades del suelo, insumos importantes para la determinación de la aptitud de uso del suelo para actividades agropecuarias del municipio de Ancoraimes; y así desarrollar un estudio integrado con las diferentes comunidades que componen el municipio, el cual será un apoyo importante para realizar estudios a nivel municipal.

Para dar un mejor uso de los suelos es necesario realizar una caracterización de los suelos para determinar el mejor uso a este recurso y de esta manera evitar su degradación y erosión del suelo.

El uso actual de los suelos productivos, por parte de los pobladores de las comunidades se realiza en función a factores como la productividad del cultivo, condiciones adecuadas para su desarrollo como el clima y por el precio que tenga un determinado producto, por tanto, no necesariamente el uso actual del suelo se encuentra relacionado con la aptitud del suelo para un determinado cultivo. Es en este sentido que se pretende realizar una evaluación de las características físicas y químicas de los suelos productivos para determinar si existe una subutilización o una sobre utilización de este recurso.

Las características de los suelos del municipio de Ancoraimes, son diferentes, en cuanto a propiedades físicas como la profundidad del suelo, color, textura, estructura. En documentos revisados, relacionados con el municipio, se puede encontrar una descripción estrictamente técnica del suelo, la misma considera una descripción basada en la terminología y clasificación que utilizan los pobladores, quienes toman en cuenta la capacidad productiva y de uso principalmente, en los cuales tiene como referencia la coloración de los mismos.

El conocimiento de las características físicas y químicas del suelo es de importancia para la elaboración de un programa de manejo y conservación de suelos, promoviendo así el interés por la conservación e incremento de este elemento. La importancia de generar información en el municipio sobre la producción agrícola es para contribuir en la seguridad alimentaria de la población, es importante sobre todo en la zona alto andina.

Mediante la caracterización del suelo, se quiere implementar actividades para no degradar el mismo, a través de un manejo sostenible, y de esa manera contar con buenos rendimientos de los cultivos, coadyuvando a mejorar de la calidad de vida de los pobladores del municipio.

Los bajos rendimientos por el inadecuado uso de los suelos que se presentan en todo el altiplano boliviano debido a la falta de prácticas agrícolas está ocasionada la degradación de la fertilidad de los suelos productivos. La falta de investigaciones con datos sobre las condiciones físicas y químicas del suelo y la presión del mercado y/o clima, determinan el uso del suelo, por ello, antes de proponer medidas de manejo sostenible, se hace necesario llevar a cabo una caracterización que englobe aspectos físicos, químicos y así de esta manera evitar el deterioro del suelo.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. Objetivo general**

Evaluar las características físicas y químicas de suelos productivos para determinar su potencial productivo y su relación con el uso actual del suelo en las comunidades de Chinchaya, Cohani y Chojñapata del municipio de Ancoraimes.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Evaluar las características físicas y químicas de los suelos productivos de tres comunidades del Municipio de Ancoraimes.
- Identificar los factores físico, naturales, social y/o de infraestructura que determinan el uso actual de suelos productivos.
- Evaluar la capacidad de uso de suelos de las comunidades de estudio.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. El suelo**

El suelo es un recurso natural que ocupa un espacio de forma organizada, dinámico y desarrollado a partir de una intemperización y descomposición de las rocas minerales y restos orgánicos, bajo la influencia de los factores formadores del suelo, conteniendo cantidades apropiadas de aire, agua y suministrando los nutrimentos y el sostén que requieren las plantas (Domínguez, 1997) citado por Vera (2001).

Según el USDA (1999), los humanos consideramos al suelo muy importante porque son el soporte de las plantas, suministro de agua y nutrientes, oxígeno y calor a las plantas y estas proporcionan alimentos, fibras, medicamentos y otras necesidades humanas; también filtra el agua y recicla los desechos tóxicos presentes en la superficie; siendo el eje de la producción de materia prima para todo rubro (Narro, 1994).

Según un estudio de la Comisión Europea en su informe publicado a principios de marzo de 2009, el suelo tiene una capacidad de retener CO<sub>2</sub> equivalente al doble que la atmósfera y el triple que la vegetación. Por ello es de vital importancia invertir la actual tendencia degradante de los suelos y mejorar su gestión para aumentar la capacidad de “atrapar” CO<sub>2</sub> que poseen (Comisión Europea, 2009).

Muchos consideran al suelo como material natural muy complejo; compuesto por material sólido que representa los aglomerados de las partículas con diferentes tamaños y composición química, materia orgánica en diferentes estados de descomposición microorganismos activos, gases y vapores que ocupan los poros que no están llenos de agua, las propiedades físicas – químicas entre sólidos líquidos y gases en íntima relación son afectados por los constituyentes de los materiales y por el clima (Pastor, 1987).

El suelo es un sistema complejo, constituido de materias sólidas, líquidas y gaseosas. Las partículas sólidas forman una estructura porosa tal que los espacios

vacíos, denominados poros, tienen la capacidad de almacenar líquidos y gases. La parte sólida es principalmente mineral y está constituido de partículas clasificadas de acuerdo con el tamaño medio de arena, limo y arcilla (Richard s.f.).

### **2.1.1. Importancia del suelo**

Según el USDA, (1999) se considera al suelo muy importante porque es el soporte de las plantas y estas proporcionan alimentos, fibras, medicamentos y otras necesidades, también filtra el agua y recicla los desechos tóxicos presentes en la superficie siendo el eje de la producción de materia prima para todo rubro.

A la vez la importancia del suelo se establece por las funciones que desempeñan, como el de ser soporte, suministro de agua, nutrientes, oxígeno y calor a las plantas (Narro, 1994).

Según Bustamante y Mamani (2011), la explotación de los recursos naturales es indiscriminada, de manera que la productividad va disminuyendo, a medida que pasa el tiempo; esta situación se debe, principalmente a las condiciones climáticas cambiantes y no predecibles, presentando una producción casi impredecible.

### **2.1.2. Perfil del suelo**

El perfil del suelo, es un corte vertical del terreno que permite estudiar al suelo en su conjunto, desde la superficie hasta el material originario. Al observarse pueden distinguir capas llamados "Horizontes", ya que su disposición suele ser horizontal o sub horizontalmente y cada una de ellas suele tener características y propiedades diferentes en un mismo suelo (Porta et al., 1994).

La finalidad del perfil en la descripción de suelos es dar información que permita al lector la comprensión de las características del suelo y compararlas con las de otros suelos de los cuales posee descripciones o un conocimiento personal (FAO, 1997).

### **2.1.3. Propiedades físicas**

Orsag (1993), señala que las propiedades físicas de los suelos dependen exclusivamente de dos propiedades fundamentales básicas: textura y composición mecánica, física o granulométrica y su estructura.

Suárez (1982), los suelos, formados a través de los procesos descritos son diferenciados unos de otros por diversas características que le permiten su carácter particular. Entre ellas las principales propiedades físicas son el color, textura, la estructura y la porosidad.

#### **2.1.3.1. Textura**

Porta y Lopez, (1994) hacen énfasis en el interés de conocer este parámetro ya que permite inferir en otras propiedades y características directamente relacionadas con el uso y comportamiento del suelo:

- Capacidad de retención de agua disponible y de suministro para las plantas y la facilidad de circulación del mismo (velocidad de entrada y salida)
- Facilidad de laboreo, el riesgo de formación de costra superficial y el riesgo a la erosión ya sea hídrica o eólica.
- Capacidad de almacenar nutrientes y admitir aguas residuales y otros.

En el municipio de Ancoraimos se puede observar que la textura es franco arcilloso, arcilloso, y en ciertas áreas franco arenoso y arenoso (Argón, 2003).

De acuerdo a Foth (1997), el tamaño relativo de las partículas del suelo se expresa en el término textura, que se refiere a la finura mayor o menor del suelo. De manera más específica, textura es la proporción relativa de arena, limo y arcilla. Como se sabe es una propiedad, que deriva del tamaño de las partículas minerales del suelo, cómo su distribución porcentual de arena, limo y arcilla como partículas primarias. La textura del suelo es una característica más permanente y depende del material parental y de los procesos de formación que sobre este actúan (Suárez, 1982).

#### **2.1.3.2. Estructura**

La estructura produce efectos directos en el crecimiento vegetal, que influencia a la aireación, velocidad de infiltración del agua, resistencia a la penetración de la raíz y variaciones de temperatura del suelo (Narro, 1994).

El termino textura se usa en relación al tamaño de las partículas del suelo, pero al considerar el arreglo o disposición de los mismos se aplica la estructura para referirse a la agregación de las partículas primarias del suelo arena, limo, arcilla, en partículas primarias, que están separadas los agregados adyacentes por debilidad de superficies (Foth, 1997).

#### **2.1.3.3. Profundidad efectiva**

El volumen del suelo contenido a una profundidad será el ambiente de exploración disponible para la planta, por lo cual no existe una profundidad ideal (Bertsch, 1995).

#### **2.1.3.4. Densidad aparente**

Existe una relación clara entre el valor de la densidad aparente con otras propiedades y características del suelo; entre estas se destacan la textura, contenido de materia orgánica, la porosidad, la compactación – compresión, la conductividad térmica y la resistencia del suelo a la penetración (Narro, 1994).

#### **2.1.3.5. Color**

El color es una de las características más fácilmente distinguible. Los suelos, en general, exhiben diversas tonalidades del color pardo aunque hay variaciones en los distintos horizontes del mismo perfil, el color se aclara a medida que se profundiza. El color también varía con el contenido de humedad del suelo, por esta circunstancia siempre se determina en el campo en condiciones normales de humedad (Suárez, 1982).

## **2.1.4. Características Químicas del Suelo**

### **2.1.4.1. Nitrógeno**

La mayor parte de nitrógeno del suelo se halla en la materia orgánica, la descomposición de esta, debe tener un lugar, si el nitrógeno aparece en forma sencilla, su descomposición es un proceso bioquímico muy complejo (Velasco, 1991). Rodríguez (1991), el Nitrógeno es uno de los elementos esenciales más importantes para la planta, porque constituye un factor limitante en el rendimiento debido a que existe en el suelo en muy pequeñas cantidades en forma mineral, que es la forma que asimila la planta.

Rodríguez (1982), menciona que el nitrógeno orgánico ingresa los suelos por los tejidos y órganos de los vegetales y animales, y los respectivos deshechos. Este nitrógeno orgánico constituye más del 85% del nitrógeno total existente en el suelo. la totalidad del nitrógeno está determinado por: Los residuos orgánicos 85%; el nitrógeno de origen atmosférico dejado Rhizobium. Aportes del agua de lluvia en forma generalmente de pequeñas porciones de amoníaco  $\text{NH}_3$ ; .aporte de fertilización. Esta materia orgánica es atacada por los microorganismos del suelo transformándola en sustancias asimilables por las plantas

### **2.1.4.2. Fósforo**

Las formas de asimilación del fosforo por parte de la planta son el fosfato monobásico ( $\text{PO}_4\text{H}_2^-$ ) y el bibásico ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ), el primero es de mayor utilización que el segundo. Interviene en la formación de las nucleoproteínas y ácidos nucleicos y fosfolípidos, (Rodríguez, 1982).

El comportamiento del fósforo en el suelo, es muy diferente del nitrógeno pero es similar en su aspecto, algunos fosfatos orgánicos se convierten en cada temporada en fosfatos inorgánicos, por la acción del organismo del suelo (Daviés, 1987).

#### **2.1.4.3. Sodio**

Los cationes de sodio, calcio y magnesio son rápidamente intercambiables. Cuando en estos suelos se acumula un exceso de sales solubles, generalmente es el catión sodio el que predomina en la solución del suelo y, en esta forma, el sodio puede ser el catión predominante al cual está sujeto el suelo, debido a la precipitación de los compuestos de calcio y magnesio (Allison, 1982).

#### **2.1.4.4. Materia Orgánica**

La parte orgánica del suelo está formada de sustancias vivas y muertas, en las cuales se incluyen raíces de plantas, hongos, algas, bacterias, larvas, miriápodos y roedores junto con los productos en descomposición (Suárez, 1982). Patrick (1993), define que la materia orgánica de los suelos está formada por los restos y productos de descomposición de plantas y animal. A pesar de la abundancia de la fauna del suelo es muy difícil encontrar restos de la misma, tal vez debido a que son activamente descompuestos por el micro flora y el micro fauna. Los principales elementos de constitución que posee la materia orgánica son el Carbono (C), el hidrógeno (H), el oxígeno (O) y el nitrógeno (N).

La materia orgánica proviene de la síntesis de los organismos vivos que combinan los distintos elementos en su funcionamiento metabólico y catabólico (Rodríguez, 1982). El suelo contiene materiales orgánicos vivos o muertos ya sea de origen vegetal o animal en pequeño o gran cantidad; que interviene en los procesos químicos, los más importantes son: la liberación de nutrientes, efecto tampón, depósito de elementos químicos y la disponibilidad de los mismos (Cepeda, 1991).

#### **2.1.4.5. Reacción del suelo (pH)**

El pH ejerce una influencia directa a las propiedades químicas del suelo: la solubilizarían, disponibilidad y absorción de los nutrientes; saturación de bases y generación de carga variable. A pH menores a 5.5 la actividad biológica es baja; ya que inhibe la actividad de las lombrices, solamente pueden desarrollarse los hongos.

Mientras que el desarrollo vegetal presenta trastornos a una acidez alta, menor o igual a pH 4 (Bertsch, 1995).

Allison (1982), indica que el pH del suelo está influenciado por la composición de los cationes intercambiables, la naturaleza de los materiales de intercambio catiónico, composición y concentración de las sales solubles y la presencia o ausencia de yeso y carbonatos de metales alcalinos-térreos. Bouol (1986) El pH de una solución acuosa es el logaritmo negativo de la actividad del ión hidrogeno. Su valor puede determinarse con el potenciómetro usando diversos electrodos o colorimétricamente, mediante indicadores que cambian de color con la actividad del ión hidrogeno.

Según Patrick (1993), el pH por lo general se considera una propiedad muy importante del suelo ya que tienden estar correlacionado, con otras propiedades como el grado de saturación de bases. Además muchos suelos, presentan patrones verticales característicos en sus valores de pH. En el suelo raramente se llega a un pH inferior a 4 (muy ácido) o a un pH 10 (demasiado alcalino). Los suelos agrícolas generalmente tienen un pH entre 6 y 7.5 rango en que mejor se desarrollan las plantas (Rodríguez, 1982).

#### **2.1.4.6. Capacidad de intercambio catiónico (CIC)**

La CIC de un suelo variara de horizonte a horizonte en cada uno de ellos dependerá del contenido y tipo de arcillas, como de los componentes orgánicos (Porta y Lopez ,1994). Por tanto la capacidad de intercambio catiónico y la capacidad de intercambio de acidez, biológicamente afectan a los tipos de organismos presentes y a su actividad.

Allison (1982), Indica el intercambio de cationes es un fenómeno de superficie y, como tal se identifica principalmente con el limo fino, la arcilla y otras fracciones de materia orgánica de los suelos. Muchas clases diferentes de minerales y materiales orgánicos que se encuentran en los suelos poseen propiedades de intercambio y en conjunto se conocen como complejo de intercambio.

#### **2.1.4.7. Conductividad eléctrica (CE)**

En las zonas áridas y semiáridas, donde hay poca lluvia y temperatura elevadas; siempre está presente la tendencia de acumulación de sales (Cepeda, 1991). La misma es determinada por el valor de la conductividad eléctrica.

Allison (1982), señala un suelo es salino cuándo la conductividad de su extracto de saturación es mayor de 4milimhos/cm o 4000 micromhos/cm se ha encontrado que la conductividad eléctrica del extracto de saturación de un suelo, en ausencia de acumulación de sales proveniente del agua subterránea, es generalmente de 2 a 10 veces mayor que la correspondiente al agua con que se ha regado este aumentó en la concentración de sales es resultado de la extracción continua de la humedad por las raíces y por la evaporación.

#### **2.1.5. Uso Actual del suelo**

El uso actual del suelo, refiere al uso que presenta en el momento, considerado las actividades que se realizaron (Gallegos, 1997)

El uso actual del municipio de Ancoraimes mencionado por PDM, (2010) son: uso pecuario un 58, 3 %, uso agrícola 18.2 % uso forestal 10,7 % y áreas sin uso 12,8 % de la superficie municipal.

##### **2.1.5.1. Descripción de uso de suelos**

Gallegos (1997), describe los siguientes usos:

- **Agrícola** esta categoría comprende agricultura tradicional y tecnificada, con fines de subsistencia (cultivos básicos) y comerciales a gran escala).
- **Pasto (Pradera)** son áreas desprovistas de bosque y cultivadas con pastos, de uso predominantes para ganadería extensiva.
- **Matorral** comprende a la superficie ocupada por vegetación de porte bajo, por lo general terrenos agrícolas que se encuentran en estado de descanso o barbecho.

- **Bosque** esta categoría de uso está conformada por bosques de pino, bosques latifoliados y bosques mixtos. Se asignan esta categoría a las áreas cubiertas con más del 60 % de vegetación arbórea.
- **Suelo desnudo** en esta categoría se incluye las zonas de derrumbe, causes de los ríos con evidencias de inundación reciente y las zonas de extracción de material selecto.

#### **2.1.5.2. Suelos agrícolas**

El suelo es un sistema complejo y altamente dinámico, constituido por una capa superficial, relativamente delgada, de material más o menos disperso que se encuentra sobre la litosfera. De este material depende en buena parte el crecimiento de las plantas y la alimentación de los seres vivos que habitan la superficie terrestre (Narro, 1994).

#### **2.1.6. Clasificación de suelos por su Capacidad de Uso**

Puchulu (2005), en su publicación “Clasificación de suelos”, menciona que para determinar la aptitud de uso de los suelos de las comunidades de estudio se aplicó el procedimiento de la “Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso”, creado por Klingebiel y Montgomery en 1961, la que está basado en las Normas y Principios del “Servicio de Conservación de Suelos en los Estados Unidos de América”.

##### **2.1.6.1. Clases de capacidad de uso del USDA**

A continuación se presentan las Clases de Capacidad, tales como las definieron sus autores Klingebiel y Mnotgomery, (1961):

##### **a) Clase I. Terrenos adecuados para cultivos agrícolas, pastos y bosques**

Suelos con muy pocas limitantes para su uso, son casi planos, con muy pequeños problemas de erosión, profundos, bien drenados, fáciles de trabajar, con buena capacidad de retención de agua y responden a la fertilización. El clima local es favorable para el crecimiento de muchos cultivos a menos que las limitantes de lluvia hayan sido eliminadas mediante obras de riego.

**b) Clase II. Suelos con algunas limitantes que reducen la elección de plantas o requieren prácticas ligeras de conservación de suelos.**

Las limitantes de estos suelos incluyen los efectos individuales o combinados de:

- Pendiente suave.
- Susceptibilidad moderada a la erosión por el agua o el viento, o efectos adversos moderados causados por erosión anterior.
- Profundidad menor a la de un suelo ideal.
- Estructuras y facilidad para el laboreo desfavorables.
- Contenido moderado de sales y sodio, fácilmente corregible pero con posibilidades de que vuelva a aparecer.
- Daños a la vegetación ocasionados por inundaciones.
- Exceso de humedad corregible mediante drenaje, pero con moderadas limitantes permanentes, y limitantes ligeras del clima en el uso y manejo de los suelos.

**c) Clase III. Suelos con severas limitaciones que reducen la selección de plantas o requieren prácticas especializadas de conservación o ambas.**

Las limitaciones que incluyen estas tierras son los efectos individuales o combinados de:

- Pendientes moderadamente elevadas.
- Alta susceptibilidad a la erosión por agua o viento o efectos adversos severos causados por erosión anterior.
- Frecuentes inundaciones acompañadas a daños a las plantas.
- Muy baja fertilidad del subsuelo.
- Exceso de humedad o condiciones de saturación del suelo que continúan después de la construcción de drenes.
- Poca profundidad del suelo debido a la presencia de roca subyacente o un horizonte endurecido que limita la profundidad del enraizamiento y la capacidad de retención de agua.
- Baja capacidad de retención de humedad.

- Bajo contenido de nutrientes, por lo común alcalino-térreos, difícilmente corregibles. salinidad y sodio en cantidades moderadas, y 10. Condiciones climáticas moderadamente limitantes.

**d) Clase IV. Suelos con limitantes muy severas que restringen la elección de cultivos o requieren de un manejo muy cuidadoso o ambos.**

Las limitantes de estos suelos bajo cultivo, incluyen los efectos individuales o combinados de:

- Pendientes muy pronunciadas.
- Severa susceptibilidad a la erosión por el agua o el viento 3. Efectos adversos severos, causados por erosión anterior
- Suelos de poco espesor.
- Baja capacidad de retención de humedad.
- Inundaciones frecuentes que afectan severamente los cultivos.
- Peligro continuo de exceso de humedad
- Afectación severa de sales de sodio, y
- Efectos moderadamente adversos del clima.

**e) Clase V. Terrenos para pastos y bosques, generalmente no aptos para cultivos.**

Tierras prácticamente sin problemas de erosión, pero tienen limitaciones de susceptibilidad a inundación frecuente o tienen piedras o tienen limitaciones climáticas, ejemplos de estos suelos son:

- Tierras prácticamente sin problemas de erosión, pero tienen limitaciones de susceptibilidad a inundación frecuente o tienen piedras o tienen limitaciones climáticas, ejemplos de estos suelos son:
- Suelos de terrenos bajos sujetos a frecuentes inundaciones que limitan el desarrollo de los cultivos.
- Suelos casi planos con una estación de crecimiento que limita el desarrollo normal de los cultivos.
- Suelos casi planos con piedras o rocas sobre la superficie.

- Áreas de relieve cóncavo donde la construcción de drenes no es factible para el establecimiento de cultivos, pero en donde la producción de pastos o árboles puede ser mejorada mediante prácticas de manejo sencillas.
- f) Clase VI. Suelos con limitaciones severas que los hacen no aptos para su aprovechamiento bajo cultivos, pero que pueden ser utilizados en la producción de pastos, árboles o vida silvestre o cultivos especiales en cobertura.**

Estos suelos tienen limitaciones permanentes que son muy difíciles de corregir tales como:

- Pendientes muy pronunciadas.
- Susceptibles a erosión severa.
- Muestran efectos muy severos de erosión anterior.
- Pedregosidad.
- Superficialidad de la zona radical.
- Excesiva humedad o riesgo de inundación.
- Exceso de salinidad o sodio.
- Factores climáticos severos o combinaciones de ellas.

Algunos de estos suelos son aptos para cultivos especiales que muestran requerimientos distintos que la mayoría de los cultivos.

- g) Clase VII. Suelos con limitaciones muy severas que los hacen no aptos para cultivos y restringen su uso a la producción de pastos o árboles o vida silvestre.**

Estos suelos pueden ser aprovechados para pastoreo o la producción de maderas o combinaciones de ella, si se aplican prácticas de manejo.

Las limitaciones permanentes para su uso incluyen los efectos individuales o combinados de:

- Pendiente muy pronunciada.
- Erosión.
- Suelos superficiales.

- Pedregosidad.
- Suelos excesivamente drenados.
- Salinidad y sodio.
- Clima desfavorable.

Otras limitaciones que hacen de estos suelos no aptos para cultivos comunes.

**h) Clase VIII. Suelos con limitaciones tales que únicamente pueden ser utilizados para recreación o vida silvestre o abastecimiento de agua o propósitos estéticos.**

Las limitaciones permanentes para su uso incluyen los efectos individuales o combinados de:

- Erosión o peligro de ser erosionados.
- Clima severo.
- Suelo excesivamente húmedo.
- Pedregosidad.
- Baja capacidad de retención de humedad.
- Exceso de salinidad y sodio.

**2.1.6.2. Relación entre Uso Actual y Capacidad de Uso del suelo**

Gallegos (1997), señala las siguientes relaciones:

- a) Uso adecuado, consiste en un estado de equilibrio entre el uso actual y la capacidad de uso del suelo, es decir que se satisfacen los requerimientos entre la conservación y el desarrollo.
- b) Sobre uso, se asigna cuando el recurso suelo está siendo utilizada con alternativas productivas que no son adecuadas de acuerdo a su capacidad de uso (Sobre explotación o un uso indiscriminado); presentan un alto riesgo de degradación de los recursos.
- c) Sub uso, se asigna cuando el recurso suelo no está siendo aprovechada eficientemente (Uso deficiente) de acuerdo a su potencial productivo, el uso actual

corresponde a una alternativa de menor productividad que la de su capacidad de uso.

### **3. MATERIALES Y METODOLOGÍA**

#### **3.1. Localización**

Según el PDM (2010) el Municipio de Ancoraimes es la segunda sección de la Provincia Omasuyos del Departamento de La Paz, se sitúa a una distancia de 135 Km. de la sede de Gobierno, por la carretera troncal La Paz - Achacachi – Ancoraimes. El presente trabajo se realizó en las comunidades de Chinchaya con una longitud oeste, 15° 45' 24" y latitud sud, 68° 49' 46"; Cohani esta longitud oeste, 15° 54' 33" de latitud sud, 68° 46' 30" longitud oeste y por ultimo Chojñapata está a una longitud de 15° 53' 38" y una de latitud sud, 68° 57' 31".

##### **3.1.1. Vegetación**

ZONIZIG (1998) señala que actualmente por las condiciones ambientales y la influencia antrópica: a la vegetación de la región de Ancoraimes es relativamente rala dominada por especies vegetales de tipo graminoide de escasa altura y follaje.

Morales (1990), considera a los pastos nativos como fuente de alimentación más importante para el ganado, donde se encuentran las gramíneas correspondientes a los géneros: festuca, calamagrostis, muhlenbergia y distichlis.

##### **3.1.2. Fisiografía**

Aragón (2003) indica que la zona de Ancoraimes es una zona muy variable y compleja, con una topografía ligeramente accidentada y conformada por varias unidades fisiográficas: serranías, llanuras, colinas, cerros y pie de monte además de las planicies que recorren a lo largo del área del lago Titicaca donde se presentan cortes de ríos poco profundos y pequeñas elevaciones de cerros y colinas.

Según Unzueta (1978), Ancoraimes se encuentra en una región Volcánica, complejo montañoso de la cordillera de Muñecas, porque en sus proximidades se hallan enclavadas poblaciones como Chuma, Moco moco y Ayata las que en conjunto forman un paisaje muy pintoresco y único donde el cantón Chojñapata – Chiñaja se encuentra entre esta cordillera.

