

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



TESIS DE GRADO

ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DE LA SUB CENTRAL
COROMATA DEL MUNICIPIO DE ACHACACHI
(Provincia Omasuyos del Departamento de La Paz)

Rogelio Nina Huanca

La Paz - Bolivia

2013

**Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Agronomía
Carrera de Ingeniería Agronómica**

**ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DE LA SUB CENTRAL
COROMATA DEL MUNICIPIO DE ACHACACHI
(Provincia Omasuyos del Departamento de La Paz)**

*Tesis de Grado presentado como requisito
parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

Rogelio Nina Huanca

Asesores:

Ing. Ph.D. Vladimir Orsag Céspedes

Ing. Zenón Eduardo Huanca Laura

Tribunal Examinador:

Dr. Abul Kalam Kurban

Ing. Carlos Perez Limache

Ing. Ramiro Mendoza Nogales

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador:

DECICATORIA

A Dios por permitirme la vida, a mis amados padres Roberto y Tomasa, hermanos. Herminia, Fredy, Jeanet y Wilma. A mis sobrinos Danae, Leonel, Jhon, Angel, Julián y cuñados por su apoyo moral e incondicional para la conclusión del presente trabajo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, plantel docente y administrativo que hizo posible mi formación profesional.

Al Dr. Vladimir Orsag por su valiosa cooperación como Asesor del presente trabajo de investigación.

Al Ingeniero Zenón Huanca, por su apoyo y aportaciones en el presente trabajo de investigación y como Asesor de la misma.

A las autoridades de las siete comunidades de la Sub Central Coromata que me abrieron las puertas de sus comunidades para el desarrollo del presente trabajo.

A los Revisores en las personas de Dr. Abul Kalam Kurban, Ing Carlos Perez Limache e Ing. Ramiro Mendoza Nogales, por sus valiosas correcciones.

A mis amigos y compañeros (as) de estudio, y a todas aquellas personas que me alentaron y colaboraron de una u otra manera para culminar el presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	i
ÍNDICE DE MAPAS	vi
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	ix
INDICE DE MAPAS EN ANEXOS.....	ix
INDICE DE CUADROS EN ANEXOS	xi
INDICE DE FOTOGRAFÍAS EN ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Justificación	4
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo General	5
1.2.2. Objetivos específicos	5
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1. La zonificación agroecológica en Bolivia	6
2.2. Zonificación Agroecológica (ZAE)	7
2.3. Celda Agroecológica	9
2.4. Zona agroecológica.....	9
2.5. Tipos de Utilización de Tierras (TUT's)	9
2.6. Evaluación de la aptitud de uso de las unidades de tierra	9
2.7. La Zonificación Agro-ecológica	12
2.8. El medio biofísico	13
2.8.1. Clima.....	13
2.8.1.1. Principales características climáticas.....	13
2.8.1.2. Principales problemas climáticos.....	15
2.8.2. Suelos	15
2.8.2.1. Densidad de observación a escala de trabajo	16

2.8.3. Vegetación	16
2.8.3.1. Cartografía de la vegetación.....	16
2.8.4. Medio socioeconómico.....	17
2.8.4.1. Requerimientos socioeconómicos	17
2.8.4.2. Requerimientos de información socioeconómica, ámbitos de recolección y procesamiento	18
2.8.4.3 Información secundaria	18
2.8.4.4. Información primaria.....	18
2.9. Clasificación de la aptitud uso de la tierra	19
2.9.1. Método de Thiessen.....	19
2.9.1.1. Generación de isolíneas y polígonos de Thiessen	19
2.9.2. Análisis de la duración del período de crecimiento.....	20
2.9.3. Radiación solar	22
2.9.3.1. Estimación de la radiación solar	22
2.9.3.2. Tasa de acumulación de materia seca	22
a) Índice de área foliar	23
b) El índice de cosecha (IC).....	23
c) Ruta fotosintética.....	24
d) Plantas CAM	25
2.10. Sistemas de Información Geográfica (SIG)	25
2.10.1. El sistema GPS	26
3. LOCALIZACIÓN.....	27
3.1. Ubicación	27
3.2. Fisiografía	27
3.3. Suelos.....	27
3.4. Vegetación.....	27
3.5. Clima.....	29
3.6. Hidrografía	29
4. MATERIALES Y MÉTODOS	30
4.1. Materiales	30
4.1.1. De campo.....	30

4.1.2. De gabinete	30
4.1.3. Servicios de laboratorio	31
4.2. Métodos	31
4.2.1. Tipo de investigación.....	31
4.2.2. Fase 1: Pre-campo.....	31
4.2.2.1 Recopilación de información secundaria	31
4.2.3. Fase 2: Trabajo de Campo.....	32
4.2.3.1. Coordinación con autoridades	32
4.2.3.2. Revalidación de las unidades fisiográficas	32
4.2.3.3. Levantamiento edafológico.....	32
4.2.3.4. Descripción del sitio de muestreo	32
4.2.3.5. Descripción de perfiles de suelos	33
4.2.3.6. Cobertura vegetal	33
4.2.3.7. Levantamiento de información acerca del recurso agua	33
4.2.3.8. Factores socioeconómicos	34
4.2.4. Fase 3 de Gabinete (Post campo).....	34
4.2.4.1. Evaluación de los tipos de utilización de la tierra (TUT's)	34
h) Evaluación de aptitud de uso de tierra.....	37
- Cálculo del rendimiento agronómico potencial (acumulación de biomasa neta).....	37
4.2.4.2. Zonificación agroecológica (ZAE) del área de estudio	38
4.2.5. Fase 4 Elaboración de la cartografía temática.....	38
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
5.1. Caracterización del medio físico biológico.....	40
5.2. Unidades fisiográficas (Unidades de terreno).....	40
5.2.1. Características de las unidades fisiográficas	40
5.2.1.1. Serranía Alta con disección fuerte (ASAF)	42
5.2.1.2. Serranía Media con disección moderada (ASMM).....	42
5.2.1.3. Piedemonte con disección moderada (APM)	43
5.2.1.4. Terraza Aluvial con disección ligera (APTAL)	44
5.2.1.5. Llanura Aluvial con disección moderada (ALLAM).....	44

5.1.1.6. Llanura de Abanico aluvial con disección ligera (ALAAL)	45
5.1.1.7. Llanura de piedemonte con Bofedal con disección ligera (ALPL)	46
5.1.1.8. Lecho de Rio de Llanura Aluvial con disección fuerte (ALALRF)	46
5.3. Inventario climático	47
5.3.1. Localización de estaciones meteorológicas del área de influencia ...	47
5.3.2. Inventario de duración del periodo de crecimiento (DPC).....	47
5.3.3. Análisis del periodo de crecimiento (DPC) por estaciones meteorológicas.....	48
5.3.4. Inventario de zonas térmicas y de precipitación.	51
5.3.5. Inventario de la Radiación Solar.....	52
5.4. Inventario del recurso suelo	58
5.4.1. Suelos de Serranía Alta con disección fuerte (ASAF).....	58
5.4.2. Suelos de Serranía Media con disección moderada (ASMM)	61
5.4.3. Suelos de Piedemonte con disección moderada (APM)	64
5.4.4. Suelos de Planicie con Terraza Aluvial de disección ligera (APTAL).....	67
5.4.5. Suelos de Llanura Aluvial con disección moderada (ALLAM)	70
5.4.6. Suelos de Llanura de Abanico Aluvial con disección ligera (ALAAL)	73
5.4.7. Suelos de Llanura de Piedemonte con Bofedal con disección ligera (ALPL).....	76
5.4.8. Descripción de suelos en Lecho de Rio de Llanura aluvial con disección fuerte (ALRLAF)	79
5.5. Inventario de cobertura vegetal	79
5.5.1. Tipo de asociación vegetal Bofedal	80
5.5.2. Tipo de asociación vegetal Ch'illiwari	80
5.5.3. Tipo de asociación vegetal Sicuyal.....	81
5.5.4. Tipo de asociación vegetal Gramíneas cespitosas con hierbas.....	81
5.5.5. Uso actual y cobertura vegetal	81
5.6. Inventario de Recursos Hídricos	86
5.6.1. Caudal de los principales Ríos de la Sub Central Coromata	86