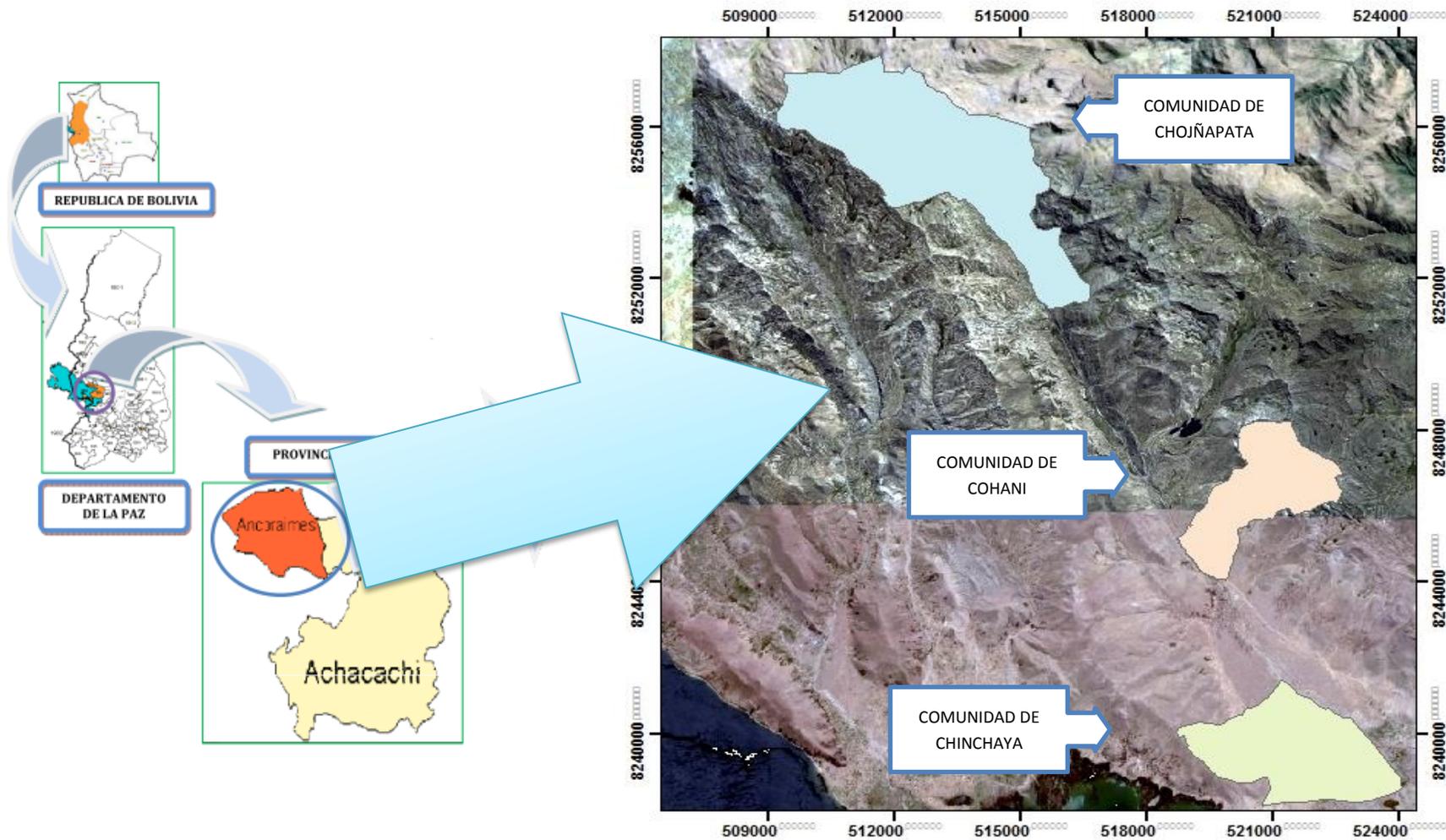
Montañas y serranías: caracterizado por su topografía abrupta con pendientes muy empinadas, valles estrechos en forma de “V” y ríos generalmente intermitentes, donde se han podido formar terrazas aluviales de importancia para la agricultura.

Llanuras fluvio lacustre: definidas por una topografía suavemente ondulada con cauces de ríos poco profundos y terrazas que llegan a ser utilizadas como áreas de cultivo que tiene la influencia directa del Lago Titicaca.

Pie de monte: superficie de baja pendiente con depósitos aluviales profundos, aptos para cultivos agrícolas

### **3.1.3. Climatología**

Argón (2003) señala que el clima en la región en general es frío y varía de sub húmedo a semá – árido en sus áreas norte o circunlacustre y al sur respectivamente, debido a la influencia climatológica y termorregulador del lago Titicaca.



Mapa 1. Ubicación delimitación de las comunidades en estudio

### **3.2. Materiales**

- **Materiales de gabinete:** una carta topográfica, datos estadísticos, material de escritorio (hojas bond, bolígrafos), software ( ArcGis).
- **Materiales y equipos para mediciones:** GPS navegador, Wincha, Flexo metro, Anillo censador.
- **Materiales para la apertura de calicatas del suelo:** Pala, Picota y cuchillo geológico.
- **Materiales para la descripción de los perfiles:** Guía de descripción de perfiles de la FAO, Tabla Munsell (para determinar el color del suelo), Planillas para la descripción de Suelos y Vegetación.
- **Materiales para recolección de muestras:** Tarjeta de muestreo, Bolsas de polietileno, Herbario.
- **Material cartográfico y otros:** Imágenes satelitales LandSat TM 2009, Cámara fotográfica (digital), Cuaderno de Campo, Material de escritorio en general.

### **3.3. Metodología**

#### **3.3.1. Caracterización física química de los suelos de las comunidades de Chinchaya, Cohani y Chojñapata**

Para la caracterización física química de los suelos de las comunidades de Chinchaya, Cohani y Chojñapata pertenecientes al Municipio de Ancoraimos, se procedió a separar el trabajo en una serie de fases, las cuales se presentan a continuación:

##### **3.3.1.1. Fase de gabinete**

Se recopiló información secundaria, en su mayoría de la Facultad de Agronomía, con información como de geomorfología, fisiografía, suelos, el clima, uso además de

la revisión del PDM (Plan de Desarrollo Municipal del El Alto), tesis. Asimismo se procedió a la elaboración de un mapa base a través de imágenes satelitales y uso de herramientas como el ArcGis. Reuniones de coordinación con las autoridades locales y población en general, una reunión en cada comunidad.

### **3.3.1.2. Fase de trabajo de campo**

#### **a) Reconocimiento del terreno, verificación y delimitación de las comunidades en estudio**

El reconocimiento general se efectuó con la ayuda del mapa base preliminar y un GPS (Sistema de Posicionamiento Global), a fin de corroborar y realizar las respectivas correcciones necesarias, ya sean estos, de límites entre unidades de paisaje, o del área de estudio en su conjunto, se tomo puntos de control en las partes más identificadas, como cruce de caminos, ríos, lagunas, con el propósito de reajustar el mapa fisiográfico. Asimismo se identificaron los suelos más productivos y las unidades de suelos donde se realizan cultivos comerciales.

El trabajo de campo se inició con el reconocimiento “in situ” del área de las comunidades de estudio, contrastando con el mapa base elaborado preliminarmente.

En la fase se efectuó algunas correcciones de la delimitación perimetral de las comunidades en estudio con apoyo de dirigentes de cada comunidad, Sres. Santiago Misme; Faustino Mamani, Daniel Poma, asimismo con la georeferenciación a través del uso de GPS.

Por otra parte, sobre el mapa base se efectuó la evaluación de la topografía, relieve y cobertura vegetal de cada unidad fisiografía.

#### **b) Puntos de descripción y muestreo de suelos**

En las tres comunidades en estudio se realizaron 50 barrenaciones locales que se realizaron en el mes de septiembre, con la ayuda de un barreno, de donde se tomó una muestra de la capa arable, asimismo se identificaron 22 puntos para la apertura de calicatas en el mes de octubre y noviembre (Anexo I), la descripción de perfiles de suelo que consistió en observar y registrar las características morfológicas de

cada horizonte y capa constituyente de los suelos en cada punto de estudio definido dentro de cada unidad de terreno (fisiografía). La descripción fue efectuada conforme al manual de “Descripción de perfiles de la FAO”. Las variables observadas fueron: espesor de horizonte y capa, textura, estructura, consistencia en seco, húmedo y mojado, porosidad y otras características como presencia de grava, piedra, películas de arcilla, carbonatos y raíces.

En las planillas de registro también se colectó información acerca del suelo (material originario, drenaje, humedad, profundidad a capa freática, presencia de piedras o efloraciones rocosas, evidencia de erosión, presencia de sales o álcalis e influencia humana), asimismo acerca del sitio de la muestra (ubicación geográfica, altitud, posición fisiográfica, forma del terreno, micro topografía, pendiente, uso de la tierra).

Concluida la descripción de perfiles de suelo, se efectuó el muestreo de suelo en cada punto de evaluación para los respectivos análisis físico-químicos. El procedimiento aplicado consistió en la colecta de muestras compuestas de los dos primeros horizontes de suelo (una por horizonte), la cantidad fue de aproximadamente de 1 kg, siendo etiquetadas y embaladas para su envío al laboratorio de suelos del IBTEN y Facultad de Agronomía – UMSA.

El muestreo fue realizado en la profundidad efectiva de cada punto de evaluación; los parámetros considerados para el análisis de laboratorio fueron: textura, pH, Conductividad Eléctrica (CE), Materia Orgánica (%MO), Nitrógeno total (Nt), Fósforo asimilable, Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K) y Sodio (Na) intercambiables.

### **c) Diagnóstico y determinación del uso actual de la tierra**

Esta fase consistió en la colecta de información primaria respecto de las características socioeconómicas de los pobladores de las comunidades de estudio, específicamente de aspectos como: estructura de la unidad familiar, tenencia de la tierra, tenencia de ganado, sistema de producción agropecuaria, destino de la producción, comercialización, y por otra parte la realización de prácticas de manejo y conservación de suelos.

La información colectada fue acerca del uso actual de la tierra, que comprende datos de tenencia de tierra, usos de la tierra, cultivos, rendimientos por unidad de superficie, insumos utilizados, tipo de labranza empleada, tenencia y estructura de los hatos ganaderos, producción ganadera, destino de la producción agrícola y pecuaria. Por otro lado fue tomado en cuenta aspectos como la migración, ya que ello determina el uso y disponibilidad de la mano de obra.

### **3.3.1.3. Fase de análisis de laboratorio**

Esta fase de trabajo consistió en la realización de los análisis de suelo en laboratorio. Los parámetros químicos, como son:

Fósforo asimilable (ppm), Calcio (meq/100 g de suelo), Magnesio (meq/100 g de suelo), Sodio (meq/100 g de suelo), fueron cuantificados en el laboratorio de suelos del Instituto Boliviano de Tecnología Nuclear IBTEN. Los parámetros de textura de suelo, pH y Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{m}^2$ ), % Materia Orgánica (%), Nitrógeno total (%), fueron realizados en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la UMSA.

### **3.3.2. Descripción de las variables de respuesta**

Las variables o parámetros identificados fueron valorados a partir de las muestras de suelo obtenidas en la fase de campo y analizados en el laboratorio de la Facultad de Agronomía (Anexo I) y en el laboratorio del IBTEN.

#### **3.3.2.1. Textura**

La determinación de la clase textural de cada una de las muestras de suelo fue realizada a través del método del Hidrómetro de Bouyoucus que permite cuantificar las proporciones relativas de las fracciones mecánicas del suelo, como son la arena, limo y arcilla, y a través de estos datos, con uso del triángulo textural del USDA, para determinar la clase textural. En la determinación de textura se realizaron 50 barrenaciones y 67 muestras de las 22 calicatas.

#### **3.3.2.2. Densidad Real**

La determinación de la densidad real fue realizada por el método del picnómetro para la obtención de la densidad real del suelo este método se usó para las 67 muestras obtenidas de las calicatas y 50 barrenaciones.

#### **3.3.2.3. Nitrógeno total**

El contenido de nitrógeno total en el suelo fue determinado mediante el Método de Kjeldhal, expresando sus valores en porcentaje. Este método fue usado en 22 muestras, en los primeros horizontes de cada calicata.

#### **3.3.2.4. Fósforo asimilable**

La cuantificación de fósforo asimilable o disponible fue efectuado mediante el Método de Espectrofotometría uv-visible, expresando el valor en partes por millón (ppm). Este método fue usado en las 22 muestras de suelo al igual que en nitrógeno total solo para los primeros horizontes.

#### **3.3.2.5. Sodio y Potasio**

Determinación mediante el método de Emisión Atómica los resultados se expresan en meq/100gr de suelo. Esto fue realizado en 10 muestras de suelo representativas de cada comunidad.

#### **3.3.2.6. Calcio y Magnesio intercambiables**

El método utilizado fue el de Absorción atómica, el valor es expresado en meq/100gr de suelo. Al igual que para el potasio y sodio este método se realizó en 10 muestras de suelo representativas de las tres comunidades en estudio.

#### **3.3.2.7. Carbono total**

La determinación fue mediante el Método de la combustión húmeda de Wackley y Black. Este método se aplicó solo en 22 muestras una muestra por calicata.

### **3.3.2.8. Determinación del pH y Conductividad Eléctrica**

La determinación de estas variables o propiedades del suelo fueron aplicando los siguientes:

pH.- Método potencio métrico.

CE.- Método Conductivímetro, el valor es expresado en unidades dSm-1 (deci Siemens por metro) o mmhos/cm (milimhos por cm).

### **3.3.3. Sistematización e integración al SIG de la información edafológica obtenida en campo**

Tanto la información de descripción de perfiles de suelo y de las características de las unidades de paisaje fueron tabuladas en hojas Excel a fin de obtener una base de datos para su integración en la cartografía temática construida en el software SIG, lo que implicó la georeferenciación de cada punto de evaluación.

Para la sistematización de datos de los mapas se uso una escala de trabajo exploratorio de 1: 250000 que tiene como propósito el de reconocimiento general y planificación a grandes rasgos.

#### **3.3.3.1. Mapa de uso actual del suelo**

A través de la página web <http://maps.google.es> (2015) se obtuvieron imágenes satelitales Quick Bird de las comunidades en estudio, las cuales fueron empleadas para elaborar el mapa base y mapa de unidades de terreno (fisiografía) con el uso del software ArcGIS 10.0; fijándose preliminarmente las zonas o unidades de paisaje determinadas con perímetros representativos designados. Y luego "in situ" se efectuó el recorrido de terrenos de las comunidades (transecciones), efectuando un diagnóstico de campo y registrando posteriormente a detalle los diversos usos de suelo y actividades prácticas realizadas hasta ese instante en el mapa de uso actual elaborado, con el software ArcGIS 10.0.

### **3.3.3.2. Mapa de capacidad de uso del suelo**

Está basado en el mapa de las unidades de paisaje, mapa de altitudes, mapa de pendientes, base de datos de características de suelos obtenidos en los perfiles de los respectivos puntos de muestreo (físicas, químicas, morfológicas) e información de clima de las comunidades, determinándose así la aptitud del suelo para su máximo aprovechamiento, aplicando patrones de clasificación (Clases agrológicas), de igual manera se elaboro mapas de capacidad de uso con el manejo del software ArcGIS 10.0.

### **3.3.4. Análisis estadístico**

El análisis estadístico fue multivariado, con el método de componentes principales, es un método de agrupamiento de muchas variables correlacionadas obteniendo variables con nuevas características que no tienen ninguna correlación, además que para el análisis se incorporara cuatro cultivos de mayor importancia en cada comunidad. El análisis estadístico se realizo con la ayuda de un paquete estadístico (spss).

Pla (1986), afirma que el análisis de componentes principales permite la estructuración de datos multivariados obteniendo un sistema de componentes además de permitir conocer las variables relevantes que caracterizan a una población multivariado en consecuencia es una técnica estadística que describe la estructura de una distribución multidimensional identificando variables relevantes y el grado de interrelación entre ellas.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Evaluación climática de la zona de estudio

Según MMAyA (2011), las comunidades presentan un clima seco frío meso térmico, pero más húmedo por la retención de agua formando bofedales que actúan como termorregulador ambiental, existiendo una evaporación de sus aguas generando un clima mucho mejor que en la Zona Alta influenciado por la altitud en la que se encuentra, así como por el tipo de suelo y la escasa cobertura vegetal que genera una mayor evapotranspiración, excepto las zonas que se encuentran cercanas al lago que tienen un clima frío húmedo.

#### 4.1.1. Temperatura

La estación SENAMHI (2011), en el municipio de Ancoraimes reporta una temperatura máxima de 15,7°C y una mínima de -4,2 °C, y con una temperatura promedio de 8,5 °C. Las temperaturas mínimas se presentan entre mayo a agosto en este periodo la temperatura crítica se presenta en el mes de julio que es aprovechado para la elaboración de productos deshidratados.

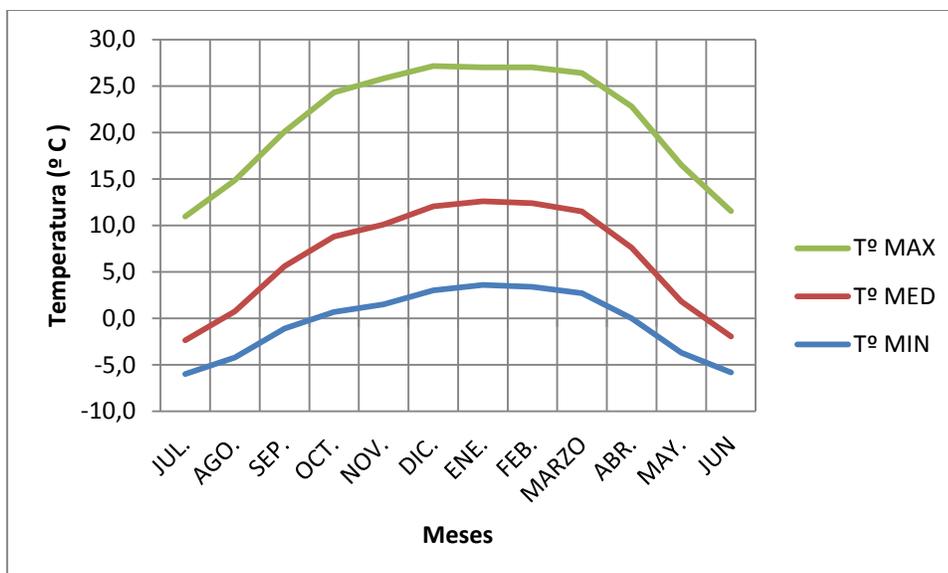
Se producen heladas gran parte del año con un promedio de 180 días con helada.

En general las heladas con mayor intensidad y crudeza se dan en los meses de mayo a agosto y con menor frecuencia, pero que perjudican en mayor grado a la producción agrícola, se da en enero y febrero ( Cuadro 1).

**Cuadro 1. Comportamiento térmico promedio de la zona de estudio.**

Tº	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR	ABR.	MAY.	JUN
Tº MIN	-6	-4,2	-1,1	0,7	1,5	3	3,6	3,4	2,7	0	-3,7	-5,8
Tº MAX	13,3	14,1	14,5	15,5	15,7	15,1	14,4	14,6	14,9	15,2	14,7	13,5
Tº MED	3,65	4,95	6,7	8,1	8,6	9,05	9	9	8,8	7,6	5,5	3,85

Fuente: SENAMHI (2011).



**Figura 1. Comportamiento térmico de la zona de estudio SENHAMMI (2011)**

#### 4.1.2. Precipitación

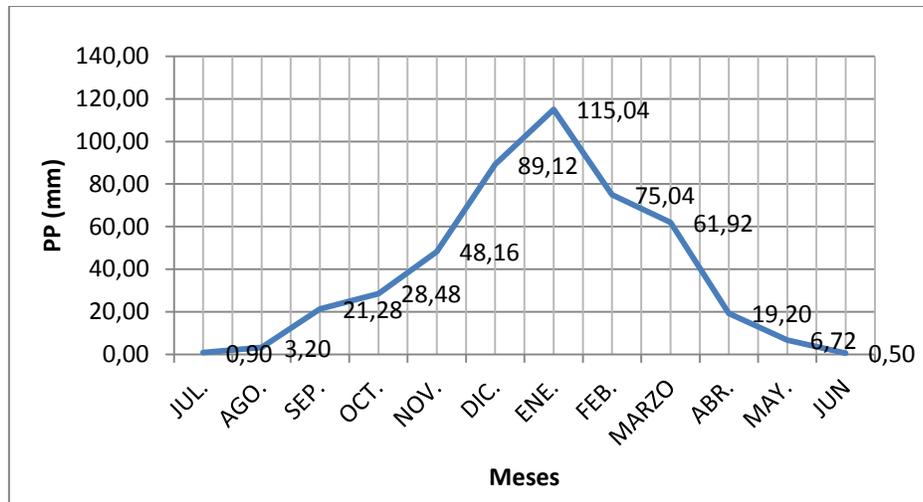
Las precipitaciones pluviales en esta región se presentan desde el mes de diciembre a marzo, con mayor intensidad en enero alcanzando los 115,04 mm en promedio. Las de menor intensidad se encuentran en los meses de junio a agosto, de 0,5 a 3,2 mm.

La precipitación anual en el área circunlacustre, donde se localizan las comunidades de estudio, de acuerdo al histórico es de 540,5 mm, mientras que hacia la zona Este disminuye hasta 450 mm. Las lluvias se dan con mayor frecuencia en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo (72% de la precipitación total (Cuadro 2)

**Cuadro 2. Comportamiento pluvial de la zona de estudio**

MESES	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR	ABR.	MAY.	JUN
PRECIPITACION PLUVIAL (mm)	0,90	3,2	21,28	28,48	48,16	89,12	115,04	75,04	61,92	19,2	6,72	0,5

Fuente: SENAMHI (2011).



**Figura 2. Comportamiento pluvial de la zona de estudio SENHAMMI ( 2011)**

#### **4.2. Caracterización fisiográfica de las unidades de paisaje**

La zona de estudio pertenece a la provincia fisiográfica Altiplano, sub unidad fisiográfica Altiplano Norte; gran paisaje Serranías y Pie de Monte. Las unidades de paisaje encontradas se observan principalmente zonas cómo: Valles Aluviales asentados entre Serranías, Pies de Monte, Laderas de Serranía y algunas Depresiones. A la vez se subdividen a nivel de subpaisaje en: Inundables, No inundables, Lecho de rio, Estrecho en Valles; Baja, Media, Superior, en Laderas de Serranía; Lagunas y Bofedales en Depresiones, etc.

El altiplano presenta una serie de llanuras con varias serranías y cerros aislados, por encontrarse en el medio de las cordilleras Occidental y Oriental, es deducido después de los estudios realizado por Montes de Oca en 1995. Recomendada por el INAB (Instituto Nacional de Bosques), (s/fecha), señala que para realizar estudios a semidetalle se deben realizar a escala dentro el rango 1:25 000 a 1:50 000, describiendo en la clasificación a nivel de subpaisaje, respaldando de esta manera al presente trabajo realizado; a la vez Elbersen et al (1986), mencionado por Jaramillo (2004), discutía este mismo tema, señalando que la unidad mínima de muestreo es un área aproximada 1.6 a 6.5 Ha, respaldando nuestros resultados obtenidos.

#### 4.2.1. Caracterización fisiográfica de la comunidad de Chinchaya

Basándose en el mapa base elaborada y las transecciones realizadas en campo, se identificó las unidades de terreno (cuadro 3):

**Cuadro 3. Unidades de paisaje y sub paisaje de la Comunidad de Chinchaya.**

PROVINCIA FISIAGRÁFICA	PAISAJE	SUB PAISAJE	SUPERFICIE (ha)	SUPERFICIE (%)
Altiplano	Valle Aluvial (VA)	VA Inundable	210,8	22,0
		VA No Inundable	489,6	51,2
	Pie de monte (PM)	Pie de monte	82,9	8,7
	Ladera de Serranía(LS)	LS Pendiente inferior	172,8	18,1

##### 4.2.1.1. Paisaje Valle Aluvial

El paisaje Valle Aluvial, representa el 73,2% de la superficie total de la comunidad Chinchaya (700.5 ha), presentando las siguientes características:

###### a) Subpaisaje Valle Aluvial Inundable

El subpaisaje Valle Aluvial Inundable, representa el 22,0%, de la superficie total de la comunidad Chinchaya, (210,8 ha), tiene forma casi plana, gradiente plana a casi plana (0,5 - 2%) y simple; lineal longitudinal cómo transversalmente, algo pobremente drenada, por presentar disección ligera, presencia de inundación ocasional (5 – 50 veces/100 años) de larga duración (7 a 30 días), encharcamiento raro (1 - 5 veces/100 años) de corta duración (2 - 7 días), nivel freático moderadamente profundo (50-100 cm), fragmento superficial muy pedregoso (0,1 - 3%), ausencia de a floración de rocas, (Figura 3).

La cobertura vegetal está conformada por gramíneas de estrato medio y bajo: Chilliwá (*Festuca dolichophylla*), Totorilla (*Scirpus rigidus*). K'arhua pasto (*Nasella pubiflora*), Ok'eOk'e (*Achemillo erodifolia*), Siqu'i (*Hipochaeris sterocephala*), Layu Layu (*Trifolium amabile*), Kariwa (*Senecio clivicolus*), Orko Chiji (*Pennisetum clandestinum*), K'achu Chiji (*Poa spicigera*), K'achu kea kea (*Achyrocline sp*), el área desnuda es inferior al 3% de la superficie.



**Figura 3. Subpaisaje Valle Aluvial Inundable de la comunidad de Chinchaya**

#### **b) Subpaisaje Valle Aluvial No Inundable**

El subpaisaje Valle aluvial No Inundable representa el 51.2% de la superficie total de la comunidad Chinchaya, (489.6 ha), tiene forma plana a casi plana, gradiente ligeramente inclinado (2 - 5%) y simple; lineal transversal como longitudinalmente, moderadamente bien drenada por presentar disección moderada, inundación de frecuencia muy rara (1 vez/100 - 500 años) de duración muy corta (4 - 48 horas), no existe encharcamiento, nivel freático profunda (mayor a 150 cm), fragmentos superficiales escombros (3 - 15 %), muy poca presencia de rocas (0 - 2 %) en la superficie ubicados a los bordes de los ríos, en ambos extremos del subpaisaje, (Figura 4).

La cobertura vegetal presente en esta unidad son las siguientes: Chilliwa (*Festuca dolichophylla*), Seq'uoya (*Stipa ichu*), Seq'uoya (*Jaraba ichu*), Th'ola (*Parastephia lepidophylla*), K'arhua pasto (*Nasella pubiflora*), el área desnuda es del 10% de la superficie aproximadamente.



**Figura 4. Subpaisaje Valle Aluvial No Inundable de la comunidad de Chinchaya**

#### **4.2.1.2. Paisaje Pie de Monte**

El paisaje Pie de Monte, ocupa una superficie correspondiente al 28,1 % de la superficie total de la comunidad Cohani (208,8 ha), con las siguientes características:

##### **a) Subpaisaje Pie de Monte**

La unidad de subpaisaje (Pie de Monte), representa el 8,7% de la superficie total de la comunidad Chinchaya (82,9 ha), representando el 100% del subpaisaje, tiene forma casi plana, con gradiente ligeramente inclinada (2 - 5%) y compleja; cóncava longitudinalmente, convexa transversalmente, moderadamente bien drenada, sin presencia de inundación, al igual que el encharcamiento, nivel freático profundo (mayor a 150 cm), fragmento superficial escombros (3 - 15%), mucha presencia de rocas (15 – 40%) en la superficie (Figura 5).

La cobertura vegetal presente en la unidad son las siguientes: Seq'uoya (*Stipa ichu*), Jaraba (*Jaraba ichu*), Th'ola (*Parastephia lepidophylla*), K'achu Chiji (*Poa spicigera*), Layu Layu (*Trifolium amabile*), K'arhua pasto (*Nasella pubiflora*), Kariwa (*Senecio clivicolus*) y el 30% de la superficie se encuentra desnuda.



**Figura 5. Subpaisaje Pie de Monte de la comunidad de Chinchaya**

#### **4.2.1.3. Paisaje Ladera de Serranía**

El paisaje Ladera de Serranía, ocupa una proporción de 18,1% de la superficie total de la comunidad (172,8 ha), con las siguientes características:

##### **a) Subpaisaje Ladera de Serranía Pendiente Inferior**

Esta unidad de subpaisaje Ladera de Serranía de Pendiente Inferior, representa el 18.1% de la superficie total de la comunidad Chinchaya (172,8 ha), tiene forma de pendiente, gradiente escarpado (30 - 60%) y compleja; irregular longitudinalmente, compleja transversalmente, algo excesivamente drenado, no presenta inundación, ni el encharcamiento, el nivel freático no se observada por la presencia de roca a escasa profundidad (20 cm), fragmentos superficiales extremadamente escombros, (mayor al 50 %), abundante presencia de rocas (40 - 80%) en la superficie (Figura 6).

La cobertura vegetal presente en la unidad son las siguientes: Seq'uoya (*Stipa ichu*), Seq'uoya (*Jaraba ichu*), Th'ola (*Parastephia lepidophylla*), Garbancillo (*Astragalus garbancillo*), Kanlla (Kaylla) (*Margiricarpus pinnatus*), la superficie desnuda alcanza el 43% del área.



**Figura 6. Subpaisaje Ladera de Serranía Pendiente Inferior de la comunidad de Chinchaya**

#### 4.2.2. Caracterización fisiográfica de la comunidad de Cohani

De acuerdo a la evaluación fisiográfica la comunidad Cohani, ocupa una superficie aproximada de 731,06 ha. En el cuadro 4 se presenta las unidades de paisaje caracterizadas en el estudio.

**Cuadro 4. Unidades de paisaje y sub paisaje de la Comunidad de Cohani**

PROVINCIA FISIAGRÁFICA	PAISAJE	SUB PAISAJE	SUPERFICIE (ha)	SUPERFICIE (%)
Altiplano	Pie de monte (PM)	PM Sección Baja	18,3	2,5
		PM Sección Media	88,8	11,9
		PM Sección Alta	101,8	13,7
	Depresiones(D)	Lagunas	16,1	2,2
		D semihumeda	60,5	8,1
	Ladera de Serranía(LS)	LS Pendiente Superior	202,8	27,2
	Complejo de Serranías (CS)	CS Baja	140,1	18,2
		CS Media	124,7	16,2

##### 4.2.2.1. Paisaje Pie de Monte

El paisaje Pie de Monte, ocupa una superficie correspondiente al 28,1 % de la superficie total de la comunidad Cohani (208,8 ha), con las siguientes características:

### **a) Subpaisaje Pie de Monte Sección Baja**

La unidad del subpaisaje Sección Baja del Pie de Monte, representa el 2,5% de la superficie total de la comunidad Cohani (18,3 ha), tiene forma recta y casi plana, gradiente ligeramente inclinada (2 - 5%) y compleja, lineal longitudinal como transversalmente, algo excesivamente drenado, la inundación no se presenta, cómo tampoco el encharcamiento, condición de humedad del suelo seca, nivel freático profundo (mayor a 150 cm), fragmentos superficiales escombros (3 - 15%), ausente rocas sobre la superficie (Figura 7).

La cobertura vegetal presente en la unidad son las siguientes: Seq'uoya (*Stipa ichu*), Th'ola (*Parastephia lepidophylla*), K'arhua pasto (*Nasella pubiflora*), Chilliwa (*Festuca dolichophylla*), Kanlla (Kaylla) (*Margiricarpus pinnatus*), K'achu Chiji (*Poa spicigera*), Koa (*Satureja boliviana*), presenta el 30 % de área sin vegetación.



**Figura 7. Subpaisaje Pie de Monte Sección Baja de la comunidad de Cohani**

### **b) Subpaisaje Pie de Monte Sección Media**

La unidad de subpaisaje Sección Media del Pie de Monte de la serranía, representa el 11.9 % de la superficie total de la comunidad Cohani (88.8 ha), tiene forma de pendiente, gradiente fuertemente inclinada (10 - 15%) y compleja, lineal longitudinalmente, irregular transversalmente, algo excesivamente drenada, la inundación no presenta frecuencia, como tampoco el encharcamiento, condición de

humedad del suelo fue seca, nivel freático profundo (mayor a 150 cm), con poca presencia de rocas (2 - 5%) sobre la superficie (Figura 8).

La cobertura vegetal presente en la unidad son las siguientes: Seq'uoya (*Stipa ichu*), Seq'uoya (*Jaraba ichu*), Th'ola (*Parastephia lepidophylla*), K'arhua pasto (*Nasella pubiflora*), Layu Layu (*Trifolium amabile*), Chilliwa (*Festuca dolichophylla*), Kanlla (Kaylla) (*Margiricarpus pinnatus*), Koa (*Satureja boliviana*), mantillo 3% y presenta área desnuda que representa el 28% de la superficie.



**Figura 8. Subpaisaje Pie de Monte Sección Media de la comunidad de Cohani**

### **c) Subpaisaje Pie de Monte Sección Superior**

La unidad de subpaisaje Sección Superior del Pie de Monte, representa el 13.7% de la superficie total de la comunidad Cohani (101.8 ha), tiene forma de pendiente, gradiente moderadamente escarpado (15 - 30%) y compleja, lineal longitudinalmente, irregular transversalmente, excesivamente drenado, la inundación y encharcamiento están ausente, condición de humedad del suelo seco, nivel freático profundo (mayor a 150 cm), fragmento superficial muy escombroso (15 - 50%), poca presencia de rocas (2 - 5%) sobre la superficie (Figura 9).

La cobertura vegetal presente en la unidad son las siguientes: Th'ola (*Parastephia lepidophylla*), K'arhua pasto (*Nasella pubiflora*), Wira Wira (*Gnaphalium poepigianum*), Kanlla (Kaylla) (*Margiricarpus pinnatus*), y el área desnuda representa el 37% de la superficie.



**Figura 9. Subpaisaje Pie de Monte Sección Superior de la comunidad de Cohani**

#### **4.2.2.2. Paisaje Depresión**

EL paisaje Depresión, ocupa una proporción del 10.3% de la superficie total de la comunidad (76.6 ha), sin contar las lagunas presentes, muestra las siguientes características:

##### **a) Subpaisaje Lagunas**

Representa el 2.2% de la superficie total de la comunidad, (16.1 ha), distribuida en ocho lagunas. La comunidad cuenta con tres lagunas principales, los cuales son proveedores de agua para riego e inclusive para consumo humano.

Las lagunas son casi naturales, solamente se apreció la construcción de diques con materiales locales y hormigón en la parte del desagüe para conducir el agua para diferentes usos (riego y consumo humano). Dos de ellos cuentan con infraestructura de concreto: una para el riego, elaboración de tunta y caya, que se encuentra en la parte baja, la otra para el consumo humano, la que se encuentra en la parte alta; todas estas son perennes y/o permanentes, un tercero cuenta con estructura rústica para el riego, elaboración de tunta y caya, también es permanente. Mientras que el resto no cuenta con ninguna estructura ya que son lagunas temporales y/o ocasionales (Figura 10).



**Figura 10. Lagunas de la comunidad de Cohani**

### **b) Subpaisaje Depresión Semihúmeda**

Esta unidad de subpaisaje Depresión Semihúmeda, representa el 8.1% de la superficie total de la comunidad de Cohani (60.5 ha), tiene forma de una depresión semihúmeda gradiente casi plano (0.5 - 2%) y simple, cóncava longitudinal y transversalmente, imperfectamente drenado, la inundación frecuente (+50 veces/100 años), duración muy larga (+30 días), el encharcamiento es frecuente (+50 veces/100 años), duración muy larga (+30 días), condición de humedad del suelo fue húmeda en gran parte de la unidad presentando protuberancias secas en pequeñas proporciones, nivel freático superficial (menor a 100 cm), fragmento superficial muy pedregoso (0.1 - 3%), ausencia de rocas sobre la superficie (Figura 11).

La cobertura vegetal presente en la unidad son las siguientes: Seq'uoya (*Stipa ichu*), Seq'uoya (*Jaraba ichu*), Th'ola (*Parastephia lepidophylla*), K'arhua pasto (*Nasella pubiflora*), Koa (*Satureja boliviana*), mantillo 6% y el área desnuda llega a ser el 35% de la superficie.



**Figura 11. Subpaisaje Depresión Semihúmeda de la comunidad de Cohani**

#### **4.2.2.3. Paisaje Ladera de Serranía**

El paisaje Ladera de Serranía, cuenta con una proporción del 27,2% de la superficie total de la comunidad (202,8 ha), con las siguientes características:

##### **a) Subpaisaje Ladera Superior**

El subpaisaje Ladera Superior, representa el 27,2 %, de la superficie total de la comunidad Cohani, (202,8 ha), tiene forma de pendiente rocosa, gradiente moderadamente escarpado (15 - 30%) y compleja, forma cóncava longitudinalmente, convexa transversalmente, algo excesiva drenado, no presenta inundación, tampoco encharcamiento, condición de humedad del suelo seco, nivel freático no observable, presenta un subsuelo rocoso superficial (20 cm), fragmento superficial escombroso (3 - 15%), mucha presencia de rocas (15 – 40%) sobre la superficie (Figura 12).

La cobertura vegetal presente en la unidad son las siguientes: Seq'uoya (*Stipa ichu*), Seq'uoya (*Jaraba ichu*), Chilliwa (*Festuca dolichophylla*), Pacu Pacu (*Aciachne pulvinata*), Yareta (*Pycnophyllum glomeratum*), Kea kea (*Achyrocline sp*), y el área desnuda alcanza el 56% de la superficie.



**Figura 12. Subpaisaje Ladera de Serranía de la comunidad de Cohani**

#### **4.2.2.4. Paisaje Complejo de Serranía**

El paisaje Complejo de Serranía, cuenta con una proporción del 34,4% de la superficie total de la comunidad (256,2 ha) con las siguientes características:

##### **a) Subpaisaje Complejo de Serranía Cuesta Baja**

El subpaisaje Complejo de Serranía Cuesta Baja, representa el 18.8% de la superficie total de la comunidad Cohani (140,1 ha), tiene forma de pendiente, gradiente escarpado (30 - 60%) y compleja, irregular longitudinal y transversalmente, bien drenado, la inundación no se presenta, tampoco el encharcamiento, condición de humedad del suelo seca nivel freático no observable, por tener un subsuelo rocoso, fragmento superficial muy escombroso (15 - 50%), mucha (15 – 40%) presencia de rocas sobre la superficie (Figura 13).

La cobertura vegetal presente en la unidad son las siguientes: Seq'uoya (*Stipa ichu*), Seq'uoya (*Jaraba ichu*), Sanu sanu (*Ephedra rupestres*), Kea kea (*Achyrocline sp*), K'arhua pasto (*Nasella pubiflora*), Chilliwa (*Festuca dolichophylla*), mantillo 1% y área desnuda 37% de la superficie.



**Figura 13. Subpaisaje Complejo de Serranía Cuesta Baja de la comunidad de Cohani**

#### **b) Subpaisaje Complejo de Serranía Cuesta Media**

El subpaisaje Complejo de Serranía Cuesta Media, representa el 16,2 %, de la superficie total de la comunidad Cohani (124,7 ha), tiene forma de pendiente rocosa, gradiente escarpado (30 - 60%) y compleja, convexa longitudinalmente, lineal transversalmente, algo excesivamente drenado, la inundación no esta presente, tampoco el encharcamiento, condición de humedad del suelo fue seco, nivel freático no observable, por presentar subsuelo rocoso, fragmento superficial muy escombroso (15 - 50%), abundante presencia de rocas (40 – 80%) sobre la superficie (Figura 14).

La cobertura vegetal presente en la unidad son las siguientes: Pacu Pacu (*Aciachne pulvinata*), Seq'uoya (*Stipa ichu*), Seq'uoya (*Jaraba ichu*), K'arhua pasto (*Nasella pubiflora*), mantillo 9% y el área desnuda alcanza hasta el 31% de la superficie.



**Figura 14. Subpaisaje Complejo de Serranía Cuesta Media de la comunidad de Cohani**

#### **4.2.3. Caracterización fisiográfica de la comunidad de Chojñapata**

De acuerdo a la evaluación fisiográfica la comunidad Chojñapata, esta ocupa una superficie total aproximada de 1.852,24 ha. Las unidades de paisaje se presentan en el cuadro 5:

**Cuadro 5. Unidades de paisaje y sub paisaje de la Comunidad de Chojñapata**

<b>PROVINCIA FISIAGRÁFICA</b>	<b>PAISAJE</b>	<b>SUB PAISAJE</b>	<b>SUPERFICIE (HA)</b>	<b>SUPERFICIE (%)</b>
Altiplano	Complejo Serranías(CS)	CS Cuesta Baja	101,8	5,5
		CS Cuesta Alta	57,4	3,1
	Ladeira de Serrania Ancoraimes (LSA)	LSA Pendiente Baja	118,5	6,4
		LSA Pendiente Media	581,6	31,4
		LSA Bofedal	177,8	9,6
	Ladeira de Serrania Chiñaja (LSC)	LSC Pendiente Baja	57,4	3,1
		LSC Pendiente Alta	744,6	40,2
		Lagunas	12,9	0,7

##### **4.2.3.1. Paisaje Complejo de Serranía**

El paisaje Complejo de Serranía, cuenta con una proporción del 8,6 % de la superficie total de la comunidad (159,3 ha) con las siguientes características:

### **a) Subpaisaje Complejo de Serranía Baja**

El subpaisaje Cuesta de Serranía Media, representa el 5,5 %, de la superficie total de la comunidad Chojñapata, (101,8 ha); tiene forma de pendiente, gradiente inclinado (5-10%) y compleja, cóncava longitudinal y transversalmente, moderadamente bien drenado, la inundación no se presenta, tampoco el encharcamiento, condición de humedad del suelo seca, nivel freático moderadamente profunda (80 - 100 cm), fragmento superficial muy pedregoso (0.1 -3 %) muy poca presencia de rocas sobre la superficie (0-2%) (Figura 15).

La cobertura vegetal presente en la unidad son las siguientes: K'allu K'allu (*Calamagrostis vicunarium*), Ok'e Ok'e (*Achemillo erodiifolia*), Wila Layu (*Gnaphalium sp*), Kea kea (*Achyrocline sp*), Siqu'i (*Hipochaeris sterocephala*), Chilliwa (*Festuca dolichophylla*) y el área desnuda alcanza el 33% de la superficie.



**Figura 15. Subpaisaje Complejo de Serranía Baja de la comunidad de Chojñapata**

### **b) Subpaisaje Complejo de Serranía Alta**

El subpaisaje Complejo de Serranía Alta, representa el 3,1%, de la superficie total de la comunidad Chojñapata, (57,4 ha), tiene forma de pendiente, gradiente fuertemente inclinado (10 - 15%) y compleja, cóncava longitudinalmente, lineal transversalmente, moderadamente bien drenada, sin presencia de inundación, de la misma manera el encharcamiento, condición de humedad del suelo fue seco, nivel freático profundo (mayor a 150 cm), fragmentos superficiales pedregoso de 3%, muy poca presencia

de rocas sobre la superficie (Figura 16).

La cobertura vegetal presente en la unidad es la siguiente siguientes: Chilliwa (*Festuca dolichophylla*), K'allu K'allu (*Calamagrostis vicunarium*), Ok'e Ok'e (*Achemillo erodiifolia*), K'arhua pasto (*Nasella pubiflora*), Seq'uoya (*Stipa ichu*), Kea kea (*Achyrocline sp*) y área sin vegetación es del 8% de la superficie.



**Figura 16. Subpaisaje Complejo de Serranía Alta de la comunidad de Chojñapata**

#### **4.2.3.2. Paisaje Ladera de serranía Ancoraimos**

El paisaje de Ladera de Serranía Ancoraimos, ocupa una proporción del 47.4% de la superficie total de la comunidad (877,9 ha), con las siguientes características:

##### **a) Subpaisaje Ladera de Serranía Ancoraimos Pendiente Baja**

El subpaisaje Pendiente Baja de la Ladera de Serranía Ancoraimos, representa el 6,4 %, de la superficie total de la comunidad Chojñapata, (118,5 ha), tiene forma de pendiente, gradiente moderadamente escarpado (15 - 30%), lineal longitudinalmente, convexa transversalmente, se encuentra en una posición de base de la pendiente (pie de Monte), bien drenado, sin presencia de erosión, como anegamiento, condición del agua en el suelo fue seco, nivel freático no apreciable por presentar subsuelo rocoso, presencia común (5 - 15%) de rocas en la superficie (Figura 17).

La cobertura vegetal presente en la unidad son las siguientes: Seq'uoya (*Stipa ichu*), K'allu K'allu (*Calamagrostis vicunarum*), Kanlla (Kaylla) (*Margiricarpus pinnatus*), Pacu Pacu (*Aciachne pulvinata*), mantillo 5% y el área desnuda alcanza al 20% de la superficie.



**Figura 17 . Subpaisaje Ladeara de Serranía Ancoraimos Pendiente Baja de la comunidad de Chojñapata**

#### **b) Subpaisaje Ladera de Serranía Ancoraimos Pendiente Media**

El subpaisaje Pendiente Media de la Ladera de Serranía Ancoraimos, representa el 31,4%, de la superficie total de la comunidad Chojñapata, (581,6 ha), tiene forma de pendiente, gradiente escarpado (30 - 60%) y compleja, forma cóncava longitudinal y transversalmente, imperfectamente drenado, con inundaciones frecuentes (50 veces/100 años), duraciones muy largas (mayor a 30 días), encharcamiento frecuentes (mayores a 50 días), corta duración, condición de agua en el suelo húmedo, nivel freática no observable por presentar subsuelo rocoso, fragmento superficial muy pedregoso (0.1 - 3%), muy poca presencia de rocas sobre la superficie 0 – 2% (Figura 18).

La cobertura vegetal presente en la unidad son las siguientes: Seq'uoya (*Stipa ichu*), K'arhua pasto (*Nasella pubiflora*), Ok'e Ok'e (*Achemillo erodiifolia*), Pacu Pacu (*Achiane pulvinata*), desnudo 7% de la superficie.



**Figura 18 . Subpaisaje Ladera de Serranía Ancoraimos Pendiente Media de la comunidad de Chojñapata**

**c) Subpaisaje Ladera de Serranía Ancoraimos Bofedal**

El subpaisaje Ladera de Serranía Ancoraimos Bofedal, representa el 9,6% de la superficie total de la comunidad Chojñapata (177, 8 ha), tiene forma cóncava, pendiente gradiente escarpado (30-60%) y complejo, convexa longitudinalmente, lineal transversalmente, moderadamente bien drenado, las inundaciones no se presentan, ni encharcamientos, condición de humedad es seca, nivel freático no observable por presentar profunda, fragmentos superficiales muy escombrosos (15 - 50%), mucha presencia de roca sobre la superficie del 15 – 40% (Figura 19).

La cobertura vegetal presente en la unidad son las siguientes: Pacu Pacu (*Aciachne pulvinata*), K'allu K'allu (*Calamagrostis vicunarium*), Kea kea (*Achyrocline sp*), Siqu'i (*Hipochaeris sterocephala*), Sanu sanu (*Ephedra rupestres*), K'achu Chiji (*Poa spicigera*), Orko Chiji (*Pennisetum clandestinum*), Mantillo 18%, el área desnuda alcanza al 5% de la superficie.



**Figura 19 . Subpaisaje Ladeara de Serrania Ancoraimes Bofedal de La comunidad de Chojñapata**

#### **4.2.3.3. Paisaje Ladera de serranía Chiñaja**

El paisaje Ladera de Serranía Chiñaja ocupa una proporción del 43,3 % de la superficie total de la comunidad (802,0 ha), con las siguientes características:

##### **a) Subpaisaje Ladera de Serranía Chiñaja Pendiente Baja**

El subpaisaje Sección Baja de Ladera de Serranía Chiñaja, representa el 3,1%, de la superficie total de la comunidad Chojñapata, (57, 4 ha), tiene forma pendiente alta, gradiente escarpado (30 - 60%) y complejo, convexa longitudinalmente, lineal transversalmente, moderadamente bien drenado, no se presentan inundaciones, ni encharcamientos, condición de humedad seca, nivel freático no apreciable por la presencia de subsuelo rocoso, fragmentos superficiales muy escombrosos (15 - 50%), mucha presencia de rocas sobre la superficie es del 15 - 40% (Figura 20).

La cobertura vegetal presente en la unidad son las siguientes: Seq'uoya (*Stipa ichu*), Seq'uoya (*Jaraba ichu*), K'allu K'allu (*Calamagrostis vicunarum*), Chilliwa (*Festuca dolichophylla*), Orko Chiji (*Pennisetum clandestinum*), K'achu Chiji (*Poa spicigera*), Yareta (*Pycnophyllum glomeratum*), Kea kea (*Achyrocline sp*), Garbancillo (*Astragalus garbancillo*), Th'ola (*Parastephia lepidophylla*) y el área desnuda alcanza al 23% de la superficie.



**Figura 20 . Subpaisaje Ladera de Serranía Chiñaja de la comunidad de Chojñapata  
Pendiente Bajo**

**b) Subpaisaje Ladera de Serranía Chiñaja Pendiente Alta**

El subpaisaje Sección media de Ladera de Serranía Chiñaja, representa el 40,2 %, de la superficie total de la comunidad (744,6 ha), tiene forma de pendiente alta, gradiente escarpado (30 - 60%) y complejo, convexa longitudinalmente, lineal transversalmente, moderadamente bien drenado, no presentan inundaciones ni encharcamientos, condición de humedad del suelo seca, nivel freático no observable por la presencia de un subsuelo rocoso, fragmentos superficiales muy escombroso (15 - 50%), abundante presencia de rocas sobre la superficie del 40 - 80% (Figura 21).

La cobertura vegetal presente son las siguientes: Pacu Pacu (*Aciachne pulvinata*), Orko Chiji (*Pennisetum clandestinum*), Siqu'i (*Hipochoeris sterocephala*), Sanu sanu (*Ephedra rupestres*), Kea kea (*Achyrocline sp*), Wila Layu (*Gnaphalium sp*), y área desnuda el 25% de la superficie.



**Figura 21 . Subpaisaje Ladera de Serranía Chiñaja Pendiente Alta de la comunidad de Chojñapata**

### **c) Subpaisaje Lagunas**

El subpaisaje Lagunas representa el 0,4% de la superficie total de la comunidad (7,7 ha). La comunidad presenta cuatro lagunas naturales, donde dos de ellas son de gran magnitud, prácticamente lagunas perennes, habitadas por aves y seres acuáticos, mientras que el resto es temporal, inclusive durante todo el año en función a la acumulación de agua (Figura 22). La comunidad cuenta con una laguna principal donde hay seres vivos en y dentro del mismo, tiene uso paisajístico, como el consumo de animales (bebedero), y otro solamente se encuentra sin ser tomada atención por la distancia, solo los camélidos usan esta fuente.



**Figura 22 . Lagunas de la comunidad de Chojñapata**

### 4.3. Descripción de los suelos de las comunidades de interés

#### 4.3.1. Descripción de los suelos de la Comunidad de Chinchaya

##### a) Subpaisaje Ladera de Serranía Pendiente Inferior

De acuerdo al análisis de la calicata (CHI-1) se encuentra en zona de ladera, pendiente de serranía, presentando poco desarrollo edáfico, se observa horizontes A1 y R (cuadro 6) figura 23, presenta textura franco, tiene una presencia del 50 % de grava.



Figura 23 . Perfil de la ladera de serranía inferior

**Cuadro 6. Propiedades físicas del subpaisaje Ladera de Serranía Pendiente Inferior**

Ho	Prof		Textura			% Grava	Color
	de	a	A	L	Y		
A1	0	20	25,6	35,8	38,6	Fraco	10 YR 3/4
R	20	+	-	-	-	-	-

Los suelos en la Ladera de Serranía Pendiente Inferior muestra bajo contenido de sales, lo cual es expresada por la conductividad eléctrica de extracto de saturación muy baja el sodio se encuentra en el rango aceptable, el contenido de nitrógeno se encuentra en un nivel bajo con 0,06 %, mientras que el contenido de carbono total es 0,53 %. Presenta pH ácido (5,98), la Capacidad de Intercambio Cationico (CIC), el calcio, y magnesio se encuentran en un rango aceptable; el fósforo tiene un contenido de 3,17 ppm el contenido de nitrógeno es de 0,06 % de nitrógeno total, mientras que 0,53 % es el contenido de carbono total (cuadro 7).

**Cuadro 7. Propiedades químicas del subpaisaje Ladera de Serranía Pendiente Inferior**

Ho	pH 1: 2,5 H2O	C.E. ( $\mu$ S/m)	P (ppm)	N. Total (%)	C.O. (%)
A1	5,98	111,10	3,17	0,06	0,53

## b) Subpaisaje Pie de Monte

Según la evaluación de la calicata (CHI-2), el subpaisaje Pie de Monte se encuentra en zona casi plana, al pie de la serranía, presenta poco desarrollo edáfico, con horizontes A1, A2 y C (figura 23) presenta textura franco arenoso en todo el perfil, la presencia de gravas es del 6% en la superficie y se incrementa hasta el 25% y reduciéndose hasta ser nulo en el horizonte inferior (cuadro 8).