5.10. Determinación de Zonas agroecológicas	119
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	122
6.1. Conclusiones	122
6.1. Recomendaciones	129
7. BIBLIOGRAFÍA	130
ANEXOS	

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Ubicación de la Sub Central Coromata	28
Mapa 2. Unidades Fisiográficas en la Sub Central Coromata	41
Mapa 3. Zonas de precipitación (ISOYETAS) Sub Central Coromata	54
Mapa 4. Duración de Periodos de Crecimiento (DPC) Sub Central.....	55
Mapa 5. Zonas Térmicas (ISOTERMAS) Sub Central Coromata	56
Mapa 6. Distribución de la Radiación Solar Global (RG) Sub Central Coromata...	57
Mapa 7. Cobertura Vegetal en la Sub Central Coromata	84
Mapa 8. Cobertura Vegetal y uso actual Sub Central Coromata	85
Mapa 9. Tipos de utilización de tierras en la Sub Central Coromata	102
Mapa 10. Aptitud de las tierras para cultivo de Papa Sub Central Coromata	109
Mapa 11. Aptitud de las tierras para cultivo de Haba Sub Central Coromata	110
Mapa 12. Aptitud de las tierras para cultivo de cebada Sub Central Coromata ...	111
Mapa 13. Aptitud de las tierras para cultivo de Avena Sub Central Coromata	112
Mapa 14. Aptitud de las tierras para cultivo de papalisa Sub Central Coromata .	113
Mapa 15. Aptitud de las tierras para cultivo de Oca Sub Central Coromata	114
Mapa 16. Aptitud de las tierras para cultivo de Isaño Sub Central Coromata	115
Mapa 17. Aptitud de las tierras para cultivo de Quinoa Sub Central Coromata ...	116
Mapa 18. Aptitud de las tierras para cultivo de Kañahua Sub Central Coromata	117
Mapa 19. Aptitud de las tierras para cultivo de Alfalfa Sub Central Coromata	118
Mapa 20. Zonas agroecológicas Sub Central Coromata	121

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Criterios de la aplicación de niveles de insumos enfoque FAO (1994) .	11
Cuadro 2. Densidad de observación a Escala de Trabajo	16
Cuadro 3. Ejemplos de índice de área foliar	23
Cuadro 4. Ejemplos de Índice de Cosecha	24
Cuadro 5. Ruta fotosintética de algunos cultivos.....	25
Cuadro 6. Cualidades de la tierra para un Tipo de Uso de la Tierra	35
Cuadro 7. Categorías y Subcategorías de Uso de la Tierra	38
Cuadro 8. Leyenda de Clasificación Fisiográfica.....	40
Cuadro 9. Estaciones meteorológicas involucradas en el área de estudio	47
Cuadro 10. Datos Meteorológicos Estación Meteorológica El Belén_(1990-2009) .	48
Cuadro 11. Datos meteorológicos estación Huarina Cota Cota (1990-2009)	49
Cuadro 12. Datos Meteorológicos estación Tiwanaku (1990-2009)	50
Cuadro 13. Duración del Periodo de Crecimiento (DPC) por estaciones.....	51
Cuadro 14. Temperatura y precipitación promedio anual 1989-2009	51
Cuadro 15. Valor de Radiación solar por estaciones.....	53
Cuadro 16. Características químicas y nivel de fertilidad potencial de suelos de Serranía Alta con disección fuerte (ASAF)	59
Cuadro 17. Descripción del perfil de suelo Sipe Sipe (Calicata N° 1)	59
Cuadro 18. Características químicas y nivel de fertilidad potencial de suelos de Serranía Media con disección moderada (ASMM)	62
Cuadro 19. Descripción del perfil de suelo Pairumani (Calicata N° 14)	62
Cuadro 20. Características químicas y nivel de fertilidad potencial de suelos de Piedemonte con disección moderada (APM).....	65
Cuadro 21. Descripción del perfil de suelo Sipe Sipe (Calicata N° 003)	65
Cuadro 22. Características químicas y nivel de fertilidad potencial de suelos de Planicie con Terraza Aluvial de disección ligera (APTAL)	68
Cuadro 23. Descripción del perfil de suelo Pairumani (Calicata N° 011)	68
Cuadro 24. Características químicas y nivel de fertilidad potencial de suelos de Llanura Aluvial con disección moderada (ALLAM)	71
Cuadro 25. Descripción del perfil de suelo Sipe Sipe (Calicata N° 005)	71

Cuadro 26. Características químicas y nivel de fertilidad potencial de suelos de Llanura de Abanico Aluvial con disección nula (ALAAL).....	74
Cuadro 27. Descripción del perfil de suelo Coromata Media (Calicata N° 025)	74
Cuadro 28. Características químicas y nivel de fertilidad potencial de suelos de Llanura de Piedemonte con Bofedal con disección ligera (ALPL).....	77
Cuadro 29. Descripción del perfil de suelo Coromata Baja (Calicata N° 017).....	77
Cuadro 30. Cobertura Vegetal en la Sub Central Coromata.....	80
Cuadro 31. Uso actual y cobertura vegetal	82
Cuadro 32. Caudales de Principales Ríos de la Sub Central Coromata	86
Cuadro 33. Características físico-químicas de las aguas de los Ríos Keka y corpa de la Sub Central Coromata	87
Cuadro 34. Clasificación de las aguas del Río Keka Sub Central Coromata	88
Cuadro 35. Clasificación de las aguas del Río Corpa Sub Central Coromata	90
Cuadro 36. Población de la Sub Central Coromata.....	92
Cuadro 37. Población económicamente activa	94
Cuadro 38. Ubicación de las Comunidades de la Sub Central Coromata	95
Cuadro 39. Tenencia de tierra en la Sub Central Coromata.....	96
Cuadro 40. Niveles de utilización de insumos en la producción de cultivos	97
Cuadro 41. Clases de aptitud de la tierra para el cultivo de papa	104
Cuadro 42. Rendimientos potenciales del cultivo de papa bajo tres niveles de insumo	105
Cuadro 43. Aptitud de tierras para el cultivo de papa Sub Central Coromata.....	105
Cuadro 44. Aptitud de tierras para el cultivo de cebada Sub Central Coromata ..	106
Cuadro 45. Aptitud de tierras para el cultivo de avena Sub Central Coromata	106
Cuadro 46. Aptitud de tierras para el cultivo de haba Sub Central Coromata.....	106
Cuadro 47. Aptitud de tierras para el cultivo de oca Sub Central Coromata.....	107
Cuadro 48. Aptitud de tierras cultivo de isaño Sub Central Coromata.....	107
Cuadro 49. Aptitud de tierras cultivo de papalisa Sub Central Coromata	107
Cuadro 50. Aptitud de tierras cultivo de quinua Sub Central Coromata.....	108
Cuadro 51. Aptitud de tierras cultivo de kañahua Sub Central Coromata.....	108

Cuadro 52. Aptitud de tierras cultivo de Alfalfa Sub Central Coromata	108
Cuadro 53. Categorías y subcategorías de zonificación agroecológica	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema metodológico de la Zonificación Agroecológica según FAO (1997)	8
Figura 2. Climograma Estación Meteorológica El Belén.....	29
Figura 3. Duración del Periodo de Crecimiento Estación El Belén	48
Figura 4. Duración del Periodo de Crecimiento Estación Cota Cota Huarina	49
Figura 5. Duración del Periodo de Crecimiento Estación Tiwanaku	50
Figura 6. Distribución de la población en la Sub Central Coromata.....	92
Figura 7. Formas de organización política y originaria	93