**Cuadro 8. Propiedades físicas del subpaisaje Pie de Monte**

Ho	Prof		Textura				% Grava	Color
	de	a	A	L	Y	Clase Textural		
A1	0	11	19,8	42	38,2	Franco Arcilloso	6	7,5 YR 5/6
A2	11	60	24,8	40,8	34,4	Franco	25	7,5 YR 5/6
C	60	78	29,6	28,8	41,6	Franco Arenoso	0	7,5 YR 4/6



Figura 24. Perfil de Pie de Monte

El suelo en el sub paisaje pie de monte muestra bajo contenido de sales, lo cual es expresada por la conductividad eléctrica de extracto de saturación muy baja, el sodio se encuentra en proporciones aceptables Na menor a 0,26 meq/100g S. Presenta pH neutro 7,14; la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC); el magnesio y el fósforo se mantiene en nivel moderado, el potasio disminuye de nivel alto 6,29 ppm, mientras que el calcio se incrementa de nivel bajo a nivel moderado; el contenido de nitrógeno es muy baja de unos 0,07 %, mientras que 0,64 % es el contenido de carbono (cuadro 9).

**Cuadro 9. Propiedades químicas del subpaisaje Pie de Monte**

Ho	pH 1: 2,5 H2O	C.E. ( $\mu$ S/m)	TBI (meq/100g)				P (ppm)	N. Total (%)	C.O. (%)
			K	Ca	Mg	Na			
A1	7,14	44,63	0,08	4,47	1,61	0,10	6,29	0,07	0,64
A2	7,09	26,97	-	-	-	-	-	-	-
C	7,25	34,93	-	-	-	-	-	-	-

### c) Subpaisaje Valle Aluvial no Inundable

De acuerdo a la calicata (CHI – 3) se encuentra en zona casi plana, no inundable, de acuerdo al estudio de perfiles realizado se constató poco desarrollo edáfico, presentan horizontes A1, A2 y C , detalles descritas en el cuadro 10 y representado en la figura 25, muestra textura arcilloso en la superficie, la arena se incrementa con la profundidad, mientras que el limo disminuye y la arcilla se mantiene con pequeñas variaciones (arcillo-arenoso), la presencia de gravas se incrementa conforme aumenta la profundidad (del 2% hasta un 60%).

**Cuadro 10. Propiedades físicas del subpaisaje Valle Aluvial no Inundable**

Ho	Prof		Textura				% Grava	Color
	de	a	A	L	Y	Clase Textural		
A1	0	5	23,8	27,6	48,6	Franco	2	7,5 YR 5/3
A2	5	24	28,8	54	17,2	Franco Arcilloso	5	10 YR 5/2
C	24	+	19,8	8,8	71,4	Arenoso	35	10 YR 6/4



**Figura 25. Perfil del Valle Aluvial no Inundable**

Por otra parte el valle no inundable muestra un bajo contenido de sales, expresada por la conductividad eléctrica de extracto de saturación muy baja, el sodio se mantiene en valores aceptables (menor a 1,52 meq/100g S). Presenta un pH neutro de 7,02, que se incrementa el valor con la profundidad; la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC); al igual que el calcio y magnesio se mantienen en nivel moderado, el potasio se reduce de nivel alta a moderada; el fósforo tiene un valor 10,81 ppm, el contenido de nitrógeno tiene un valor muy bajo de 0,06 % mientras que se tiene un 0,67 % de contenido de carbono total (cuadro 11).

**Cuadro 11. Propiedades químicas del subpaisaje Valle Aluvial no Inundable**

Ho	pH 1: 2,5 H2O	C.E. ( $\mu$ S/m)	TBI (meq/100g)				P (ppm)	N. Total (%)	C.O. (%)
			K	Ca	Mg	Na			
A1	7,02	17,50	0,31	4,67	1,84	0,06	10,81	0,06	0,67
A2	6,91	32,80	-	-	-	-	-	-	-
C	7,09	15,50	-	-	-	-	-	-	-

#### d) Subpaisaje Valle Aluvial Inundable

De acuerdo a las calicatas (CHI - 4), (CHI - 5), se encuentra en zonas casi planas, inundables, artificialmente drenada; de acuerdo al estudio realizado en los perfiles presenta suelo con moderado desarrollo edáfico, presentando horizontes A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, C detalles descritos en el cuadro 12 y la representación se muestra en la figura 26 muestra textura franco arcillosas ya que existe una disminución de arena con el incremento de la profundidad, mientras que el limo se acumula en el horizonte intermedio, la presencia de grava es nula, incrementándose en los horizontes inferiores. A una profundidad de 75 a 100 cm se observa el nivel freático que fluctúa en función a la época, elevándose en época lluviosa; diferenciada claramente por la presencia de moteados de manera prominente de color naranja, gris; resultado de los procesos de óxido reducción de hierro y presencia, ausencia de oxígeno.



Figura 26 . Perfil del Valle Aluvial Inundable

**Cuadro 12. Propiedades físicas del subpaisaje Valle Aluvial Inundable**

Ho	Prof		Textura			% Grava	Color	
	de	a	A	L	Y			Clase Textural
A1	0	15	35,8	46,6	17,6	Franco	0	10 YR 4/4
A2	15	60	23,8	29,8	46,4	Franco arcillo limoso	0	10 YR 7/4
C	60	+	34,8	44,6	20,6	Franco Arenoso	75	10 YR 7/3

Según el cuadro 13 se evidencia un bajo contenido de sales, lo cual es expresada por la conductividad eléctrica de extracto de saturación muy baja de la misma manera el sodio no tiene relevancia (menor a 0,2 meq/100g S). Presenta un pH poco alcalino de 8,30 y baja hasta 7,30 conforme aumenta la profundidad, la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y el magnesio se mantienen en nivel moderado; el calcio disminuye de nivel alto a moderado, el potasio disminuye de nivel moderado a bajo; el fósforo se mantiene en nivel bajo 1,06 ppm; el contenido de nitrógeno es de 0,2, mientras que el porcentaje de carbono es de 1,55 % un valor moderado.

**Cuadro 13. Propiedades químicas del subpaisaje Valle Aluvial Inundable**

Ho	pH 1: 2,5 H2O	C.E. ( $\mu$ S/m)	TBI (meq/100g)				P (ppm)	N. Total (%)	C.O. (%)
			K	Ca	Mg	Na			
AB	5,98	39,27	0,65	8,24	4,56	0,27	1,06	0,2	1,55
C	6,02	26,93	-	-	-	-	-	-	-

#### 4.3.2. Descripción de los suelos de la Comunidad de Cohani

##### a) Subpaisaje Pie de Monte Sección Baja

De acuerdo a la calicata (COH -1), (COH - 3), (COH - 4), (COH - 5), se encuentra en zona de pendiente inferior, presenta poco desarrollo edáfico, se observa horizontes A1, C1y C2 detallado en el cuadro 14 y figura 27, presenta textura franco, la presencia de gravas es del 30% incrementándose en el horizonte intermedio y disminuyendo posteriormente.

**Cuadro 14. Propiedades físicas del subpaisaje Pie de Monte Sección Baja**

Ho	Prof		Textura				% Grava	Color
	de	a	A	L	Y	Clase Textural		
A1	0	15	26,8	32	41,2	Franco Arcilloso	30	10 YR 4/4
BC	15	+	38,8	27	34,2	Franco	50	10 YR 5/6

Los suelos presentan un bajo contenido de sales, lo cuál es expresada por la



Figura 27 . Perfil de Pie de Monte Sección Baja

conductividad eléctrica en el extracto de saturación es muy baja el sodio se encuentra en el rango aceptable (menor a 0.52 meq/100 g S). Presenta pH ligeramente ácido (5,66 a 6,00); la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) disminuye de nivel alto a moderado; el calcio de nivel moderado a baja, el magnesio se mantiene en nivel moderado, mientras que el potasio fluctúa en el nivel alto a moderado; el fósforo se mantiene en el nivel alto con 6,75 ppm, el contenido de nitrógeno es de 0,13 % mientras que el carbono total tiene un valor de 1,8 % en esta unidad de paisaje (cuadro 15).

**Cuadro 15. Propiedades químicas del subpaisaje Pie de Monte Sección Baja**

Ho	pH 1: 2,5 H2O	C.E. ( $\mu$ S/m)	TBI (meq/100g)				P (ppm)	N. Total (%)	C.O. (%)
			K	Ca	Mg	Na			
AB	5,98	39,27	0,06	4,28	2,29	0,10	6,75	0,13	1,8
C	6,02	26,93	-	-	-	-	-	-	-

**b) Subpaisaje Pie de Monte Sección Media**

de acuerdo a la evaluación de las calicatas (COH – 2), (COH -7), se encuentra en zonas de pendiente, presenta moderado desarrollo edáfico, se observa horizontes A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> y C detallado en el cuadro 16 y representado en la figura 28, presenta textura franco arcillo-limoso, disminuyen escasamente el limo y la arcilla con la profundidad, la presencia de gravas es 15%, proporción que se incrementa con la profundidad (35%).

**Cuadro 16. Propiedades físicas del subpaisaje Pie de Monte Sección Media**

Ho	Prof		Textura				% Grava	Color
	de	a	A	L	Y	Clase Textural		
A1	0	10	23,6	33	43,4	Franco	15	10 YR 5/3
A2	10	44	26,8	28	45,2	Franco arcillo arenoso	25	10 YR 4/4
C	44	+	35,8	31,8	32,4	Franco arenoso	35	10 YR 6/4



**Figura 28. Perfil de Pie de Monte Sección Media**

Los suelos reportan un bajo contenido de sales, expresada por la conductividad eléctrica de extracto de saturación muy baja el sodio se encuentra dentro del rango aceptable (menor a 0,52 meq/100 g S). Presenta un pH ácido a neutro (5,8 a 7,2); la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) se mantiene en nivel moderado; de la misma manera el magnesio y el fósforo en nivel moderado con un contenido de 3,75 ppm, el calcio se mantiene en nivel bajo, mientras que el potasio disminuye de nivel alto a moderado, el contenido de nitrógeno es de 0,13 % mientras que el carbono total tiene un valor de 1,51 % en esta unidad de paisaje(cuadro 17).

**Cuadro 17. Propiedades químicas del subpaisaje Pie de Monte Sección Media**

Ho	pH 1: 2,5 H2O	C.E. ( $\mu$ S/m)	P (ppm)	N. Total (%)	C.O. (%)
A1	6,00	23,83	3,75	0,13	1,51
A2	5,78	17,60		-	-
C	5,65	23,20		-	-

**c) Subpaisaje Pie de Monte Sección Superior**

El suelo del Subpaisaje Pie de Monte Sección Superior, de acuerdo a la evaluación de las calicatas (COH - 6) y (COH - 10), se encuentra en zonas de pendiente, presenta poco desarrollo edáfico, se observa horizontes A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> y C, (cuadro 18), figura 29, presenta textura franco, incrementándose la arcilla con la profundidad la presencia de gravas es del 10%, con un incremento respecto a la profundidad.

**Cuadro 18. Propiedades físicas del subpaisaje Pie de Monte Sección Superior**

Ho	Prof		Textura				% Grava	Color
	de	a	A	L	Y	Clase Textural		
A1	0	25	24,8	38	37,2	Franco arcilloso	10	10 YR 5/6
A2	25	35	24,8	30	45,2	Franco	25	10 YR 6/3
C	35	+	30,8	37	32,2	Franco arcilloso	35	10 YR 6/4



**Figura 29. Perfil de Pie de Monte Sección Alta**

Los suelos tienen un bajo contenido de sales, lo cual es expresada por la conductividad eléctrica de extracto de saturación muy baja, el sodio se encuentra dentro del rango aceptable (menor a 0,52 meq/100 g S). Presenta un pH neutro (7,4 a 7,6); la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) se mantiene en nivel moderado; al igual que el magnesio en nivel moderado, el calcio disminuye de nivel moderado a baja, el potasio de igual manera disminuye de nivel alto a moderado; también el fósforo disminuye de nivel alto a moderado de 5,40 ppm, el contenido de nitrógeno es de 0,08 % mientras que el carbono total tiene un valor de 0,67 % en esta unidad de paisaje(cuadro 19).

**Cuadro 19. Propiedades químicas del subpaisaje Pie de Monte Sección Superior**

Ho	pH 1: 2,5 H2O	C.E. ( $\mu$ S/m)	TBI (meq/100g)				P (ppm)	N. Total (%)	C.O. (%)
			K	Ca	Mg	Na			
A1	6,80	32,23	0,24	7,67	2,29	1,26	5,40	0,08	1,16
A2	6,88	12,97	-	-	-	-	-	-	-
C	6,84	13,63	-	-	-	-	-	-	-

#### d) Subpaisaje Depresión Semihúmeda

El suelo del Subpaisaje Depresión Semihúmeda, de acuerdo a la evaluación de la calicata (COH -11) se encuentra en zonas cóncavas, inundables, artificialmente drenada, presenta poco desarrollo edáfico, se muestra horizontes, A1, A2, C con presencia de agua a esta profundidad, detallado en el cuadro 20 y representado en la figura 30, presencia textura arcillo - limoso, con la disminución de arena y el incremento lento de limo y arcilla (franco limoso y franco arcillo-limoso), con el incremento de la profundidad, la presencia de grava es nula a casi nula.

**Cuadro 20. Propiedades físicas del subpaisaje Depresión Semihúmeda**

Ho	Prof		Textura				% Grava	Color
	de	a	A	L	Y	Clase Textural		
A1	0	20	22,8	23	54,2	Franco	0	6 YR 3/4
A2	20	30	30,8	26	43,2	Franco	5	6 YR 2/3
C	30	+	26,8	25	48,2	Franco arcilloso	0	10 YR 6/4



**Figura 30. Perfil de Depresión Semihúmeda**

Los suelos presentan un bajo contenido de sales, lo cual es expresada por la conductividad eléctrica de extracto de saturación muy baja, el sodio se encuentra en niveles aceptables (menor a 0,6 meq/100 g S). Presenta un pH muy ácido (4,4 a 5,2); la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) disminuye de nivel alto a moderado; el magnesio y calcio se mantiene en nivel moderado, mientras que el potasio se mantiene en nivel alto; el fósforo tiene un valor de 2,21 ppm, el contenido de nitrógeno es de 0,14 % mientras que el carbono total tiene un valor de 1,78 % en esta unidad de paisaje (cuadro 21).

**Cuadro 21. Propiedades químicas del subpaisaje Depresión Semihúmeda**

Ho	pH 1: 2,5 H2O	C.E. ( $\mu$ S/m)	P (ppm)	N. Total (%)	C.O. (%)
A1	6,13	11,33	2,21	0,14	1,78
A2	5,98	21,30	-	-	-
C	5,96	39,20	-	-	-

**e) Subpaisaje Ladera de Serranía superior**

El suelo del Subpaisaje Ladera de Serranía superior, de acuerdo a la evaluación de la calicata (COH - 9), se encuentra en zonas de pendiente, presenta poco desarrollo edáfico, se muestra horizontes A, C y R detallado en el cuadro 22 representado en la figura 31, presenta textura franco arenoso, ya que se incrementa el contenido de arena y arcilla, disminuyendo el limo (franco arcilloso-arenoso); la presencia de gravas es del 10%, incrementándose al 100%, conforme se incrementa la profundidad.

**Cuadro 22. Propiedades físicas del subpaisaje Ladera de Serranía superior**

Ho	Prof		Textura				Clase Textural	% Grava	Color
	de	a	A	L	Y				
A	0	20	27,8	38	34,2	Arcilloso	35	10 YR 3/4	
C	20	30	26,8	40	33,2	Franco arcilloso	50	10 YR 5/2	
R	30	+	-	-	-	-	-	-	



**Figura 31. Perfil de Subpaisaje Ladera de Serranía superior**

Según el análisis que se observa en el cuadro 23 indica un bajo contenido de sales, lo cual es expresada por la conductividad eléctrica de extracto de saturación muy baja a inapreciable, el sodio se mantiene en niveles aceptables (Na menor a 0,52 meq/100 g S). Presenta pH levemente ácido (6,68); la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) se mantiene en nivel alto; el potasio, calcio y magnesio de la misma manera en nivel moderado; el fósforo tiene un valor de 4,78 ppm, el contenido de nitrógeno es de 0,14 % mientras que el carbono total tiene un valor de 1,34 % en esta unidad de paisaje.

**Cuadro 23. Propiedades químicas del subpaisaje Ladera de Serranía superior**

Ho	pH 1: 2,5 H2O	C.E. ( $\mu$ S/m)	TBI (meq/100g)				P (ppm)	N. Total (%)	C.O. (%)
			K	Ca	Mg	Na			
A	6,82	53,17	0,65	7,79	3,14	0,14	4,78	0,14	1,34
C	6,96	21,63	-	-	-	-	-	-	-

**f) Subpaisaje Complejo de Serranía Cuesta Media**

El suelo del Subpaisaje Complejo de Serranía Cuesta Media de acuerdo a la evaluación de la calicata (COH – 8), se encuentra en zonas de pendiente de cuesta, presenta poco desarrollo edáfico, muestra horizontes A1, A2, C, detallado en el cuadro 24 mostrado en la figura 32 presenta textura franco, la presencia de gravas es del 25% conforme se incrementa la profundidad.

**Cuadro 24. Propiedades físicas del subpaisaje Complejo de Serranía Cuesta Media**

Ho	Prof		Textura				% Grava	Color
	de	a	A	L	Y	Clase Textural		
A1	0	12	42,8	36	21,2	Franco renoso Franco arcillo	35	10 YR 4/4
A2	12	30	30,8	24	45,2	arenoso	50	10 YR 5/6
C	30	+	31,8	43	25,2	Arcilloso	-	10 YR 5/4



**Figura 32. Perfil de Subpaisaje Complejo de Serranía Cuesta Media**

Según el cuadro 25 se observa bajo contenido de sales, lo cual es expresada por la conductividad eléctrica de extracto de saturación es considerada muy baja, el sodio se encuentra en nivel aceptable (menor a 0,12 meq/100 g S). Presenta pH extremadamente ácido (4,1); la Capacidad de Intercambio Catiónico se mantiene en nivel moderado; el calcio, magnesio y potasio se encuentra en nivel bajo; con un contenido de fósforo de 2,50 ppm, el contenido de nitrógeno es de 0,17 % mientras que el carbono total tiene un valor de 1,80% en esta unidad de paisaje.

**Cuadro 25. Propiedades químicas del subpaisaje Complejo de Serranía Cuesta Media**

Ho	pH 1: 2,5 H2O	C.E. ( $\mu$ S/m)	P (ppm)	N. Total (%)	C.O. (%)
A1	6,52	305,67	2,50	0,17	1,80
A2	7,08	57,30		-	-
C	7,05	54,07		-	-

#### 4.3.3. Descripción de los suelos de la Comunidad de Chojñapata

##### a) Subpaisaje Ladera de Serranía Chiñaja Pendiente Baja

El Subpaisaje Ladera de Serranía Chiñaja Pendiente Baja de acuerdo a la evaluación de la calicata (CHO – 1) se encuentra en zonas cóncavas, inundables, naturalmente drenada, presenta poco desarrollo edáfico, más bien es suelo transportado, se observa horizontes A, A2 y A3, detallado en el cuadro 26 y representado en la figura 33 tiene textura franco arenoso, presencia nula de gravas.

**Cuadro 26. Propiedades físicas del subpaisaje Ladera de Serranía Chiñaja Pendiente Baja**

Ho	Prof		Textura				% Grava	Color
	de	a	A	L	Y	Clase Textural		
A1	0	30	19,8	26,6	53,6	Franco arcillo arenoso	0	7,5 YR 3/3
A2	30	60	26,8	27,8	45,4	Franco arcilloso	0	10 YR 4/2
A3	60	+	30,8	27,8	41,4	Franco arcillo arenoso	0	10 YR 3/3



**Figura 33. Perfil de Subpaisaje de Serranía Chiñaja Pendiente Baja**

Se cuenta con un bajo contenido de sales, lo cual es expresada por la conductividad eléctrica de extracto de saturación muy baja, el sodio se encuentra en el rango aceptable (menor a 0,5 meq/100 g S). Presenta pH extremadamente ácido (5,58), la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), se mantiene en nivel moderada; el potasio se incrementa de nivel bajo a alto, el calcio y magnesio se incrementan de nivel baja a moderada; el fósforo nivel alto de 21,27 ppm, el contenido de nitrógeno es de 1,24 % mientras que el carbono total tiene un valor de 20,60 % en esta unidad de paisaje como se muestra en (cuadro 27).

**Cuadro 27. Propiedades químicas del subpaisaje Serranía Chiñaja Pendiente Baja**

Ho	pH 1: 2,5 H2O	C.E. ( $\mu$ S/m)	TBI (meq/100g)				P (ppm)	N. Total (%)	C.O. (%)
			K	Ca	Mg	Na			
A1	5,58	636,67	3,21	16,67	7,67	0,93	21,27	1,24	20,60
A2H	5,89	109,77	-	-	-	-	-	-	-
A3	5,97	56,20	-	-	-	-	-	-	-

**b) Subpaisaje Complejo de Serranía Baja**

Los suelos del Subpaisaje Complejo de Serranía Baja de acuerdo a la evaluación de la calicata (CHO - 5) se encuentra en zonas complejas de Serranía, presenta moderado desarrollo edáfico, se observa horizontes A1, A2, y C detallado en el cuadro 28 y representado en la figura 34 tiene textura fina, por la disminución de arena y el incremento de arcilla, (franco arcilloso y limoso), la presencia de gravas es del 1%, que se incrementa hasta el 80% en el segundo horizonte y finalmente desaparece en los horizontes inferiores.

**Cuadro 28. Propiedades físicas del subpaisaje Complejo de Serranía Baja**

Ho	Prof		Textura				% Grava	Color
	de	a	A	L	Y	Clase Textural		
A1	0	25	24,8	44,2	31	Franco	0	10 YR 4/3
A2	25	40	31,8	51	17,2	Franco arenoso	20	10 YR 5/3
C	40	+	45,8	53	1,2	Franco arcillo arenoso	0	10 YR 5/2



**Figura 34. Perfil de Complejo de Serranía Baja**

Los suelos del Complejo de Serranía Baja presentan un bajo contenido de sales, lo cual es expresada por la conductividad eléctrica de extracto de saturación muy baja el sodio se mantiene en el rango aceptable (menor a 0,17 meq/100 g S). Presenta pH neutro (7,39), la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) se incrementa de nivel moderada a alta; el calcio y potasio se reduce de nivel moderado a bajo, mientras que el magnesio se mantiene en el nivel moderado; el fósforo tiene un valor de 0,45 ppm, el contenido de nitrógeno es de 0,20 % mientras que el carbono total tiene un valor de 2,59 % en esta unidad de paisaje (cuadro 29).

## Cuadro 29. Propiedades químicas del subpaisaje Complejo de Serranía Baja

Ho	pH 1: 2,5 H2O	C.E. ( $\mu$ S/m)	P (ppm)	N. Total (%)	C.O. (%)
A1	7,39	207,00	0,45	0,20	2,59
A2	7,58	103,50	-	-	-
C	7,54	101,07	-	-	-

### c) Subpaisaje Complejo de Serranía Alta

El suelo del Subpaisaje Complejo de Serranía Alta, de acuerdo a la evaluación de la calicata (CHO – 2), se encuentra en zonas complejas de serranías, presenta bajo desarrollo edáfico, se observa horizontes A1, A2, C, (cuadro 30) y esta representado en la figura 35 tiene textura arcillosa, disminuyendo la cantidad de arena, el incremento de limo y el mantenimiento de arcilla (franco arcillo-limoso), la presencia de gravas es del 2% incrementando hasta el 25% en el intermedio, para disminuir hasta el 1% en los horizontes inferiores.

## Cuadro 30. Propiedades físicas del subpaisaje Complejo de Serranía Alta

Ho	Prof		Textura				% Grava	Color
	de	a	A	L	Y	Clase Textural		
A1	0	14	19,6	39,8	40,6	Franco	2	10 YR 5/6
A2	14	34	18,8	41,8	39,4	Franco	25	10 YR 7/4
C	34	+	43,8	38,8	17,4	Franco arcilloso	1	10 YR 7/4



Figura 35. Perfil de Complejo de Serranía Alta

Los suelos presentan un bajo contenido de sales lo cual es expresada por la conductividad eléctrica de extracto de saturación muy baja, el sodio está en el rango aceptable (menor a 0,22 meq/100 g S). Presenta pH ácido (5,38); la Capacidad de Intercambio Catiónico disminuye de nivel alto a moderada; el calcio y magnesio se encuentra en nivel moderado, mientras que el potasio disminuye de nivel alto a moderada; el fósforo tiene un valor de 5,28 ppm, el contenido de nitrógeno es de 0,30 % mientras que el carbono total tiene un valor de 4,49 % en esta unidad de paisaje (cuadro 31).

**Cuadro 31. Propiedades químicas del subpaisaje Complejo de Serranía Alta**

Ho	pH 1: 2,5 H2O	C.E. ( $\mu$ S/m)	P (ppm)	N. Total (%)	C.O. (%)
A1	5,38	41,87	5,28	0,30	4,94
A2	5,47	43,60		-	-
C	5,46	14,30		-	-

**d) Subpaisaje Ladera de Serranía Ancoraimes Pendiente Baja**

El suelo del Subpaisaje Ladera de Serranía Ancoraimes Pendiente Baja, de acuerdo a la evaluación de la calicata (CHO - 3), se encuentra en zonas de ladera de serranía, presenta poco desarrollo edáfico, se observa horizontes A1, A2, C, (cuadro 32) y figura 36, tiene textura franco arcilloso, por la fluctuación de arena y arcilla (franco arcillo-arenoso) y la presencia de gravas es casi nula.

**Cuadro 32. Propiedades físicas del subpaisaje Ladera de Serranía Ancoraimes Pendiente Baja**

Ho	Prof		Textura				% Grava	Color
	de	a	A	L	Y	Clase Textural		
A1	0	15	21,8	37,8	40,4	Franco	0	10 YR 3/3
A2	15	43	27,6	36,8	35,6	Franco	0	10 YR 2/2
C	43	+	49,8	39	11,2	Arcillo limoso	0	10 YR 7/4



**Figura 36. Perfil de Ladera de Serranía Ancoraimes Pendiente Baja**

Se observa bajo contenido de sales, lo cual es expresada por la conductividad eléctrica de extracto de saturación muy baja el sodio se encuentra dentro del rango aceptable (menor a 0,22 meq/100 g S). Presenta pH ácido (6,32); la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), fluctúa de nivel alta y moderada; el magnesio y calcio se mantienen en niveles bajos, mientras que el potasio disminuye lentamente de nivel alto hasta nivel bajo; el fósforo se incrementa de nivel moderado hacia nivel alto con 2,66 ppm el contenido de nitrógeno es de 0,23 % mientras que el carbono total tiene un valor de 3,28 % en esta unidad de paisaje(cuadro 33).

**Cuadro 33. Propiedades químicas del subpaisaje Ladera de Serranía Ancoraimes Pendiente Baja**

Ho	pH 1: 2,5 H2O	C.E. ( $\mu$ S/m)	TBI (meq/100g)				P (ppm)	N. Total (%)	C.O. (%)
			K	Ca	Mg	Na			
A1	6,16	33,93	0,34	6,13	2,12	0,09	2,66	0,23	3,28
A2	5,89	36,57	-	-	-	-	-	-	-
C	6,32	38,43	-	-	-	-	-	-	-

**e) Subpaisaje Ladera de Serranía Ancoraimes Pendiente Media**

El suelo del Subpaisaje Ladera de Serranía Ancoraimes Pendiente Media de acuerdo a la evaluación de la calicata (CHO – 6), se encuentran en zonas de ladera en serranía, presenta poco desarrollo edáfico, e observa horizontes A1, A2 y C , (cuadro 34) y figura 37, tiene textura franco arenoso, se incrementa la arcilla con la profundidad (franco arcillo limosa), la presencia de gravas es del 11% con leve disminución para volver a incrementarse, todo esto con la profundidad del suelo.

**Cuadro 34. Propiedades físicas del subpaisaje Ladera de Serranía Ancoraimes Pendiente Media**

Ho	Prof		Textura				% Grava	Color
	de	a	A	L	Y	Clase Textural		
A1	0	10	58,8	38	3,2	Franco	11	10 YR 3/3
A2	10	30	44,8	54	1,2	Franco arcillo limoso	5	10 YR 4/3
C	30	+	55,8	44	0,2	Arcillo limoso	30	10 YR 6/4



**Figura 37. Perfil de Ladera de Serranía Ancoraimes Pendiente Media**

La ladera de serranía pendiente media presenta un bajo contenido de sales, lo cual es expresada por la conductividad eléctrica de extracto de saturación muy baja, el sodio se mantiene dentro el nivel aceptable (menor a 0.52 meq/100g S). Presenta pH ácido (5,54), la Capacidad de Intercambio Catiónico se incrementa de nivel moderado; el potasio se mantiene en nivel alto, el magnesio disminuyen de nivel moderado a bajo, mientas que el calcio disminuye de nivel alto a moderado; el fósforo disminuye de nivel

moderado de 1,82 ppm, el contenido de nitrógeno es de 0,09 % mientras que el carbono total tiene un valor de 3,55 % en esta unidad de paisaje (cuadro 35).

**Cuadro 35. Propiedades químicas del subpaisaje Ladera de Serranía Ancoraimes Pendiente Media**

Ho	pH 1: 2,5 H2O	C.E. ( $\mu$ S/m)	TBI (meq/100g)				P (ppm)	N. Total (%)	C.O. (%)
			K	Ca	Mg	Na			
A1	5,24	121,90	0,24	2,30	3,97	0,11	1,82	0,09	3,55
A2	5,16	133,13	-	-	-	-	-	-	-
C	5,02	104,03	-	-	-	-	-	-	-

**f) Subpaisaje Ladera de Serranía Ancoraimes Pendiente Superior**

Los suelos del Subpaisaje Ladera de Serranía Ancoraimes Pendiente Superior, de acuerdo a la evaluación de la calicata (CHO - 4), se encuentra en zonas de pendiente de serranía, presenta moderado desarrollo edáfico, se observa los horizontes A1, A2 y C, (cuadro 36) y figura 38 con una textura franco arenoso, la presencia de gravas es del 40% incrementándose hasta 50%, conforme se incrementa la profundidad del suelo.

**Cuadro 36. Propiedades físicas del subpaisaje Ladera de Serranía Ancoraimes Pendiente Superior**

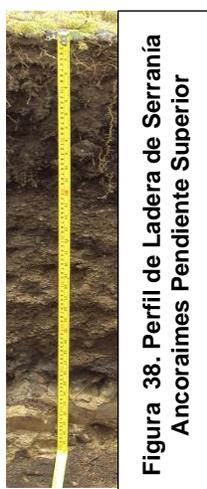


Figura 38. Perfil de Ladera de Serranía Ancoraimes Pendiente Superior

Ho	Prof		Textura				% Grava	Color
	de	a	A	L	Y	Clase Textural		
A1	0	15	19,8	32	48,2	Franco	11	10 YR 3/3
A2	15	35	17,8	24,8	57,4	Franco	5	10 YR 3/4
C	30	+	24,8	21,8	53,4	Arcillo limoso	30	10 YR 4 /3

El contenido de sales es bajo lo cual es expresada por la conductividad eléctrica de extracto de saturación muy baja, el sodio se encuentra dentro el rango aceptable (menor a 0.52 meq/100 g S). Presenta pH muy ácido (5,50), la Capacidad de Intercambio Catiónico se incrementa de nivel moderada a nivel alto; el potasio disminuye de nivel moderado a bajo, mientras que el calcio y magnesio se mantienen en niveles bajas; el fósforo de la

misma manera se mantiene en nivel de 3,09 ppm, el contenido de nitrógeno es de 0,34 % mientras que el carbono total tiene un valor de 3,55 % en esta unidad de paisaje(cuadro 37).

**Cuadro 37. Propiedades químicas del subpaisaje Ladera de Serranía Ancoraimes  
Pendiente Superior**

Ho	pH 1: 2,5 H2O	C.E. ( $\mu$ S/m)	P (ppm)	N. Total (%)	C.O. (%)
A1	5,50	24,53	3,09	0,34	6,45
A2	5,90	16,53		-	-
C	5,98	15,13		-	-

#### 4.4. Factores que determinan el uso actual del suelo

##### 4.4.1. Factores climáticos

Según Castellon (2012), el granizo es un fenómeno meteorológico que se considera como uno de los más perjudiciales para la agricultura siendo que el daño que produce llaga a ser de un 55 % hasta un 100% de la producción agrícola, esto debido al daño que sufren las plantas.

En la comunidad de Chinchaya los factores climáticos que afectan son la helada, el granizo, la hela delimita la agricultura extensiva que se muestra en el (mapa. 2) que se desarrolla en el pie de monte, el granizo es controlado con prácticas como la de lanzar petardos.

Los factores climáticos que determinan en la comunidad de Cohani es la de la helada y por tanto toda la producción agrícola se sienta en el pie de monte y la ladera baja de la comunidad. Por otra parte 73, 74 % del territorio es destinado para el pastoreo de ganado camélido.

En la comunidad de Chojñapata el factor climático juega un papel muy importante porque debido a las bajas temperaturas la agricultura está limitada a un 8,92 % (mapa. 4) en la parte más baja de la comunidad, la gran mayoría de la producción agrícola es destinada para el auto consumo. Pero la gran cantidad de pastos nativos y presencia de bofedales que presentan más del 80 % del territorio de la comunidad

es destinada para la ganadería camélida da el sustento a esta población.

#### **4.4.2. Factores edáficos**

La FAO (2000), considera que los factores edáficos están directamente relacionados con el uso actual de suelo, y que para esto se debe tomar en cuenta los parámetros físicos químicos, además de la topografía del lugar, la profundidad efectiva la morfología del suelo, y otros factores.

Los factores edáficos que determinan en el uso del suelo en la comunidad de Chinchaya está dada por la alta fertilidad el área donde se practica la agricultura intensiva siendo la cebolla el producto de mayor importancia en la comunidad, además que en lugar donde se practica la agricultura extensiva tiene una alta humedad en el suelo lo cual garantiza la producción en todo el año.

En la comunidad de Cohani el factor edáfico es una gran limitante porque en el área donde se produce la agricultura con más frecuencia tiene la limitante de la profundidad efectiva siendo que estos suelos no son muy profundos y esto limita la agricultura y el uso del suelo.

Por otra parte la comunidad de Chojñapata por lo accidentado del terreno y la presencia de bofedales y la excesiva humedad en el suelo limita solo para el pastoreo de ganado camélido.

Mamani (2009), menciona que la comunidad de Chinchaya tiene un moderado índice de fertilidad, en cambio la comunidad de Cohani tiene de moderada a bajo índice de fertilidad en el uso de suelos productivos, en cambio Chojñapata tiene de un moderado a un alto índice de fertilidad.

#### **4.4.3. Factores socio económicos**

Vergara y Gayoso (2004), confirman que los caminos son un agente que promueve la degradación suelos siendo que los caminos es un agente antrópico que como resultado el cambio de agricultura practicada de una extensiva pasiva a una intensiva, también incentiva al cambio de productos producidos y estos llegan a ser impuestos por el mercado.

Según Cuartas (2013), la actividad agrícola intensiva es mayor en los suelos es mayor cuando se tiene un mercado próximo o seguro a donde llevar los productos producidos, además que permite generar más ingresos económicos. Asimismo los precios del mercado influyen directamente en la producción agrícola.

NANTASILQISPA (2009), indica que la migración campo-ciudad por tener una mejor calidad de vida, mejores ingresos, por el parcelamiento de terrenos el minifundio, por superación personal de parte de los jóvenes ya que el 74 % de los migrantes campo-ciudad son jóvenes que comprende entre 16 a 27 años de edad.

Los factores socio-económicos que determinan en la comunidad de Chinchaya son el camino troncal Achacachi- Ancoraimos porque debido a este camino los comunarios pueden sacar fácilmente sus productos, hacia mercados como Pocoata, Achacachi, y El Alto. Debido a la fácil producción y aceptación en el mercado el producto más producido es la cebolla.

En la comunidad de Chinchaya debido a la migración a la ciudad el 40% de los pobladores migra a la ciudad de El Alto y trabajar para obtener más ingresos para sus familias.

Entre los factores socio económicos que determina el uso del suelo en la comunidad de Cohani está la migración que es de 50 % de la población de la comunidad debido a la baja producción agrícola, y el no poder sacar sus productos a mercados más lucrativos , el único mercado es de Chejepampa.

En la comunidad de Chojñapata el índice de migración de un 63 % es un factor determinante ya que de las 22 familias afiliadas en la comunidad solo viven 8 familias esto da como resultado falta de mano de obra y además el no contar con un camino transitado hacen el difícil traslado el incremento de los costos de producción por el traslado de los productos.

#### **4.4.4. Uso actual del suelo**

##### **4.4.4.1. Uso actual en la comunidad de Chinchaya**

Las características del uso actual del suelo de la comunidad de Chinchaya se

presentan en el mapa 2 y a continuación se describe los aspectos de las unidades identificadas:

**a) Arbustos en sustrato rocoso**

Los arbustos en sustrato rocoso se encuentran en el paisaje de ladera de serranía ocupando el 18,47 % que son 181,69 ha el cual tiene una vegetación de Seq'uoya (*Stipa ichu*), Seq'uoya (*Jaraba ichu*), Th'ola (*Parastephia lepidophylla*), Garbancillo (*Astragalus garbancillo*), Kanlla (Kaylla) (*Margiricarpus pinnatus*), la superficie desnuda alcanza el 43% del área, debido al afloramiento de rocas y su pronunciada pendiente está destinada solo como paisajismo, y para el pastoreo de ganado ovino.

**b) Pastoreo extensivo**

El pastoreo extensivo se encuentra en el sub paisaje de valle aluvial no inundable el cual consta de una superficie de 182,82 ha que representa el 18,59 % de la comunidad y además tiene una cobertura vegetal presente con las siguientes: Chilliwa (*Festuca dolichophylla*), Seq'uoya (*Stipa ichu*), Seq'uoya (*Jaraba ichu*), Th'ola (*Parastephia lepidophylla*), K'arhua pasto (*Nasella pubiflora*), el área desnuda es del 10% de la superficie aproximadamente, esta área está destinada al pastoreo de ganado ovino y también bovino.

**c) Área urbana**

El área urbana tiene una superficie de 52,71 ha que representa 5,36 % de la comunidad, esta superficie es donde se encuentra las viviendas de los comunarios.

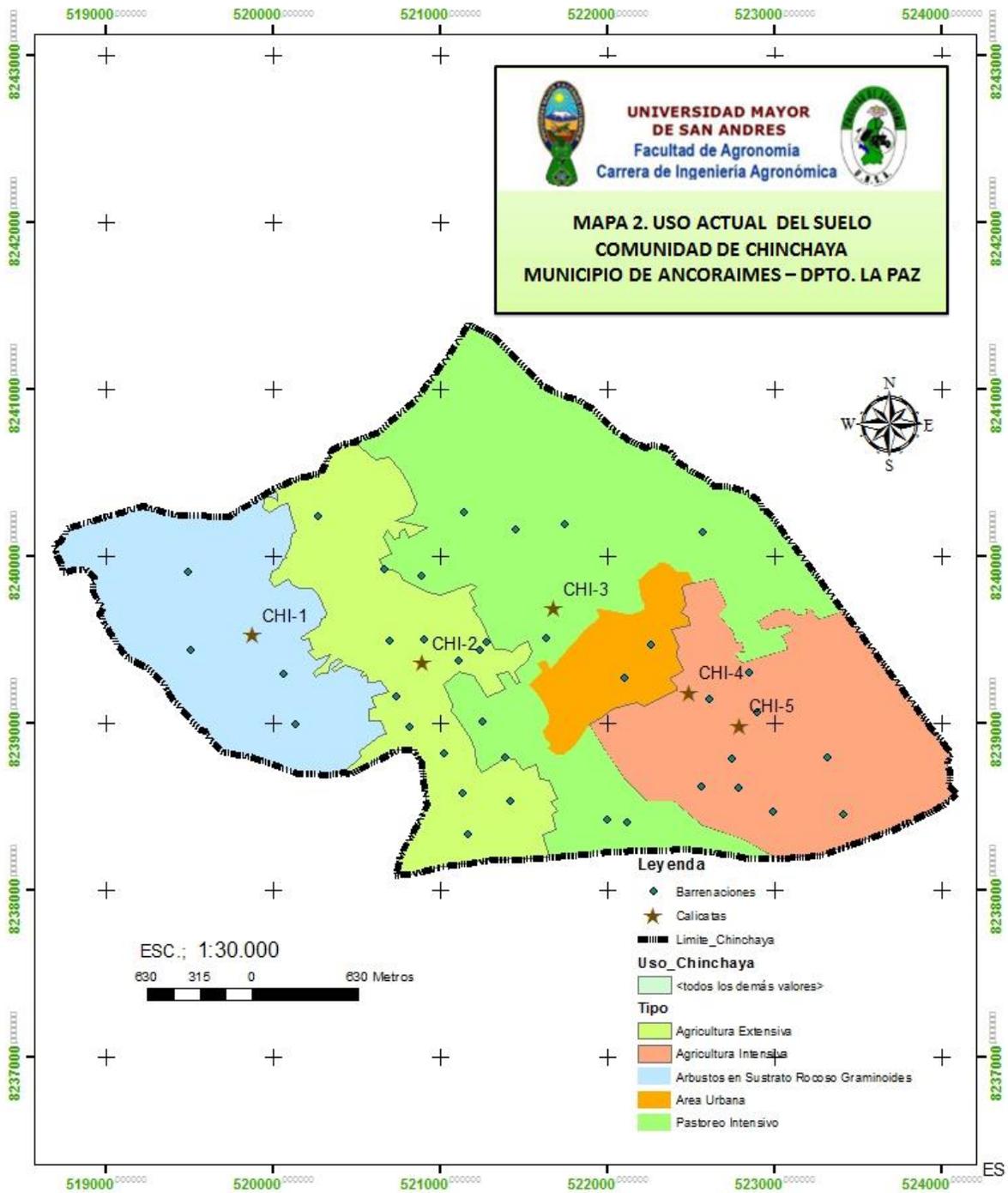
**d) Agricultura extensiva**

La agricultura extensiva o agricultura pasiva, semi intensiva tiene una superficie de 354,22 ha que representa 36,02 % de la superficie de toda la comunidad, en esta superficie no se centra el cultivo primordial que de sustenta a las familias del lugar, además de que se encuentra alejado del área urbana y de la carretera principal. La producción es asecana los productos principales: papa, cebada, avena los mismos que son destinados para el auto consumo.

**e) Agricultura intensiva**

La agricultura intensiva que se practica en Chinchaya es el cultivo de cebolla que se produce todo el año, en época de lluvia como en época seca debido a gran humedad

del suelo, en la época de lluvia se deben realizar canales de drenaje para no dañar el cultivo de cebolla. Su fácil acceso a una carrera principal Achacachi Ancoraimes le da acceso a tres mercados importantes como son Morocollo, Achacachi, y La Paz han determinado el uso de este suelo que es 211,79 ha que son el 21,54 % de la superficie de la comunidad.



Mapa 2. Uso actual del suelo de la Comunidad de Chinchaya

#### **4.4.4.2. Uso actual en la comunidad de Cohani**

Las características del uso actual del suelo de la comunidad de Cohani se presentan en el mapa 3 y a continuación se describe los aspectos de las unidades identificadas:

##### **a) Área urbana**

El área urbana tiene una superficie 24,33 ha que son el 3,32% de la superficie total de la comunidad el cual el único uso al suelo es la del establecimiento de viviendas de los comunarios, corrales del ganado ovino, bovino, camélido.

##### **b) Agricultura extensiva**

Esta clasificación está dada debido a lo alejado del área urbana, las condiciones climáticas que solo dejan la producción agrícola reducida a papas amargas que toleran las bajas temperaturas, y otros tubérculos como la oca e isaño, la superficie que tiene la agricultura extensiva es de 43,43 ha que son el 5 % de la superficie total de la comunidad Cohani.

##### **c) Pastoreo extensivo**

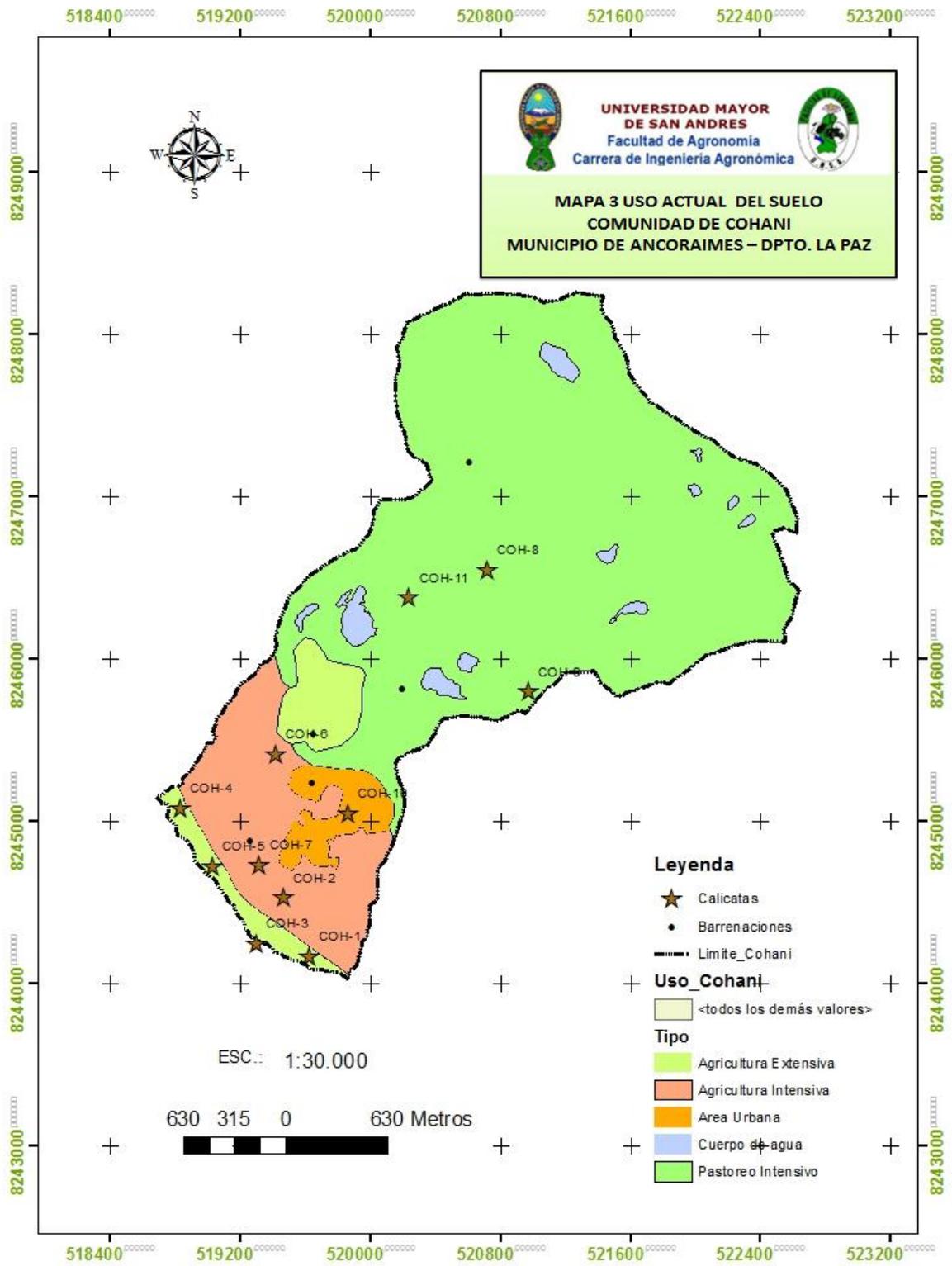
Se llama pastoreo extensivo por las limitaciones que tiene, que son el difícil acceso al lugar, las condiciones climáticas adversas y que solo un grupo de animales tiene el beneficio de los pastos nativos como el ganado camélido, ya que los mismos soportan tranquilamente estas condiciones climáticas adversas. La superficie que se tiene es considerable ya que es el 73, 74 % de la comunidad y representa 539 ha de la superficie total.

##### **d) Agricultura intensiva**

La agricultura intensiva se realiza todo el año ya que se cuenta con riego, es de fácil acceso porque se encuentra al lado de la área urbana y además muy cerca de la carretera Chuma Achacachi, aunque esta carretera tiene poca circulación, también se tiene un mercado próximo que es Chejepampa, pero la cantidad de productos que sacan a ese mercado está limitado por la baja fertilidad, la superficie reducida que es 14,91 % que representa 109 ha y además la alta tasa de migración.

##### **e) Cuerpos de agua**

Los cuerpos de agua son muy importantes en la comunidad de Cohani ya que el único suministro de agua para el consumo humano, animal y para riego de los cultivos en la agricultura intensiva.



Mapa 3. Uso actual del suelo de la Comunidad de Cohani

#### **4.4.4.3. Uso actual en la comunidad de Chojñapata**

El uso actual en la comunidad de Chojñapata se muestra en el mapa 4 que se caracteriza de la siguiente forma:

##### **a) Área urbana**

El área urbana tiene una superficie muy reducida de la comunidad ya que solo representa 0,12 % de la comunidad que equivale a 2,38 ha, esto es debido la alta tasa de migración campo ciudad, y además de las condiciones climáticas adversas.

##### **b) Área de pastoreo extensivo**

Esta área de pastoreo esta en el paisaje de ladera de serranías de Ancoraimos tiene una superficie de 165,39 ha que representa un 34,32 % de la superficie de la comunidad de Chojñapata. Tiene una cobertura vegetal presente de Seq'uoya (*Stipa ichu*), K'allu K'allu (*Calamagrostis vicunarum*), Kanlla (Kaylla) (*Margiricarpus pinnatus*), Pacu Pacu (*Aciachne pulvinata*) y el área sin vegetación es del 20% de la superficie.

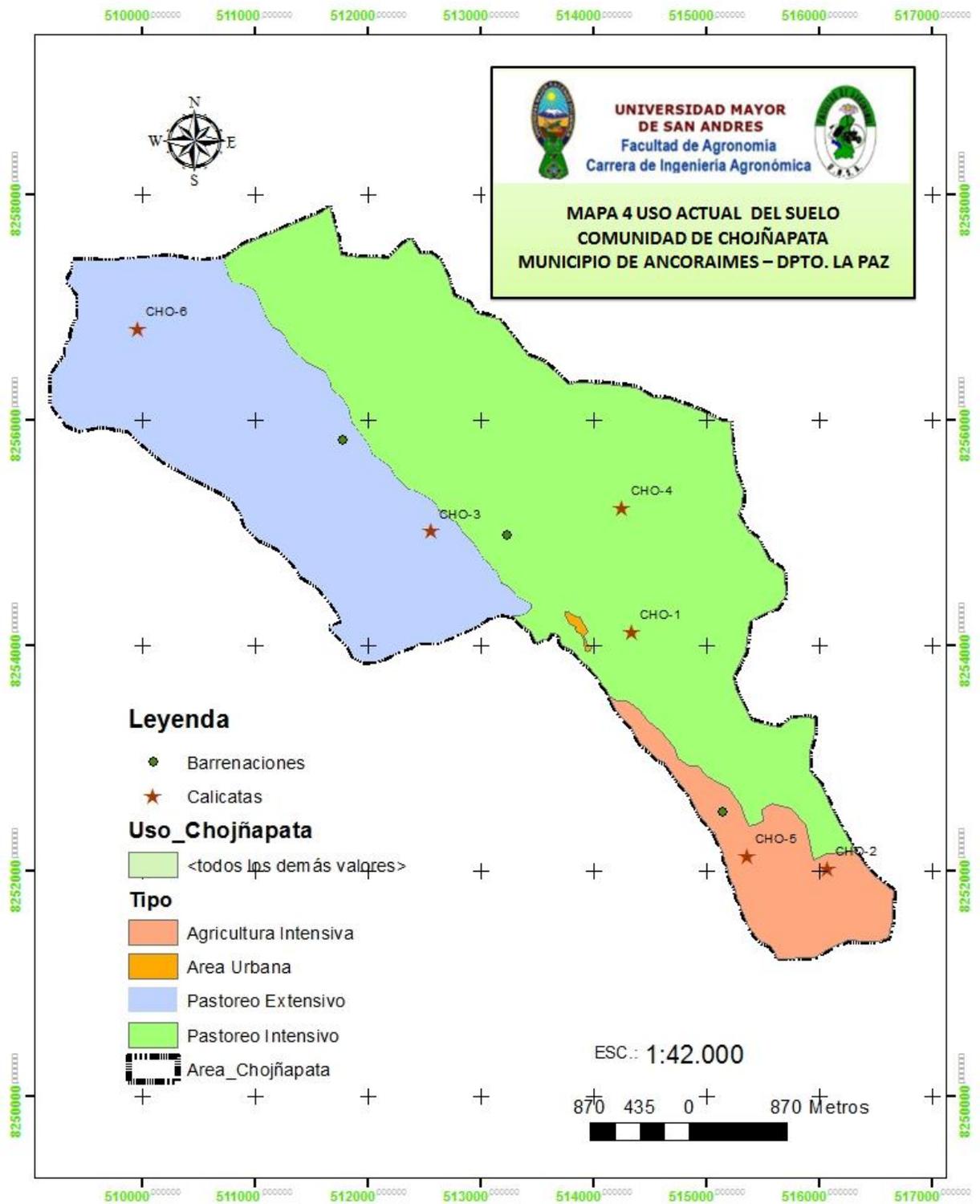
##### **c) Área de pastoreo intensivo**

Esta área está clasificada por proporcionar alimento al ganado camélido durante todo el año pero sobre todo en la época seca, está ubicado en el paisaje de ladera de serranía de Chiñaja que a comparación de la ladera de Ancoraimos es mucho más húmeda tiene una superficie de 1048,71 ha que es más del 50 % de la superficie de la comunidad, presenta una cobertura vegetal de Seq'uoya (*Stipa ichu*), Seq'uoya (*Jaraba ichu*), K'allu K'allu (*Calamagrostis vicunarum*), Chilliwa (*Festuca dolichophylla*), Orko Chiji (*Pennisetum clandestinum*), K'achu Chiji (*Poa spicigera*), Yareta (*Pycnophyllum glomeratum*), Kea kea (*Achyrocline sp*), Garbancillo (*Astragalus garbancillo*) y Th'ola (*Parastephia lepidophylla*) y el área desnuda alcanza al 23% de la superficie.