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Foto 1. Paisaje de Serranía Alta Comunidad Sipe Sipe	42
Foto 2. Paisaje de Serranía Alta Comunidad Pairumani	42
Foto 3. Paisaje de Piedemonte Comunidad Sipe Sipe	43
Foto 4. Paisaje de Terraza Aluvial Comunidad Pairumani	44
Foto 5. Paisaje de Llanura Aluvial Comunidad Sipe Sipe.....	44
Foto 6. Paisaje de Llanura de Abanico Aluvial Comunidad Coromata Alta.....	45
Foto 7. Paisaje de Llanura de Piedemonte con Bofedal Comunidad Coromata Baja	46
Foto 8. Paisaje de Lecho de Rio Comunidad Coromata Alta.....	46
Foto 9. Horizontes del perfil de suelos Comunidad Sipe Sipe Calicata 1	60
Foto 10. Horizontes del perfil de suelos Comunidad Pairumani Calicata 14.....	63
Foto 11. Horizontes del perfil de suelos Comunidad Sipe Sipe Calicata 3	66
Foto 12. Horizontes del perfil de suelos Comunidad Sipe Sipe Calicata 11	69
Foto 13. Horizontes del perfil de suelos Comunidad Sipe Sipe Calicata 5	72
Foto 14. Horizontes del perfil de suelos Comunidad Coromata Media Calic. 25 ...	75
Foto 15. Horizontes del perfil de suelos Comunidad Coromata Baja Calicata 17 ..	78

Foto 16. Vista unidad fisiográfica de Lecho de Río de Llanura Aluvial	79
Foto 17. Bofedales en la Comunidad Coromata Baja.....	80
Foto 18. Ch'illiwares en la Comunidad Coromata Baja	80
Foto 19. Sicuyales en la Comunidad Sipe Sipe.....	81
Foto 20. Gramíneas Cespitosas en la Comunidad Pairumani	81
Foto 21. Vista del Río Keka en la Comunidad Pairumani.....	88
Foto 22. Vista del Río Corpa en la Comunidad Berenguela - Patamanta	90
Foto 23. Vista de Iglesia Comunidad Pairumani.....	95
Foto 24. Vista de Comunidad Coromata Baja	95
Foto 25. Insumos utilizados en la producción de papa Comunidad Sipe Sipe.....	96
Foto 26. Aporque del cultivo de papa con tracción animal Comunidad Coromata Baja.....	96
Foto 27. Cosecha manual de papa Comunidad Pairumani	98
Foto 28. Planta de papa huaych'a con tuberculos Comunidad Pairumani.....	98
Foto 29. Tipo de Utilización de Tierras Comunidad Sipe Sipe.....	98
Foto 31. Tipo de Utilización de Tierras Comunidad Coromata Baja	99
Foto 30. Tipo de Utilización de Tierras Comunidad Berenguela-Patamanta	99
Foto 32. Tipo de Utilización de Tierras Comunidad Coromata Alta	99
Foto 33. Tipo de Utilización de Tierras Comunidad Pairumani	100
Foto 34. Tipo de Utilización de Tierras Comunidad Icrana	100
Foto 35. Tipo de Utilización de Tierras Comunidad Pairumani.....	100
Foto 36. Tipo de Utilización de Tierras Comunidad Berenguela-Patamanta	101
Foto 37. Tipo de Utilización Comunidad Pairumani.....	101

INDICE DE MAPAS EN ANEXOS

Mapo 21. Mapa Base Sub Central Coromata.....	139
Mapa 22. Mapa Geológico de la Sub Central Coromata	140
Mapa 23. Celdas Agroecológicas de la Sub Central Coromata	148
Mapa 24. Clasificación de suelos Sub Central Coromata.....	164

INDICE DE CUADROS EN ANEXOS

Cuadro 54. Inventario del cultivo de Papa.....	134
Cuadro 55. Inventario del cultivo de Cebada	134
Cuadro 56. Inventario del cultivo de Quinoa	135
Cuadro 57. Inventario del cultivo Kañahua.....	135
Cuadro 58. Inventario del cultivo de Avena.....	136
Cuadro 59. Inventario del cultivo de Papalisa	136
Cuadro 60. Inventario del cultivo de Oca	137
Cuadro 61. Inventario del cultivo Isaño	137
Cuadro 62. Inventario del cultivo de Haba	138
Cuadro 63. Inventario del cultivo de Alfalfa	138
Cuadro 64. Resumen de propiedades físico-químicas de suelos de la Sub Central Coromata dentro de cada unidad fisiográfica	143
Cuadro 65. Resumen de propiedades físico químicas de aguas de los principales Rios sub Central Coromata	144
Cuadro 66. Certificado de Análisis de Suelos Sub Central Coromata	145
Cuadro 67. Certificado de Análisis de Aguas Río Keka Sub Central Coromata...	146
Cuadro 68. Certificado de Análisis de Aguas Río Corpa Sub Central Coromata .	147
Cuadro 69. Base de datos de Celdas Agroecológicas Sub Central Coromata ...	149
Cuadro 70. Determinación de la biomasa neta y rendimiento agronómico potencial del cultivo de papa	150
Cuadro 71. Características Químicas y nivel de Fertilidad Potencial en suelos de Piedemonte con disección moderada (APM2).....	153
Cuadro 72. Descripción de perfil de suelos Pairumani (Calicata N° 08)	153
Cuadro 73. Características Químicas y nivel de Fertilidad Potencial en suelos de Piedemonte con disección moderada APM3	156
Cuadro 74. Descripción de perfil de suelos Pairumani (Calicata N° 09)	156
Cuadro 75. Características Químicas y nivel de Fertilidad Potencial en Suelos en Serranía Media con disección moderada ASMM1	159
Cuadro 76. Descripción de perfil de suelos Coromata Alta (Calicata N° 015).....	159