Entre las dos unidades de pastoreo representa 90 % de la superficie, además de las condiciones climáticas extremas, solo se cuenta con un camino secundario, estas condiciones han determinado el uso del suelo es para el ganado camélido.

**d) Agricultura intensiva**

Se ha denominado agricultura intensiva porque se llega a producir todo el año productos tales como papa, cebolla, zanahoria, y otras hortalizas, pero de estas sale muy poco al mercado porque son destinadas para el auto consumo. La superficie que ocupa es de 165,39 ha que son 8,92 %, se encuentra el paisaje de complejo de serranías en la sección baja.



Mapa 4. Uso actual del suelo de la Comunidad de Chojñapata

## **4.5. Capacidad de uso del suelo**

### **4.5.1. Clasificación de la capacidad de uso en la comunidad de Chinchaya**

La clasificación de la capacidad de uso se presenta en mapa 5 y la descripción es la siguiente:

#### **a) Clase VI**

Los suelos de la unidad de paisaje Ladera de Serranía, que representa al 18,1 % de la superficie que son 172 ha conforme a los resultados obtenidos bajo los criterios para la clasificación según la capacidad de uso, en esta parte de la comunidad no se presenta agricultura de ningún tipo, solo se destina para el pastoreo de ganado ovino.

Presenta una textura franco arcilloso con un alto porcentaje de grava, poca profundidad efectiva, muestra un alto nivel de erosión tanto hídrica por la elevada pendiente y eólica por la baja cobertura vegetal, asimismo tiene un bajo fertilidad.

#### **b) Clase III**

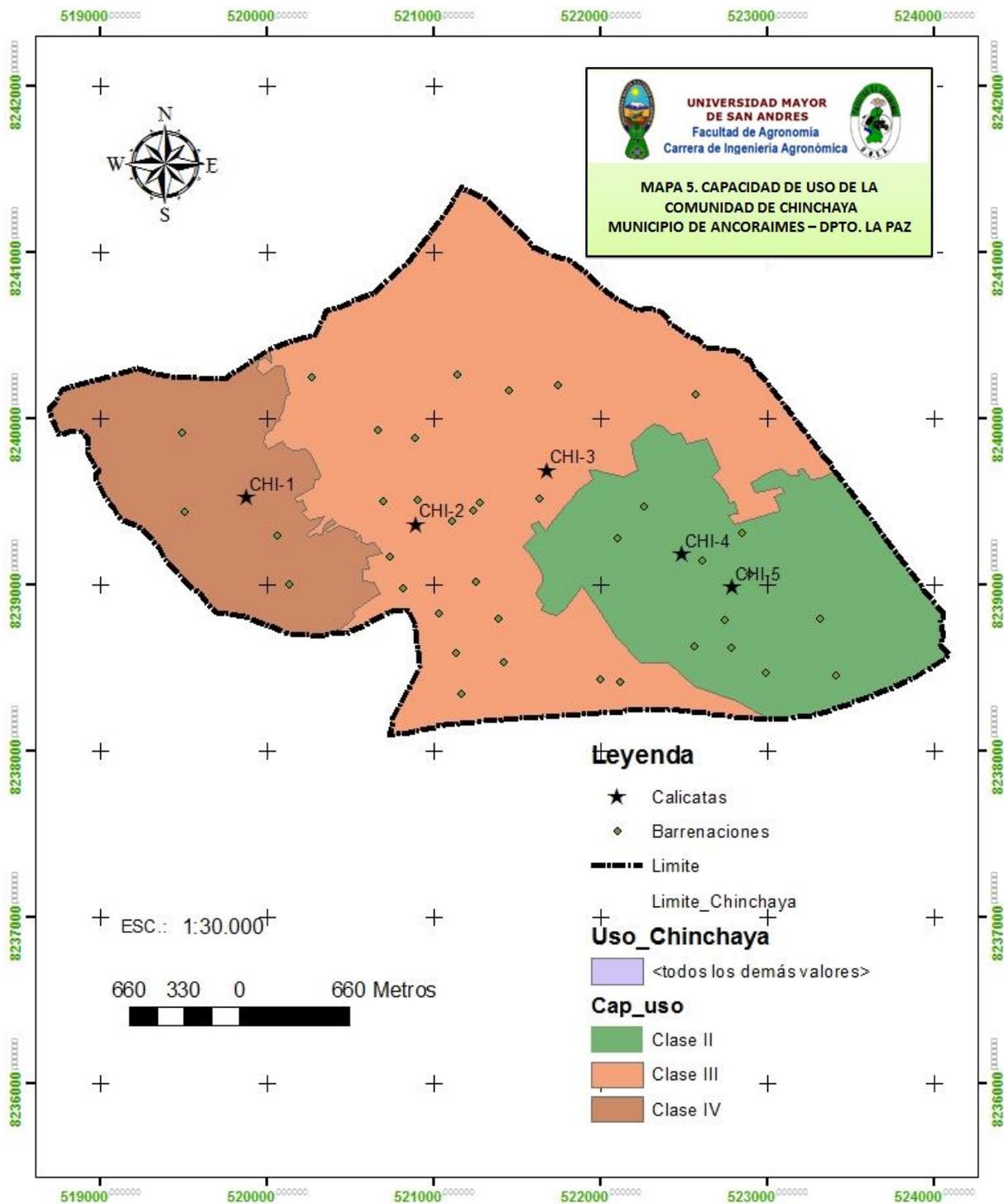
Los suelos del paisaje pie de monte por presentan denominación de clase III por presentar una baja capacidad de retención de agua debido ,un alto contenido de grava y la misma deja pasar libremente el agua de manera y no llega a retenerse en el suelo, además que esta unidad de paisaje presenta una baja cobertura vegetal, y de esta manera también se llega a perder agua por evaporación, que contribuye a la erosión eólica del lugar, con un bajo nivel de fertilidad por un bajo contenido de nutrientes.

El sub paisaje de valle aluvial no inundable presenta una textura franca, franca arcillosa en sus dos primeros perfiles con una baja cobertura vegetal llega, a perder agua por evaporación y además una textura arenosa en el tercer perfil llega a perder agua del sub suelo que llega a depositar en el valle aluvial inundable, el mismo que lava los nutrientes y de este modo se tiene una bajo contenido de nutrientes, otra limitante por la poca cobertura vegetal es la erosión eólica. Los dos sub paisajes

representa al 60% de la superficie que son 580 ha del total de la comunidad.

**c) Clase II**

En la clase II se presenta el sub paisaje de valle aluvial representa al 22 % de la superficie que son 210 ha, con una pendiente suave, una susceptibilidad moderada a la erosión por el viento y por la presencia de cobertura vegetal, presenta una profundidad efectiva considerable, una estructura y una facilidad para el laboreo agrícola, la única limitante es el exceso de humedad que puede solucionarse mediante el drenaje, presenta una textura franca con una mediana fertilidad debido a los nutrientes que llegan a depositarse en el lugar, la limitante climática es ligera en el uso y manejo de los suelos.



Mapa 5. Capacidad de uso del suelo de la Comunidad de Chinchaya

#### **4.5.2. Clasificación de la capacidad de uso en la comunidad de Cohani**

La clasificación de la capacidad de uso es la siguiente se muestra en el mapa 6, presenta las siguientes características:

##### **a) Clase VII**

El paisaje de ladera de serranía tiene una clasificación de VII en la capacidad de uso por sus pronunciadas pendientes, además que son suelos muy superficiales, son propensos a la erosión hídrica por la topografía, además por su elevada altitud que esta sobre los 4200 msnm provee un clima desfavorable para la agricultura, de esta manera es que solo se tiene como pastizales naturales para el ganado camélido que soporta estas duras limitaciones climáticas como son las bajas temperaturas, la altitud, además que los suelos por su baja profundidad y elevada pendiente son suelos excesivamente drenados, un alto porcentaje de pedregosidad.

##### **b) Clase VI**

El paisaje de complejo de serranías, tiene una clasificación de VI porque presenta limitaciones como la pendiente pronunciadas, baja cobertura vegetal, con propensos de erosión hídrica y eólica, presenta una baja profundidad efectiva, bajas temperaturas y altitudes superiores a 4.000 msnm.

Además del sub paisaje de pie de monte sección alta que pertenece al paisaje de pie de monte se le dio una clasificación de VI debido a estar en la cima del pie de monte, presenta poca profundidad un bajo nivel de nutrientes por el constante lavado y presencia de erosión hídrica y eólica, también se da presencia de condiciones climáticas extremas y una altura superior a 4.000 msnm. los suelos son destinados para el pastoreo de ganado camélido.

##### **c) Clase V**

En esta clase para la comunidad de Cohani se presenta en el paisaje de depresiones, estos suelos no presentan problemas de erosión ni hídrica, ni eólica debido a un alto contenido de cobertura vegetal, pero si son propensos a inundaciones que llegan a formar bofedales, que suministran alimento al ganado

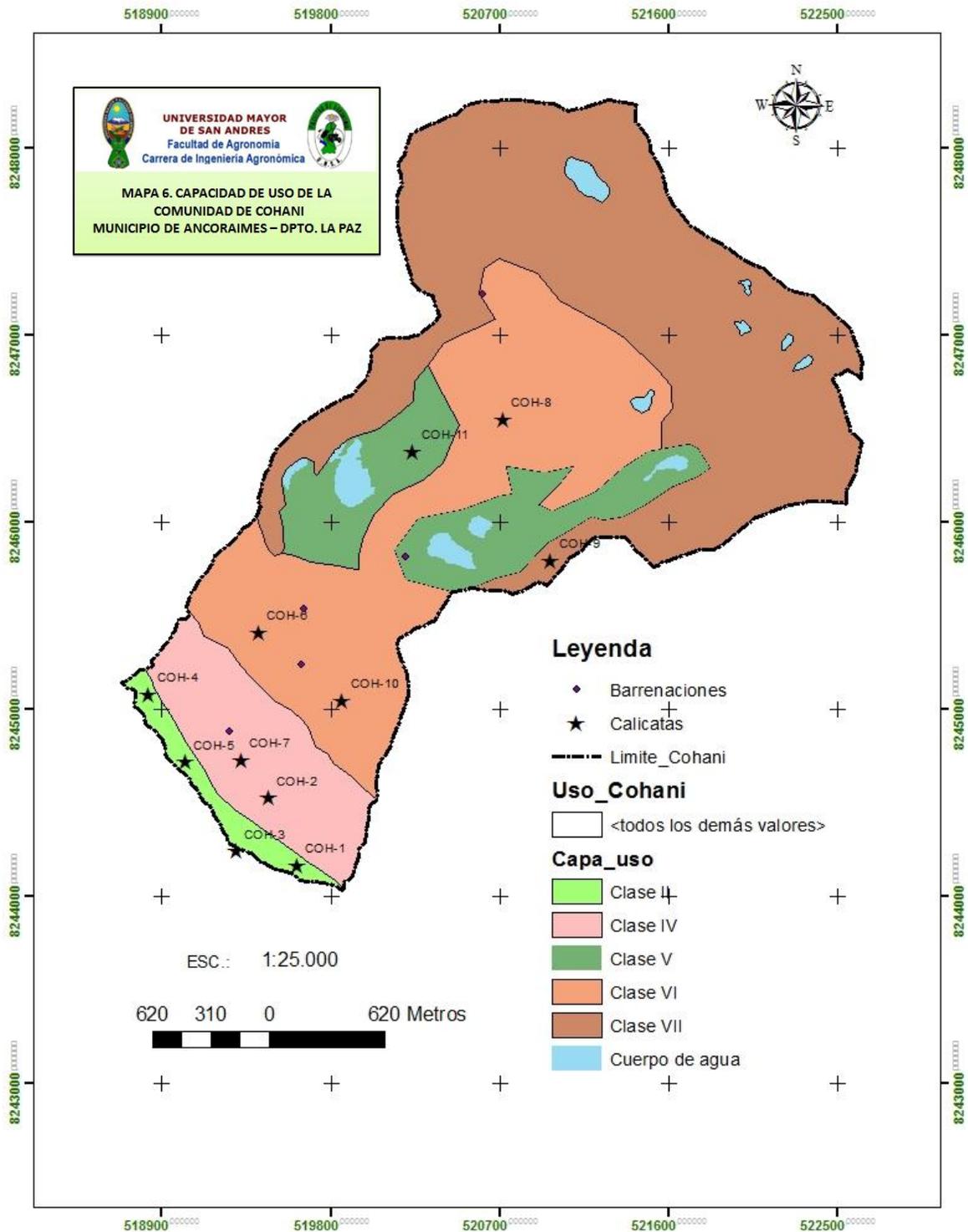
tanto en época húmeda y en época seca, además de garantizar una dotación de agua para el consumo de los animales y de las personas, son suelos casi planos que llegan a formar lagunas cuando los volúmenes de agua son considerables, son suelos con gran cantidad de nutrientes debido al lavado de los mismos, estos suelos a igual que pasa en la clase VII son destinados para el pastoreo intensivo de ganado camélido.

**d) Clase IV**

La clase IV de capacidad de uso en la comunidad de Cohani localizada en el sub paisaje pie de monte sección media, esta sección está en una zona de transición de la sección alta a la sección baja, debido a esto presenta características de ambos un suelo medianamente profundo con una textura franco arcillosa con gran presencia de grava, una pendiente muy pronunciada, con una severa susceptibilidad a la erosión eólica, efectos moderadamente adversos al clima, baja retención de humedad, un bajo contenido de nutrientes.

**e) Clase II**

La clasificación de la capacidad de uso para el sub paisaje pie de monte sección baja es de II, la textura del suelo es franca, sedimentación de partículas junto a nutrientes, una fertilidad moderada, una profundidad efectiva mayor, una pendiente suave, y como daños ocasionados por inundación, humedad excesiva.



Mapa 6. Capacidad de uso del suelo de la Comunidad de Cohani

#### **4.5.3. Clasificación de la capacidad de uso en la comunidad de Chojñapata**

La clasificación de la capacidad de uso se presenta en el mapa 7, con la siguiente clasificación:

##### **a) Clase VII**

En la comunidad de Chojñapata se clasifico como clase VII a la serranía alta de Chiñaja que representa 40,2 % de la superficie de la comunidad, por sus pronunciadas pendientes, además que son suelos muy superficiales son propensos a la erosión hídrica por su topografía, además por su elevada altitud que esta sobre los 4.400 msnm provee un clima desfavorable para la agricultura, de esta manera es que solo se tiene como pastizales naturales para el ganado camélido que soporta estas duras limitaciones climáticas como son las bajas temperaturas, la altitud ya que el clima es una limitación desfavorable, además que los suelos por su baja profundidad, elevada pendiente son suelos excesivamente drenados y presentan un alto porcentaje de pedregosidad.

##### **b) Clase VI**

El sub paisaje de ladera de serranía de Ancoraimos sección media y el complejo de serranías de sección alta, tiene una clasificación de VI, debido a que presenta limitaciones muy difíciles de corregir tales como pendientes muy pronunciadas, baja cobertura vegetal, además propensos de erosión hídrica y eólica, presenta una baja profundidad efectiva, factores climáticos severos como la altitud y las bajas temperaturas por una altitudes que se encuentran por encima de 4.000 msnm.

Presentan formaciones de bofedales en la sección de ladera de Ancoraimos, presentando de esta manera problemas de inundación.

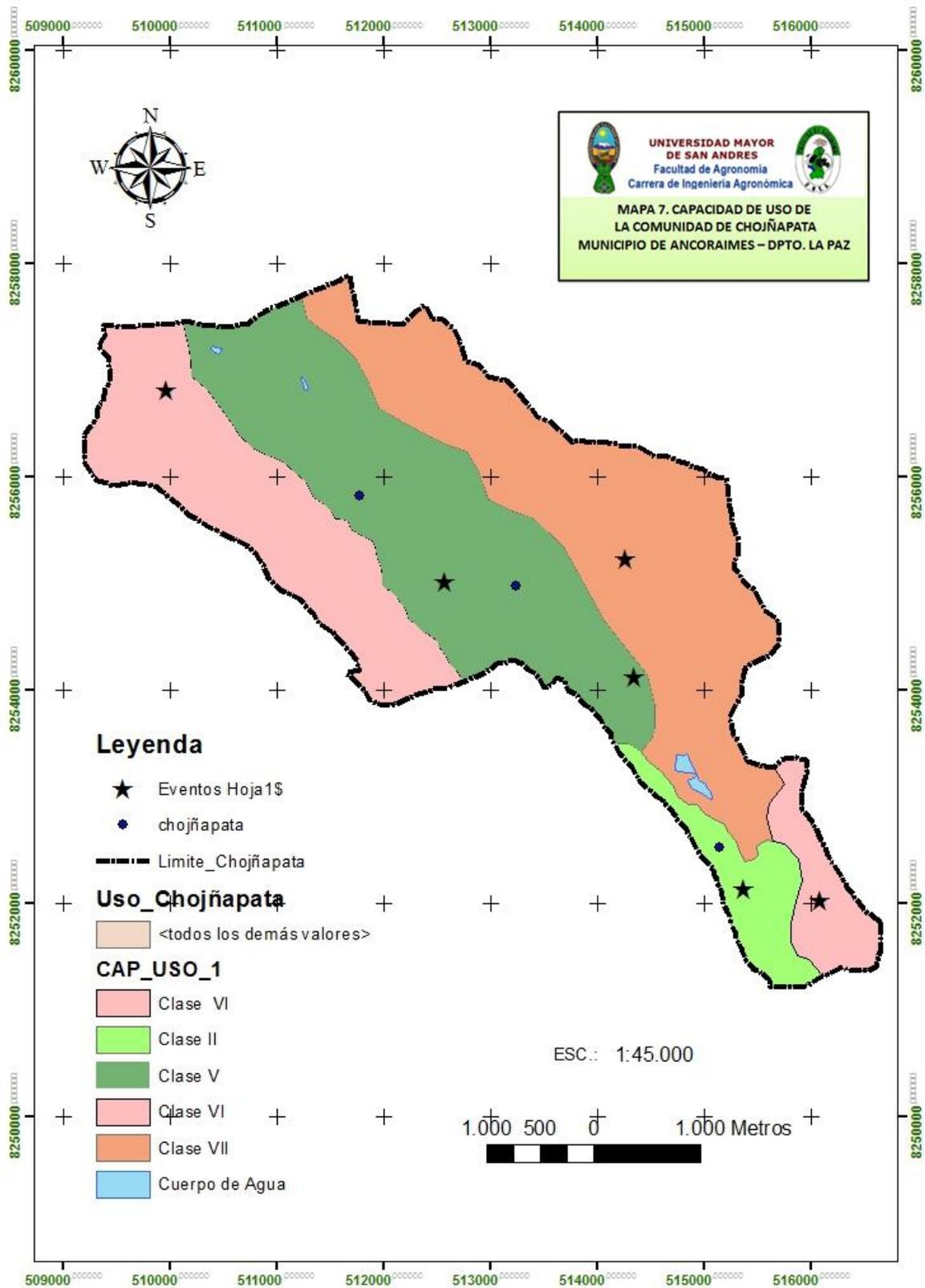
La formación de bofedales, la conservación de pastos nativos dan como resultado el manejo de ganado camélido en la zona puesto que representa el 34% de la superficie que representa más de 800 hectáreas.

### **c) Clase V**

La clase V en la comunidad de Chojñapata representa al 19,1 % de la superficie casi a 353,7 ha de la superficie total, estos suelos no presentan problemas de erosión ni hídrica, ni eólica debido a un alto contenido de cobertura vegetal, presentan inundaciones que llegan a formar bofedales, que suministran alimento al ganado tanto en época húmeda y en época seca, además de garantizar una dotación de agua para el consumo de los animales y de las personas, son suelos casi planos que llegan a formar lagunas cuando los volúmenes de agua son considerables, son suelos con gran cantidad de nutrientes debido al lavado de los mismos, presenta un gran potencial para la ganadería camélida.

### **d) Clase II**

La clasificación de la capacidad de uso para el sub paisaje complejo de serranías baja es de clasen II por tener suelos con textura franca, sedimentación de partículas junto a nutrientes, fertilidad moderada, un profundidad efectiva mayor, una pendiente suave, daños ocasionados por inundación, humedad excesiva, limitantes climáticas ligeras en el uso y manejo de los suelos. Esta clase representa 5,5 % que son 101 ha de superficie donde se centra la actividad agrícola de toda la comunidad.



Mapa 7. Capacidad de uso del suelo de la Comunidad de Chojñapata

## 5. CONCLUSIONES

Las características físicas y químicas de los suelos de las comunidades de Chojñapata, Cohani y Chinchaya son diferentes. En la comunidad de Chinchaya, los suelos presentan textura de franco a franco arcilloso, pH que varía de ácido a neutro (5,98 a 7,09), CIC se mantiene en un nivel moderado, el contenido de fósforo fluctúa en un rango de 1,06 a 10,89 ppm, la menor cantidad se encuentra en lo más alto, y con mayor cantidad en la parte más baja de la comunidad.

El contenido de nitrógeno y carbono total tiende a tener las mismas variaciones con valores, de 0,06 % de nitrógeno y 0,53 % de carbono total en la parte alta y aumenta a 0,29 % de nitrógeno y 1,99 % de carbono total en la parte más baja de la comunidad.

La comunidad de Cohani, los suelos presentan textura franco a franco arcilloso pero con una predominancia de grava, pH que varía de ácido a alcalino (5,8 a 9,43), la CIC con un nivel moderado y se incrementa en las depresiones, el contenido de fósforo fluctúa en un rango de 0,09 a 10,31 los valores más altos se encuentran en las depresiones y los valores más bajos en el pie de monte sección alta, los contenidos de nitrógeno varían de 0,08 a 0,19 %, y el contenido de carbono total varía de 0,67 a 2,02 % los valores más altos se reportan en las depresiones.

En la comunidad de Chojñapata, los suelos presentan textura franca, un pH que varía de ácido a alcalino (5,38 a 7,39), la CIC se mantiene en un nivel moderado y se incrementa en las partes bajas, el contenido de fósforo fluctúa en un rango de 0,45 a 21,27, valores más altos se encuentran en la parte baja de la ladera de serranía de Chiñaja, el nitrógeno tiene un valor que va de 0,03 a 1,24 % y el contenido de carbono con valores de 3,28 a 20,60 % los valores de nitrógeno y carbono total varían con un bajo contenido en la parte alta y se incrementa en la parte baja.

En la comunidad de Chinchaya, se ha visto que el factor camino, es el que determina el uso del suelo, ya que conecta a poblaciones como Achacachi y La Paz. En la comunidad de Cohani el factor edáfico es el que determina el uso del suelo por presentar (poca profundidad, relieve y fertilidad limitada) Los caminos

también resultan en limitaciones para la comunidad de Cohani . En la comunidad de Chojñapata el clima, la altitud, bajas temperaturas y el acceso al camino son los factores que determinan el uso del suelo.

La capacidad de uso de suelos de la comunidad de Chinchaya es Clase II, lugar donde se cultiva cebolla que es producto de sustento de la comunidad, la misma presenta limitaciones de suelo, humedad que llega ser corregida por un buen drenaje, la Clase III está dada en la sección donde se producen los productos destinados para el auto consumo los cuales son la cebada, avena, papa.

En la comunidad de Cohani la capacidad de uso es la clase IV y la Clase II en la superficie que es destinada como agricultura extensiva y en ella se produce productos destinados para el auto consumo, la Clase IV está destinada para la producción intensiva de productos agrícolas.

En la comunidad de Chojñapata la agricultura esta reducida aun una pequeña superficie en la parte más inferior de la comunidad donde se practica la agricultura intensiva, de la cual los productos son destinados para el auto consumo y la venta de los mismos, las Clases V, VI, VII, son destinadas para el pastoreo.

## 6. RECOMENDACIONES

- Se sugiere hacer un estudio socioeconómico determinándose parámetros como relación beneficio costo, TIR (Tasa Interna de Retorno), VAN (Valor Actual Neto), etc., sobre el uso de suelo de las unidades de paisajes, para que las unidades familiares propietarias puedan tomar decisiones de uso.
- Se debe aumentar y precisar la cantidad de puntos de evaluación y muestreo de suelos para un mayor detalle de estudio de los mismos.
- Se recomienda promover la participación activa de las unidades familiares de producción de las comunidades involucradas en otros trabajos de investigación.
- Se deben realizar más trabajos de investigación en la temática de suelos en los distintos municipios.
- En la comunidad de Chinchaya se recomienda el descanso de los suelos y la rotación de cultivos en el lugar que se practica la agricultura extensiva no llegar a erosionar los suelos.
- En la comunidad de Cohani se recomienda el cambio de agricultura intensiva a la extensiva en la sección pie de monte media y alta por el bajo nivel de fertilidad, la pendiente y bajos rendimientos.
- En la comunidad de Chojñapata se recomienda la conservación de bofetales y la conservación de papas amargas ya que estas toleran las elevadas altitudes y las temperaturas bajas.

## 7. BIBLIOGRAFIA

ALLISON, L. E. 1982 Diagnóstico y Rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Editorial Limusa. México. 4p.

ARGON, O. 2003 Características de los recursos forrajeros nativos en el municipio de Ancoraimes (Provincia Omasuyos) mediante percepción remota y sistema de información geográfica, La Paz – Bolivia. Tesis de grado para la obtención de título de licenciatura en la Facultad de Agronomía – UMSA.

BERTSCH, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo San José – Costa Rica. Ed. Asociación Costarricense de la Ciencia de Suelo (ACCS). pp 43 – 117.

BOUL, W., HOLE D. 1986. Génesis y clasificación de suelos. Segunda edición. Editorial Trillas S.A. México. 417 p.

BUSTAMANTE, A. y MAMANI, B. 2011. Caracterización de suelos su índice de fertilidad y aptitud de uso de las comunidades Chinchaya, Cohani y Chojñapata. Compendio 2006 – 2009. Prácticas y estrategias de respuesta en agroecosistemas vulnerables. La Paz – Bolivia. 179 p.

CASTELLON, A. 2012. Desarrollo de un mecanismo de transferencia de riesgo para laluva en Bolivia. Editado Fundacion Fortin. La Paz – Bolivia. 33 p.