Cuadro 77. Características Químicas y nivel de Fertilidad Potencial en suelos de
Terraza Aluvial con disección ligera APTAL1162

Cuadro 78. Descripción de perfil de suelos Coromata Alta (Calicata N° 023).....162

INDICE DE FOTOGRAFIAS EN ANEXOS

Foto 38. Vista de Serranías, Piedemonte y planicie Sub Central Coromata.....141

Foto 39. Entrevista a pobladores para llenado de Formulario Socioeconómico ..141

Foto 40. Vista de vegetación (Sicuyal Ch'illiwar) en unidad fisiográfica de
Abanico Aluvial.....142

Foto 41. Vista de Río Keka Jawira en la Comunidad Icrana142

Foto 42. Horizontes del perfil de suelos Comunidad Pairumani Calicata 8.....154

Foto 43. Horizontes del perfil de suelos Comunidad Pairumani Calicata 9.....157

Foto 44. Horizontes del perfil de suelos Comunidad Coromata Alta Calicata 15 .160

Foto 45. Horizontes del perfil de suelos Comunidad Coromata Alta Calicata 23 .163

RESUMEN

El propósito del presente estudio fue realizar la zonificación agroecológica (ZAE) aplicando la metodología de FAO (1997) en la Sub Central Coromata de la Provincia Omasuyos del Departamento de La Paz, mediante la caracterización del medio físico-biológico, junto a la descripción de sus condiciones socioeconómicas y agro-productivos.

Esta información de diagnóstico permitió realizar la evaluación de los Tipos de Utilización de Tierras (TUT's), e identificar las aptitudes de uso para 8 cultivos de acuerdo a su importancia para la seguridad alimentaria de la zona.

Con cultivos como Papa (*Solanum tuberosum*), Oca (*Oxalis tuberosa*), Papalisa (*Ullucus tuberosus*), Isaño (*Tropaeolum tuberosum*), leguminosas como Haba (*Vicia faba*), y cereales como Quinoa (*Chenopodium quinoa*), Kañahua (*Chenopodium pallidicaule*) y Cebada (*Hordeum vulgare*), de este modo recomendar su manejo sostenible, por medio de delimitación de Zonas Agroecológicas expresadas en mapas.

La vegetación predominantemente pertenece al Altiplano, que cuenta con superioridad de las praderas alteradas por el minifundio, en Asociaciones constituidas por Ch'illiwares, S'icuyales, y Bofedales.

La Sub Central Coromata presenta suelos poco profundos a moderadamente profundos con texturas que van desde franco arcillosos a francos, reacción de ligeramente ácidos a casi neutros, no presentan problemas de salinidad, con fertilidad potencial de baja a moderada.

Las tierras para el cultivo de Papa de moderadamente y muy aptas (S1 a S3) alcanzan a rendimientos con insumos altos de 254.91 a 424.96 (qq/ha) y 265.59 a 159.36 (qq/ha) con insumos intermedios; y de 106.24 a 63.74 (qq/ha) con pocos insumos, y de no a marginalmente apto (N a S4) presentan rendimientos con utilización de tres niveles de utilización de insumos altos son menores a 21.25 (qq/ha), con insumos intermedios 13.28 (qq/ha) y con pocos insumos 5.31 (qq/ha).

Se identificó seis Zonas Agroecológicas, una con tierras de Uso ganadero agrícola extensivo con cultivos andinos e introducidos con 964,69 has. (16,56%), tierras de Uso ganadero extensivo con especies nativas e introducidas con 1215,85 has. (20,87%), tierras de Uso ganadero extensivo con especies introducidas con 933,06 has. (16,02%), tierras con Uso ganadero extensivo con especies nativas e introducidas y agrícola extensivo con cultivos andinos e introducidos con 1789,19 has. (30,71%), tierras de Uso ganadero extensivo con especies nativas e introducidas y agrícola extensivo con cultivos andinos con 800,66 has. (13,74%) del total.

Y por último las tierras que pertenecen a la zona agroecológica de tierras sin ningún uso agropecuario presentan una extensión de 121,82 has (2,09%) del total de la superficie de la Sub Central.

Las aguas de los principales ríos de Sub Central según la clasificación FAO (1987), no presentan restricción para la utilización con fines de riego por su bajo nivel de contenido de sales.

Palabras clave:

Zonificación agroecológica (ZAE), Tipos de Utilización de Tierras (TUT's), Aptitud de Uso, Medio Biofísico, Medio Socioeconómico.

1. INTRODUCCIÓN

El altiplano Boliviano abarca aproximadamente 92.500 Km², representando el 13% del total del territorio plurinacional, es una región casi plana, ubicada entre la Cordillera Occidental y la Cordillera Oriental (M.D.S.P. (2001).

La región del municipio de Achacachi está ubicada en el altiplano húmedo o Altiplano Norte del Departamento de La Paz.

La degradación de los recursos naturales fundamentales para la producción agropecuaria en esta región es alta, debido principalmente a la alta presión demográfica y los cambios climáticos ocasionados por el hombre.

Las principales vías de acceso son la carretera La Paz-Peñas la cual es asfaltada, el tramo que conecta las Localidades de Peñas-Chachacomani es ripiada y se extiende hasta la Localidad de Warisata. A una distancia aproximada de 80 Km de la ciudad de La Paz.

La Sub Central Coromata cuenta con siete comunidades (Coromata Alta, Coromata Media, Coromata Baja, Pairumani, Sipe Sipe, Icrana y Berenguela-Patamanta), dedicadas a la agropecuaria organizadas en el Sindicato Agrario.

Una de las estrategias de planificación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales es la zonificación agroecológica planteada por la Organización de las naciones Unidas para la Agricultura y alimentación (FAO).

Esta zonificación agroecológica recomienda los usos más adecuados convirtiéndolas de acuerdo a su aptitud en celdas agroecológicas aptas para diferentes usos representadas en mapas para diferentes cultivos.

La escasa existencia de información acerca de los recursos naturales de la Sub Central hace que se requiera información semidetallada a detallada.

Para realizar la zonificación agroecológica se utilizó la información primaria acerca de los factores biofísicos (suelo, vegetación, agua, clima y socioeconomía), de esta manera determinar las zonas agroecológicas (FAO, 2007).

1.1. Justificación

El presente estudio se justifica porque pretende contribuir al conocimiento de los recursos naturales indispensables para la producción agropecuaria para que de esta forma se efectúe una adecuada planificación de los recursos disponibles de la zona de estudio.

El inadecuado uso de los recursos naturales importantes para la producción agropecuaria, provoca la degradación de los suelos, así como de la vegetación e induce a la migración hacia las ciudades.

El desconocimiento de los recursos naturales disponibles no permite el adecuado manejo sostenible de los mismos, que permitan emplear prácticas de conservación de suelos y utilización de maquinaria agrícola.

La degradación de tierras por el desconocimiento de técnicas adecuadas de cultivo y sucesos socioeconómicos como la migración afectan la seguridad alimentaria, influida por los cambios climáticos además de no aplicar medidas de restitución de fertilidad de suelos provoca los bajos rendimientos en la Sub Central.

Los Fenómenos del Niño y de la Niña ocasionan sequias e inundaciones excesivas, la humedad y la excesiva sequedad de los suelos provocan la incidencia de enfermedades y plagas.