CHILON, E. 1997. Manual de Edafología, practica de campo y laboratorio. La Paz – Bolivia. Editado en la facultad de Agronomía UMSA. pp 139 – 173.

CEPEDA, J. 1991. Química de suelos México DF. 2º Edición Ed. Trillas pp. 105 – 153.

COMISIÓN EUROPEA, 2009. El dióxido de carbono en nuestra atmosfera Consultado el 4 de octubre de 2015 en <http://ecodes.org/noticias/gestion-sostenible-del-suelo-frente-al-cambio-climatico#.VknPbbcvfIU>

CUARTAS, J. 2013. Uso de los suelos antropogenicos. Editado Gestin Ambientes. Medellin, Colombia. 17 p.

DAVIES, B. 1987. Manejo de suelos. Editorial “ El ateneo “ 4ta Edición Argentina Buenos Aires, pp. 3.

FAO, 1985. Evaluación de Tierras para Agricultura en Secano. Boletín de suelos FAO No 52, Roma Italia. 228 p.

FAO, 1997. Guía General de Zonificación Agro-ecológica ZAE. Servicio de Recursos, Manejo y Conservación de Suelos. Dirección de Fomento de Tierras y Aguas. Boletín de Suelos de la FAO N° 73. Roma-Italia. pp 1-5.

FAO, 2000. Manual on integrated soil management and conservation practices. Roma-Italia pp. 1 – 7.

FOTH, D. HENRY. 1997 Fundamento de la ciencia del suelo. 7ma. Reimpresión

México. D. F. pp. 37- 56.

GALLEGOS, A. 1997. La Aptitud agrícola de los suelos la pedología aplicada a las actividades agropecuarias México DF Ed. Trillas S.A. pp 10 – 122.

GOOGLE MAPAS, 2015. Mapa de la sección del municipio de Ancoraimes. Consultado el 3 de agosto de 2015 disponible en <https://www.google.com.bo/maps/@15.8978874,68.8284586,20582m/data=!3m1!1e3>

INAB (Instituto Nacional de Bosques), (s/fecha), Clasificación de tierras por capacidad de uso. Guatemala. Manual de la publicación del INAB. 51 p.

NANTASILQISPA, 2009, Breves apuntes de la migración en Bolivia. Consultado el 30 de julio de 2015 disponible en [http://nantasilqispa.blogspot.com/2009/07/breves-apuntes-de-la-migracion-en\\_13.html](http://nantasilqispa.blogspot.com/2009/07/breves-apuntes-de-la-migracion-en_13.html).

JARAMILLO, D. ,2004. El recurso suelo y la competitividad del sector agrario colombiano. Medellín - Colombia. Escuela de geociencias, Universidad Nacional de Colombia. 26 p. consultas al [djaramal@unalmed.edu.co](mailto:djaramal@unalmed.edu.co).

KLINGEBIEL Y MONTGOMERY, 1961. Clases de capacidad de uso del USDA

MAMANI, B. 2009. Caracterización de suelos según su índice de fertilidad y aptitud de uso, en el municipio de Ancoraimes. Tesis de Grado. UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 118 p.

MMAY, 2011. Plán de Monitoreo de Calidad de Agua en el Sistema Hidrico TDPS Bolivia, Ministerio de Medio Ambiente y Agua. La Paz-Bolivia, Versión 0.1. pp 22 - 27.

MONTES DE OCA , 1995. Geografía y Clima de Bolivia. Academia de Ciencias. La Paz – Bolivia. p. 357 – 368.

MORALES J. M., 1990. Bolivia Medio Ambiente y Ecología Aplicada Instituto de Ecología UMSA / LIDEMA La Paz, Bolivia. pp. 40 – 45.

NARRO, E. 1994. Física de suelos con enfoque agrícola. México. Ed. Rotodiseño y color S.A. p. 33 – 58.

ORSAG, V., 2003. Manejo y conservación de suelos y aguas. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz. 256 p.

ORSAG, C.,1993. Caracterización de Suelos. Memorias SEMTA. La Paz- Bolivia

PASTOR, J., 1987. Suelos y Agroquímica I. Cuba, Ed Pueblo y educación .123 p.

PATRICK, E., 1993. Suelos su formación, clasificación y distribución. Editorial Continental, S.A. de CV. México. 151p.

PLA, E., 1986. Análisis Multivariado Secretaria General de Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Técnico Washington D.C. 95 p.

PDM, Plan de Desarrollo Municipal de Ancoraimes. 2006-2010.

PORTA, C.; ROQUERO D. y L. LÓPEZ R., 1994. Edafología: para la agricultura y el medio ambiente. Madrid, España; Mundi Prensa. p. 23, p. 533-534, p. 572-578.

PORTA, J.; LÓPEZ, M.; Roquero, C., 1994. Edafología para la Agricultura y el Medio Ambiente. Madrid – España, Ed. Mundi Prensa. 789 p.

PUCHULU, M. E., 2005. Clasificaciones de suelos, Recopilación, Actualización y Compilación. Ed. Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán – Argentina. 302 p.

REICHARDT. S.f. A agua en sistemas agrícolas. S. Paulo. Ed. Manole Ltd. P. 29 p.

RODRÍGUEZ, S. F. 1982. Fertilizantes – Nutrición Vegetal. A.G.T. Editor, S.A. México. pp. 33 - 53.

RODRÍGUEZ, R. M., 1991. Fisiología Vegetal. Editorial “Los amigos del Libro”. La Paz – Bolivia. Pp. 187

SENAMHI (SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA ), 2011. Datos de climatología Ordinaria. Datos meteorológicos de la región del Lago Titicaca Estación de Belén. La Paz, Bolivia.

SUAREZ DE CASTRO, F., 1982. Conservación de suelos 3ed. IICA. San José, Costa Rica. pp. 3 - 19.

UNZUETA O., 1978. Mapa Ecologico de Bolivia (MACA). La Paz, Bolivia. pp 310 – 315.

USDA (departamento de Suelos de los Estados Unidos), 1999. Soil Taxonomy, a basic system of soil clasification for making and interpreting soil surveys 2º edición. Washington DC. United Stales, agricultura Handbook. 863 p.

VELASCO, M HUGO. 1991. Uso mejoramiento de suelos. Editorial Limusa. México D. F. pp. 33 - 55.

VERGARA G, GAYOSO J. 2004 Efecto de factores físico-sociales sobre la degradación del bosque nativo. Instituto de Manejo Forestal Santiago, Chile. 54 p.

ZONIZIG, 1998. Zonificación Agroecológica Socioeconómica de la cuenca del Altiplano del Departamento de La Paz. La Paz, Bolivia. pp. 61 – 62.

# ANEXOS

## Anexo I. Fotografías



### Reconocimiento de las comunidades en estudio



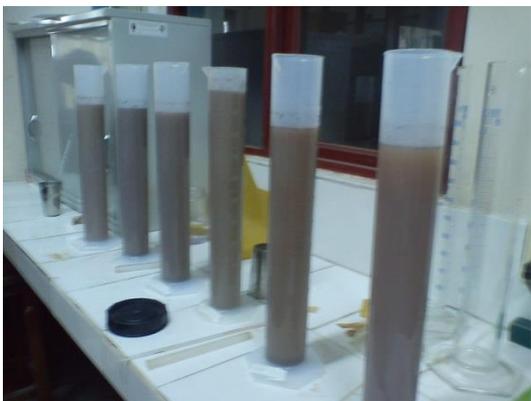
### Reunion con los comunarios de las comunidades en estudio



### Apertura de calicatas



**Pesaje de las muestras en laboratorio**



**Determinación de la textura en la boratorio**



**Determinación de la densidad real por el método del picnómetro**



**Determinación de la Conductividad Eléctrica y el pH**



**Digestion de las muestras en el equipo Kjeldhal**



**Neutralización y digestión de las muestras en el equipo Kjeldhal**



**Titulacion de las muestras para la obtencion de nitrogeno**



**Obtencion de carbono total por el metodo de Wackley y Black**

## Anexo II. Análisis de las propiedades físico químico

ID	X	Y	Z	CODIGO	Textura			Denom	CE	PH	Dr.
					Arcilla	Limo	Arena		( $\mu$ S)	1: 2,5 H <sub>2</sub> O	gr/cm <sup>3</sup>
1	520410	8239320	3871	CHI-1-A	25,6	35,8	38,6	F	111,10	5,98	2,62
1	520410	8239320	3871	CHI-1-R	26,6	40,8	32,6	F	63,27	6,30	2,61
2	520900	8239370	3857	CHI-2-A1	19,8	42	38,2	FY	44,63	7,14	2,56
2	520900	8239370	3857	CHI-2-A1	24,8	40,8	34,4	F	26,97	7,09	2,58
2	520900	8239370	3857	CHI-2-C	29,6	28,8	41,6	FA	34,93	7,25	2,56
3	521682	8239695	3853	CHI-3-A1	23,8	27,6	48,6	F	17,50	7,02	2,73
3	521682	8239695	3853	CHI-3-A2	28,8	54	17,2	FY	32,80	6,91	2,57
3	521682	8239695	3853	CHI-3-C	19,8	8,8	71,4	A	15,50	7,09	3,04
4	522490	8239190	3847	CHI-4-A1	35,8	46,6	17,6	F	103,90	7,24	2,53
4	522490	8239190	3847	CHI-4-A2	23,8	29,8	46,4	FYL	70,20	7,29	2,54
4	522490	8239190	3847	CHI-4-C1	34,8	44,6	20,6	FA	127,57	6,11	2,44
4	522490	8239190	3847	CHI-4-C2	32,8	52	15,2	FYL	36,87	7,46	2,58
4	522490	8239190	3847	CHI-4-C3	34,8	48,8	16,4	F	37,83	7,48	2,53
5	522794	8238990	3841	CHI-5-A1	28,8	34	37,2	FY	732,00	8,30	2,38
5	522794	8238990	3841	CHI-5-A2	32,8	30,6	36,6	FYL	492,33	8,37	2,42
5	522794	8238990	3841	CHI-5-C1	36,8	32	31,2	FYL	129,23	8,13	2,87
5	522794	8238990	3841	CHI-5-C2	38,8	30,8	30,4	F	44,33	7,30	1,87
6	523190	8241508	3862	COH-1-A	25,8	26,8	47,4	FY	32,77	6,13	2,56
6	523190	8241508	3862	COH-1-C1	24,8	18,8	56,4	FY	13,60	6,00	2,50
6	523190	8241508	3862	COH-1-C2	19,6	8	72,4	FY	6,07	6,26	2,62
7	519090	8244623	3962	COH-2-A1	23,6	33	43,4	F	23,83	6,00	2,64
7	519090	8244623	3962	COH-2-A2	26,8	28	45,2	FYA	17,60	5,78	3,03
7	519090	8244623	3962	COH-2-C	35,8	31,8	32,4	FA	23,20	5,65	2,59
8	520740	8242929	3923	COH-3-AB	25,8	29,8	44,4	F	39,27	5,98	2,48
8	520740	8242929	3923	COH-3-C	22,8	23,8	53,4	F	26,93	6,02	3,04
9	518102	8246350	4018	COH-4-A	26,8	32	41,2	FY	28,93	6,09	2,59
9	518102	8246350	4018	COH-4-BC	38,8	27	34,2	F	23,27	5,87	2,26
10	518274	8246114	4016	COH-5-A	28,8	40	31,2	FYA	36,67	6,24	2,40
10	518274	8246114	4016	COH-5-C1	28,8	40	31,2	F	22,93	5,66	2,46
11	519353	8244526	3976	COH-6-A1	24,8	38	37,2	FY	136,70	9,19	2,57
11	519353	8244526	3976	COH-6-A2	24,8	30	45,2	F	209,00	9,43	2,53
11	519353	8244526	3976	COH-6-C	30,8	37	32,2	FY	208,33	9,72	2,44
12	519322	8244730	3998	COH-7-A	21,8	8	70,2	F	13,57	7,39	2,60
12	519322	8244730	3998	COH-7-Ap	20,8	22	57,2	F	21,43	7,22	2,54
12	519322	8244730	3998	COH-7-C	19,8	11	69,2	FY	14,97	7,40	2,54
13	519292	8245633	4102	COH-8-A	42,8	36	21,2	FA	305,67	6,52	2,46
13	519292	8245633	4102	COH-8-A2	30,8	24	45,2	FYA	57,30	7,08	2,46
13	519292	8245633	4102	COH-8-BC	31,8	43	25,2	Y	54,07	7,05	2,54
14	520975	8245797	4236	COH-9-A1	27,8	38	34,2	Y	53,17	6,82	3,06

14	520975	8245797	4236	COH-9-A2	26,8	40	33,2	FY	21,63	6,96	2,58
14	520975	8245797	4236	COH-9-C1	29,8	37	33,2	FY	17,70	7,14	2,46
15	519810	8244830	4049	COH-10-A1	24,8	31	44,2	FL	32,23	6,80	2,40
15	519810	8244830	4049	COH-10-A2	25,8	36	38,2	F	12,97	6,88	2,43
15	519810	8244830	4049	COH-10-C	28,8	24	47,2	FY	13,63	6,84	2,39
16	519798	8246461	4223	COH-11-A	22,8	23	54,2	F	11,33	6,13	2,17
16	519798	8246461	4223	COH-11-C1	30,8	26	43,2	F	21,30	5,98	2,36
16	519798	8246461	4223	COH-11-C2	26,8	25	48,2	FY	39,20	5,96	2,12
17	514377	8254157	4189	CHO-1-A1	19,8	26,6	53,6	FYA	636,67	5,58	1,70
17	514377	8254157	4189	CHO-1-A2	26,8	27,8	45,4	FY	109,77	5,89	2,10
17	514377	8254157	4189	CHO-1-A3	30,8	27,8	41,4	FYA	56,20	5,97	1,69
18	510872	8256436	4502	CHO-2-A1	19,6	39,8	40,6	F	41,87	5,38	1,71
18	510872	8256436	4502	CHO-2-A2	18,8	41,8	39,4	F	43,60	5,47	2,22
18	510872	8256436	4502	CHO-2-C2	43,8	38,8	17,4	FY	14,30	5,46	2,11
19	512643	8255235	4332	CHO-3-A1	21,8	37,8	40,4	F	33,93	6,16	2,36
19	512643	8255235	4332	CHO-3-A2H	27,6	36,8	35,6	F	36,57	5,89	2,13
19	512643	8255235	4332	CHO-3-C	49,8	39	11,2	YL	38,43	6,32	2,91
20	514264	8255224	4167	CHO-4-A1	19,8	32	48,2	F	24,53	5,50	2,46
20	514264	8255224	4167	CHO-4-A2	17,8	24,8	57,4	F	16,53	5,90	2,19
20	514264	8255224	4167	CHO-4-C1	24,8	21,8	53,4	YL	15,13	5,98	2,82
21	515507	8252507	4148	CHO-5-A1	24,8	44,2	31	F	207,00	7,39	2,35
21	515507	8252507	4148	CHO-5-A2	31,8	51	17,2	FA	103,50	7,58	2,40
21	515507	8252507	4148	CHO-5-C	45,8	53	1,2	FYA	101,07	7,54	2,52
22	510283	8257116	4445	CHO_6_A1	58,8	38	3,2	F	121,90	5,24	2,55
22	510283	8257116	4445	CHO-6-A2	44,8	54	1,2	FYL	133,13	5,16	2,51
22	510283	8257116	4445	CHO-6-C	55,8	44	0,2	YL	104,03	5,02	2,57

**Anexo III. Porcentaje de nitrógeno total y porcentaje de carbono total**

<b>Nº</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Código</b>	<b>% N</b>	<b>%C</b>
1	520410	8239320	3871	CHI-1	0,06	0,53
2	520900	8239370	3857	CHI-2	0,07	0,64
3	521682	8239695	3853	CHI-3	0,06	0,67
4	522490	8239190	3847	CHI-4	0,11	1,55
5	522794	8238990	3841	CHI-5	0,29	1,99
6	523190	8241508	3862	COH-1	0,08	1,47
7	519090	8244623	3962	COH-2	0,13	1,51
8	520740	8242929	3923	COH-3	0,13	1,63
9	518102	8246350	4018	COH-4	0,16	1,80
10	518274	8246114	4016	COH-5	0,17	2,00
11	519353	8244526	3976	COH-6	0,08	0,67
12	519322	8244730	3998	COH-7	0,03	0,23
13	519292	8245633	4102	COH-8	0,17	1,80
14	520975	8245797	4236	COH-9	0,14	1,34
15	519810	8244830	4049	COH-10	0,08	1,16
16	519798	8246461	4223	COH-11	0,19	2,02
17	514377	8254157	4189	CHO-1	1,24	20,60
18	510872	8256436	4502	CHO-2	0,30	4,94
19	512643	8255235	4332	CHO-3	0,23	3,28
20	514264	8255224	4167	CHO-4	0,34	6,45
21	515507	8252507	4148	CHO-5	0,20	2,59
22	510283	8257116	4445	CHO-6	0,09	3,55

## Anexo IV. Resultados obtenidos del IBTEN



### MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

## ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

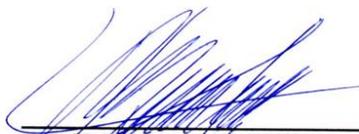
INTERESADO : NELSON ROJAS VILLCA  
NO SOLICITUD: 103E / 2015  
PROCEDENCIA : Departamento LA PAZ,  
FECHA DE RECEPCIÓN : 13 / Mayo / 2015  
Provincia OMASUYOS,  
FECHA DE ENTREGA : 21 / Junio / 2015  
Comunidades: CHINCHAYA, COHANI, CHUJÑAPATA.  
FACULTAD DE AGRONOMÍA - UMSA

DESCRIPCIÓN : MUESTRA DE SUELO : A - CHI - II

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
334-01 /2015	C A T I O N E S D E	Calcio	4,47	meq/100 g	Absorción atómica
334-02 /2015		Magnesio	1,61	meq/100 g	Absorción atómica
334-03 /2015		Sodio	0,10	meq/100 g	Emisión atómica
334-04 /2015		Potasio	0,08	meq/100 g	Emisión atómica
334-05 /2015		Fósforo asimilable	6,29	ppm	Espectrofotometría UV-Visible

OBSERVACIONES,- \*\* Cationes de Cambio extraídos con acetato de amonio 1N.



  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
JORGE CHUÑGARA C.

**MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA**

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS****INTERESADO :** NELSON ROJAS VILLCA**NO SOLICITUD:** 103F / 2015**PROCEDENCIA :** Departamento LA PAZ,**FECHA DE RECEPCIÓN :** 13 / Mayo / 2015

Provincia OMASUYOS,

**FECHA DE ENTREGA :** 21 / Junio / 2015

Comunidades: CHINCHAYA, COHANI, CHUJÑAPATA.

**FACULTAD DE AGRONOMÍA - UMSA****DESCRIPCIÓN :** MUESTRA DE SUELO: A - CHI - III

Nº Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
335-01 /2015	C A T I O N E S D E	Calcio	4,67	meq/100 g	Absorción atómica
335-02 /2015		Magnesio	1,84	meq/100 g	Absorción atómica
335-03 /2015		Sodio	0,06	meq/100 g	Emisión atómica
335-04 /2015		Potasio	0,31	meq/100 g	Emisión atómica
335-05 /2015		Fósforo asimilable	10,81	ppm	Espectrofotometría UV-Visible

**OBSERVACIONES,-** \*\* Cationes de Cambio extraídos con acetato de amonio 1N.

RESPONSABLE DE LABORATORIO  
JORGE CHUNGARA C.

**MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA**

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS****INTERESADO :** NELSON ROJAS VILLCA**NO SOLICITUD:** 103G / 2015**PROCEDENCIA :** Departamento LA PAZ,**FECHA DE RECEPCION :** 13 / Mayo / 2015

Provincia OMASUYOS,

**FECHA DE ENTREGA :** 21 / Junio / 2015

Comunidades: CHINCHAYA, COHANI, CHUÑAPATA.

**FACULTAD DE AGRONOMÍA - UMSA****DESCRIPCIÓN :** MUESTRA DE SUELO: A - CHI - IV

Nº Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
336-01 /2015	C A T I O N E S D E	Calcio	8,24	meq/100 g	Absorción atómica
336-02 /2015		Magnesio	4,56	meq/100 g	Absorción atómica
336-03 /2015		Sodio	0,27	meq/100 g	Emisión atómica
336-04 /2015		Potasio	0,65	meq/100 g	Emisión atómica
336-05 /2015	Fósforo asimilable	1,06	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

**OBSERVACIONES,-** \*\* Cationes de Cambio extraidos con acetato de amonio 1N.

**RESPONSABLE DE LABORATORIO**  
JORGE CHUNGARA C.

**MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA**

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

**ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS****INTERESADO : NELSON ROJAS VILLCA****NO SOLICITUD: 103A / 2015****PROCEDENCIA : Departamento LA PAZ,****FECHA DE RECEPCION : 13 / Mayo / 2015****Provincia OMASUYOS,****FECHA DE ENTREGA : 21 / Junio / 2015****Comunidades: CHINCHAYA, COHANI, CHUÑAPATA.****FACULTAD DE AGRONOMÍA - UMSA****DESCRIPCIÓN : MUESTRA DE SUELO : A - KN - I**

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
330-01 /2015	C A T I O N E S D E	Calcio	4,14	meq/100 g	Absorción atómica
330-02 /2015		Magnesio	2,40	meq/100 g	Absorción atómica
330-03 /2015		Sodio	0,09	meq/100 g	Emisión atómica
330-04 /2015		Potasio	3,18	meq/100 g	Emisión atómica
330-05 /2015	Fósforo asimilable	6,83	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

**OBSERVACIONES,- \*\*** Cationes de Cambio extraidos con acetato de amonio 1N.  
**RÉSPONSABLE DE LABORATORIO**  
JORGE CHUNGARA C.

**MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA**

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS**

INTERESADO : NELSON ROJAS VILLCA  
NO SOLICITUD: 103B / 2015  
PROCEDENCIA : Departamento LA PAZ, FECHA DE RECEPCIÓN : 13 / Mayo / 2015  
Provincia OMASUYOS, FECHA DE ENTREGA : 21 / Junio / 2015  
Comunidades: CHINCHAYA, COHANI, CHUJÑAPATA.  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA - UMSA**

DESCRIPCIÓN : MUESTRA DE SUELO : A - KN - III

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
331-01 /2015	C A T I O N E S D E	Calcio	4,28	meq/100 g	Absorción atómica
331-02 /2015		Magnesio	2,29	meq/100 g	Absorción atómica
331-03 /2015		Sodio	0,10	meq/100 g	Emisión atómica
331-04 /2015		Potasio	0,06	meq/100 g	Emisión atómica
331-05 /2015		Fósforo asimilable	6,35	ppm	Espectrofotometría UV-Visible

OBSERVACIONES,- \*\* Cationes de Cambio extraídos con acetato de amonio 1N.



  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
JORGE CHUNGARA C.



**MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA**

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS**

INTERESADO : *NELSON ROJAS VILLCA* NO SOLICITUD: *103C / 2015*  
 PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,* FECHA DE RECEPCION : *13 / Mayo / 2015*  
*Provincia OMASUYOS,* FECHA DE ENTREGA : *21 / Junio / 2015*  
*Comunidades: CHINCHAYA, COHANI, CHUJÑAPATA.*  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA - UMSA**

DESCRIPCIÓN : *MUESTRA DE SUELO: A - KN - VI*

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
332-01 /2015	C A T I O N E S D E	Calcio	7,67	meq/100 g	Absorción atómica
332-02 /2015		Magnesio	1,73	meq/100 g	Absorción atómica
332-03 /2015		Sodio	1,26	meq/100 g	Emisión atómica
332-04 /2015		Potasio	0,24	meq/100 g	Emisión atómica
332-05 /2015		Fósforo asimilable	5,40	ppm	Espectrofotometría UV-Visible

OBSERVACIONES,- \*\* Cationes de Cambio extraídos con acetato de amonio 1N.



*[Handwritten Signature]*  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 JORGE CHUNGARA C.

**MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA**

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS****INTERESADO :** NELSON ROJAS VILLCA**NO SOLICITUD:** 103D / 2015**ORIGEN :** Departamento LA PAZ,**FECHA DE RECEPCIÓN :** 13 / Mayo / 2015

Provincia OMASUYOS,

**FECHA DE ENTREGA :** 21 / Junio / 2015

Comunidades: CHINCHAYA, COHANI, CHUÑAPATA.

**FACULTAD DE AGRONOMÍA - UMSA****DESCRIPCIÓN :** MUESTRA DE SUELO: A - KN - IX

Nº Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
333-01 /2015	C A T I O N E S D E	Calcio	7,79	meq/100 g	Absorción atómica
333-02 /2015		Magnesio	3,14	meq/100 g	Absorción atómica
333-03 /2015		Sodio	0,14	meq/100 g	Emisión atómica
333-04 /2015		Potasio	0,65	meq/100 g	Emisión atómica
333-05 /2015		Fósforo asimilable	4,78	ppm	Espectrofotometría UV-Visible

**OBSERVACIONES,-** \*\* Cationes de Cambio extraídos con acetato de amonio 1N.  
\_\_\_\_\_  
**RESPONSABLE DE LABORATORIO**  
JORGE CHUNGARA C.



**MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA**

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS**

INTERESADO : *NELSON ROJAS VILLCA*

NO SOLICITUD: *103H / 2015*

PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*

FECHA DE RECEPCION : *13 / Mayo / 2015*

*Provincia OMASUYOS,*

FECHA DE ENTREGA : *21 / Junio / 2015*

*Comunidades: CHINCHAYA, COHANI, CHUJÑAPATA.*

**FACULTAD DE AGRONOMÍA - UMSA**

DESCRIPCIÓN : **MUESTRA DE SUELO: A - CHO - I**

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
337-01 /2015	C A T I O N E S D E	Calcio	16,67	meq/100 g	Absorción atómica
337-02 /2015		Magnesio	7,67	meq/100 g	Absorción atómica
337-03 /2015		Sodio	0,93	meq/100 g	Emisión atómica
337-04 /2015		Potasio	3,21	meq/100 g	Emisión atómica
337-05 /2015		Fósforo asimilable	21,27	ppm	Espectrofotometría UV-Visible

OBSERVACIONES,- \*\* Cationes de Cambio extraídos con acetato de amonio 1N.



RESPONSABLE DE LABORATORIO  
JORGE CHUNGARA C.



**MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA**

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS**

INTERESADO : *NELSON ROJAS VILLCA*

NO SOLICITUD: *1031 / 2015*

PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*

FECHA DE RECEPCIÓN : *13 / Mayo / 2015*

*Provincia OMASUYOS,*

FECHA DE ENTREGA : *21 / Junio / 2015*

*Comunidades: CHINCHAYA, COHANI, CHUJÑAPATA.*

***FACULTAD DE AGRONOMÍA - UMSA***

DESCRIPCIÓN : ***MUESTRA DE SUELO : A - CHO - III***

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
338-01 /2015	C A T I O M B I O D E	Calcio	6,13	meq/100 g	Absorción atómica
338-02 /2015		Magnesio	2,12	meq/100 g	Absorción atómica
338-03 /2015		Sodio	0,09	meq/100 g	Emisión atómica
338-04 /2015		Potasio	0,34	meq/100 g	Emisión atómica
338-05 /2015		Fósforo asimilable	2,66	ppm	Espectrofotometría UV-Visible

OBSERVACIONES,- \*\* Cationes de Cambio extraídos con acetato de amonio 1N.



*[Handwritten signature]*  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
JORGE CHUNGARA C.



**MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA**

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS**

INTERESADO : *NELSON ROJAS VILLCA*  
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*  
*Provincia OMASUYOS,*  
*Comunidades: CHINCHAYA, COHANI, CHUJÑAPATA.*

NO SOLICITUD: *103J / 2015*  
FECHA DE RECEPCION : *13 / Mayo / 2015*  
FECHA DE ENTREGA : *21 / Junio / 2015*

**FACULTAD DE AGRONOMÍA - UMSA**

DESCRIPCIÓN : **MUESTRA DE SUELO: A - CHO - VI**

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
339-01 /2015	C A T I O N E S D E	Calcio	2,30	meq/100 g	Absorción atómica
339-02 /2015		Magnesio	3,97	meq/100 g	Absorción atómica
339-03 /2015		Sodio	0,11	meq/100 g	Emisión atómica
339-04 /2015		Potasio	0,24	meq/100 g	Emisión atómica
339-05 /2015	Fósforo asimilable	1,82	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

**OBSERVACIONES,-** \*\* Cationes de Cambio extraídos con acetato de amonio 1N.



*[Handwritten Signature]*  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
JÓRGE CHUNGARA C.

**MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA**

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS****INTERESADO :** NELSON ROJAS VILLCA**NO SOLICITUD:** 103J / 2015**PROCEDENCIA :** Departamento LA PAZ,**FECHA DE RECEPCIÓN :** 13 / Mayo / 2015

Provincia OMASUYOS,

**FECHA DE ENTREGA :** 21 / Junio / 2015

Comunidades: CHINCHAYA, COHANI, CHUJÑAPATA.

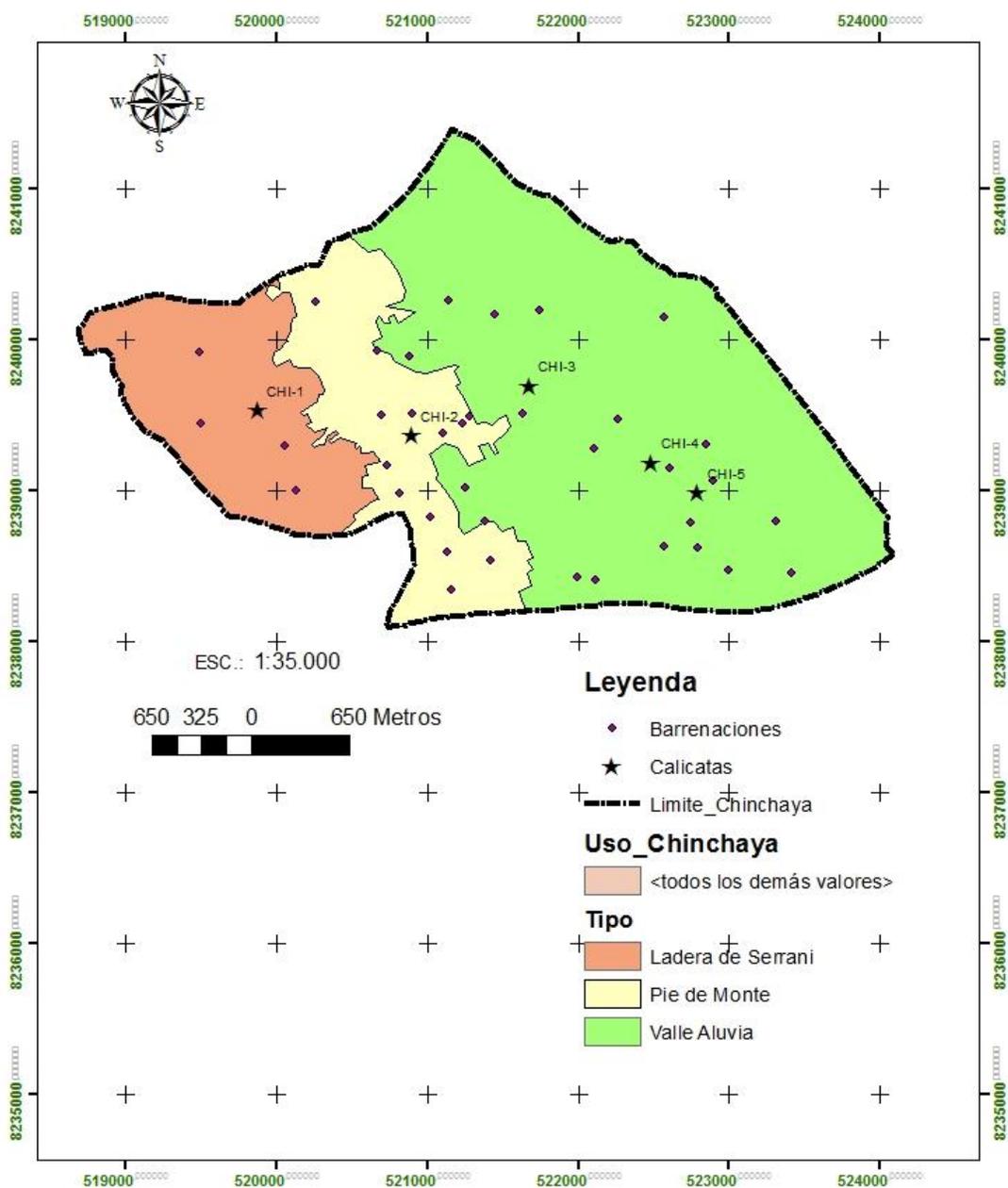
**FACULTAD DE AGRONOMÍA - UMSA**

N° Lab.	CÓDIGO	FÓSFORO ASIMILABLE	Unidades	Método
340 /2015	A - KN - II	6,75	ppm	Espectrofotometría UV - Visible
341 /2015	A - KN - IV	9,92	ppm	Espectrofotometría UV - Visible
342 /2015	A - KN - V	20,39	ppm	Espectrofotometría UV - Visible
343 /2015	A - KN - VII	3,18	ppm	Espectrofotometría UV - Visible
344 /2015	A - KN - VIII	2,50	ppm	Espectrofotometría UV - Visible
345 /2015	A - KN - X	10,31	ppm	Espectrofotometría UV - Visible
346 /2015	A - KN - XI	2,21	ppm	Espectrofotometría UV - Visible
347 /2015	A - CHI - I	3,17	ppm	Espectrofotometría UV - Visible
348 /2015	A - CHI - V	1,25	ppm	Espectrofotometría UV - Visible
349 /2015	A - CHO - II	5,28	ppm	Espectrofotometría UV - Visible
350 /2015	A - CHO - IV	3,09	ppm	Espectrofotometría UV - Visible
351 /2015	A - CHO - V	0,45	ppm	Espectrofotometría UV - Visible

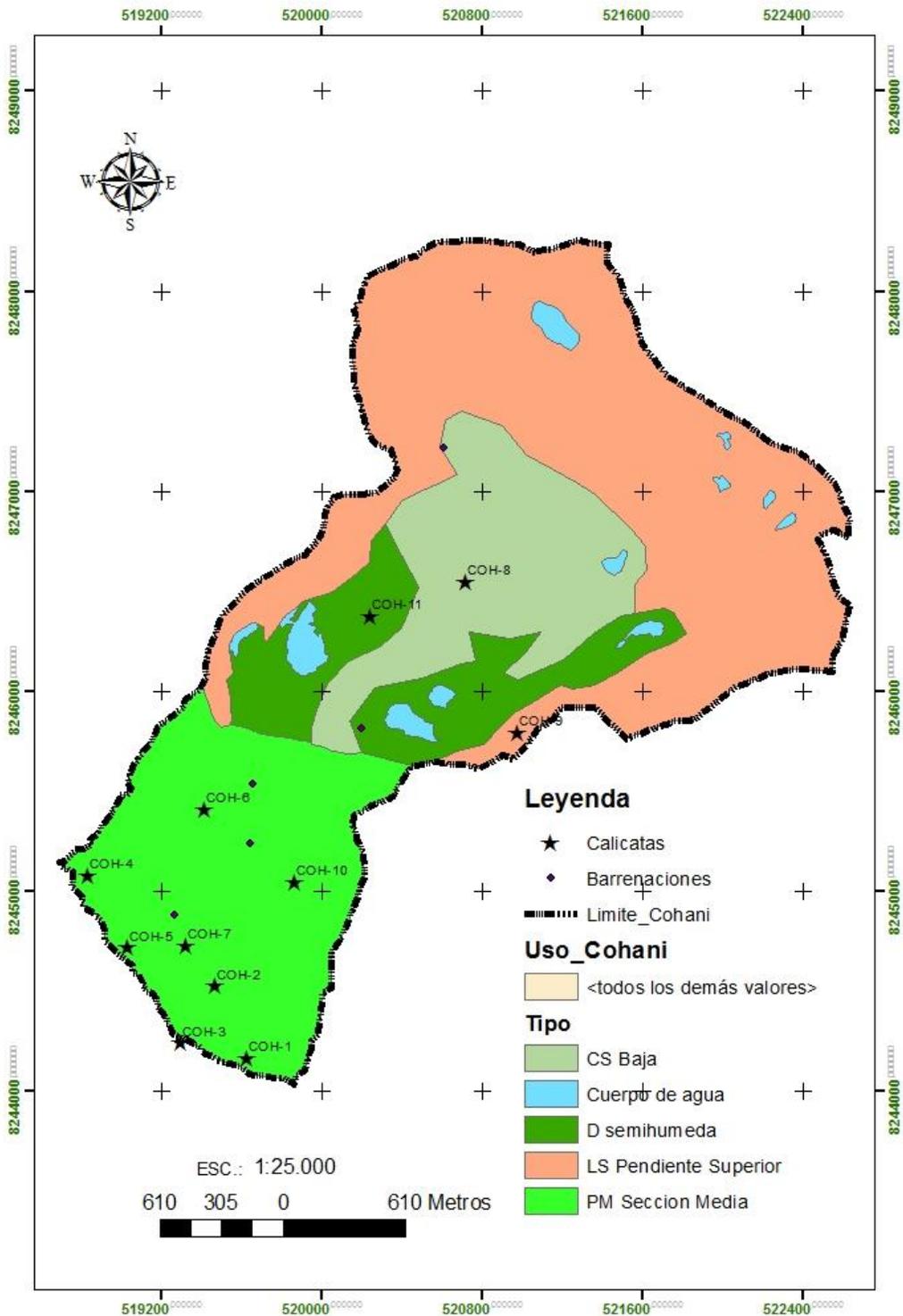
**OBSERVACIONES,-**

RESPONSABLE DE LABORATORIO  
JORGE CHUNGARA C.

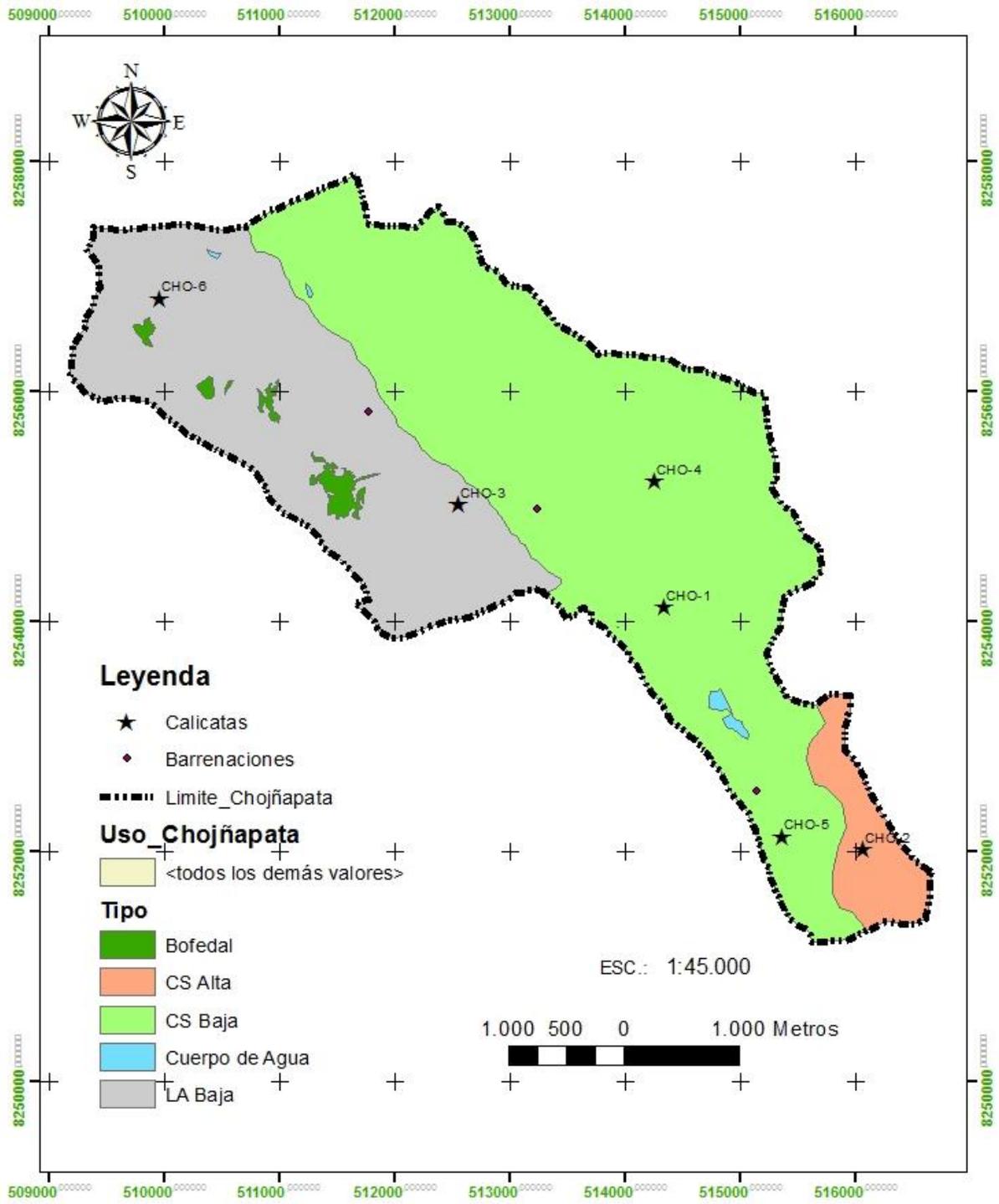
## Anexo V. Mapas de paisajes de las comunidades en estudio



Mapa de unidades de paisaje de la Comunidad de Chinchaya.

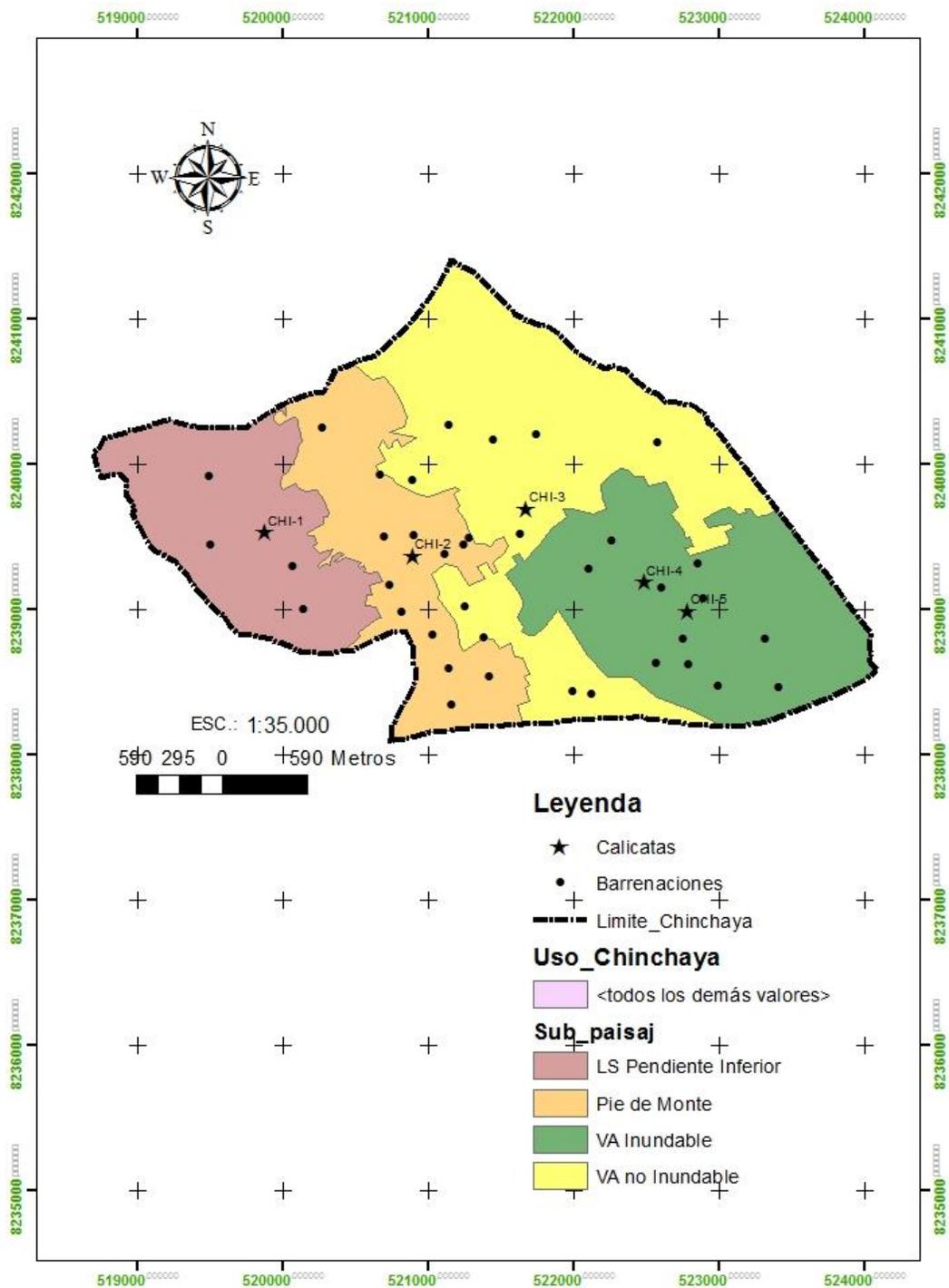


**Mapa de unidades de paisaje de la Comunidad de Cohani**

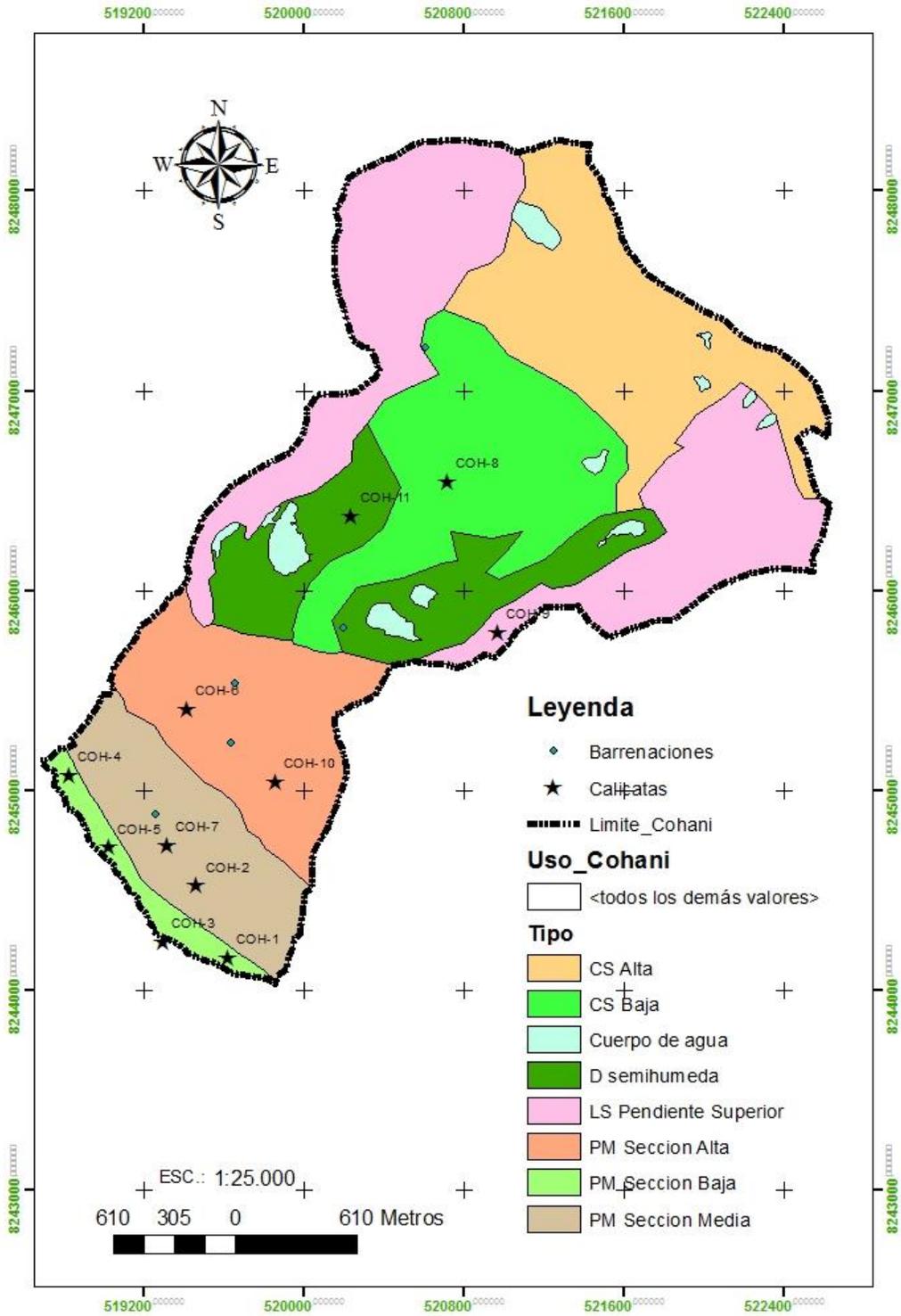


Mapa de unidades de paisaje de la Comunidad de Chojñapata

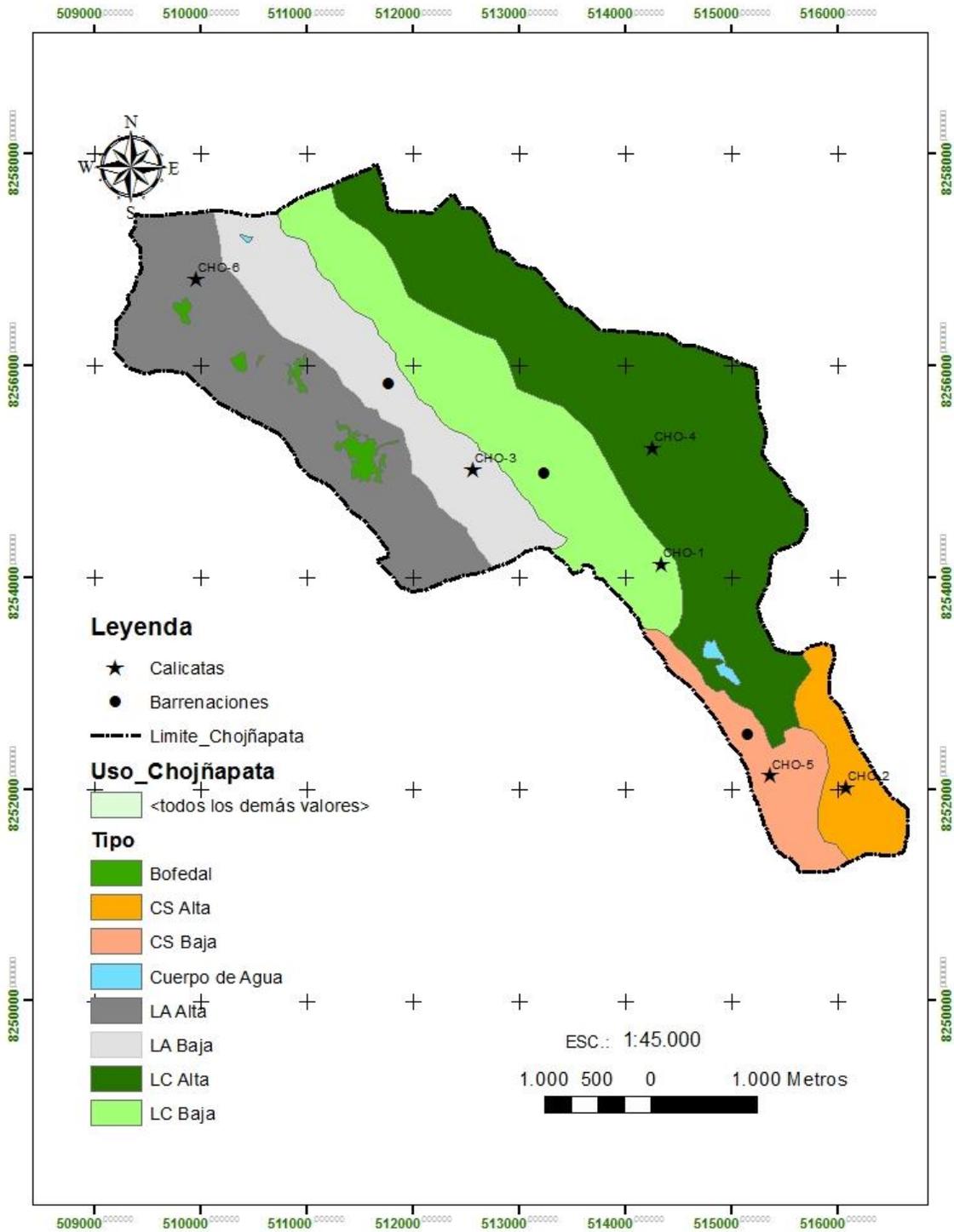
## Anexo VI. Mapas de sub paisajes de las comunidades en estudio



Mapa de unidades de sub paisaje de la Comunidad de Chinchaya



Mapa de unidades de sub paisaje de la Comunidad de Cohani



Mapa de unidades de sub paisaje de la Comunidad de Chojñapata