La agricultura en la Sub Central Coromata es de subsistencia debido a las condiciones desfavorables de clima con peligros de helada y la falta de utilización de tecnología.

Se justifica también porque en base a ésta información obtenida las autoridades podrán intervenir de manera planificada y destinar los recursos de manera apropiada para una determinada actividad agropecuaria.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Realizar la zonificación agroecológica (ZAE) de la Sub Central Coromata del Municipio de Achacachi, Provincia Omasuyos del departamento de La Paz.

1.2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar el medio físico-biológico de la zona de estudio.
- Describir las condiciones socioeconómicas de la zona de estudio, con énfasis en los aspectos agro-productivos.
- Evaluar los tipos de utilización de la tierra (TUT's) de la zona de estudio.
- Determinar las aptitudes de uso de la tierra según metodología de F.A.O.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. La zonificación agroecológica en Bolivia

Los estudios sobre los recursos naturales en Bolivia, principalmente renovables y de carácter integrado, se remontan a la década de los años setenta, cuando se crea el “Programa ERTS-GEOBOL” en 1972. Se trataba de un proyecto de cooperación técnica entre los gobiernos de Bolivia y los Estados Unidos, con el propósito de evaluar las bondades de los productos satelitales generados por el “Satélite tecnológico de los Recursos de la Tierra”, ERTS 1, para estudiar los recursos naturales del país, a escalas 1: 1.000.000 y 250.000 (ZONISIG, 1997).

El estudio comprende información sobre aspectos geológicos, geomorfológicos, suelos, vegetación, uso actual de la tierra, aspectos mineros, hidrológicos, climáticos y algunos aspectos socioeconómicos, pero no incluye una propuesta de zonificación agroecológica (ZONISIG, 1997).

De acuerdo a ZONISIG (1997) el “Proyecto de Desarrollo Agropecuario de la Amazonía”, para realizar “Estudios Agroecológicos y Socioeconómicos de la Región Castañera de Bolivia”, escala 1:500.000, tuvo como objetivo elaborar y desarrollar una estrategia de desarrollo para mejorar la calidad de vida de la población en el norte del país.

ZONISIG (1997) señala que El “Proyecto BID-Amazonía” (OTRA), surge en base al Convenio ATN/SF-4104-BO entre el gobierno de Bolivia y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), en noviembre de 1992, bajo la denominación “Programa para el Ordenamiento Territorial de la Región Amazónica boliviana en los Departamentos de La Paz, Beni y Cochabamba”. El área de estudio en los tres Departamentos cubrió, a nivel general, un total de 320.000 km² (escala 1:500.000), y a nivel de semidetalle, 200.000 ha. (Escala 1:50.000) por Departamento.

2.2. Zonificación Agroecológica (ZAE)

Se refiere a la división de la superficie de tierra en unidades más pequeñas, que tienen características similares relacionadas con la aptitud de tierras, la producción potencial y el impacto ambiental FAO (1997).

La Zonificación Agroecológica (ZAE) está basada en la inventariación de los factores socioeconómico, suelos, clima y cultivos; la FAO (1994) considera que estos factores son normalmente utilizados para describir los Tipo de Utilización de Tierras (TUT), equivalente a la descripción de la cobertura y uso actual de la tierra.

FAO (1997), señala que la evaluación de unidades geomorfológicas debe definirse a través de la interpretación de fotografías aéreas o imágenes satelitales. También sirven los datos de mapas existentes sobre la temática. Para niveles de investigación más detallados los mapas provinciales suelen ser suficientes.

FAO (1994), señala que la metodología ZAE tienen un conjunto de actividades, que conducen a la evaluación de la aptitud de la tierra, en función al adecuamiento tierra y cultivos; y rendimiento agronómico.

En la Figura 1, se ilustran los pasos metodológicos que se deberán seguir para elaborar la Zonificación Agroecológica.

Según el M.D.S.P., (2001), La Zonificación Agroecológica identifica y recomienda usos de la tierra en correspondencia con su aptitud, resultado de la evaluación de la tierra y en consideración a diferentes variables socioeconómicas.

Para cumplir su función adecuadamente, ésta zonificación debe reflejar las posibilidades de utilización sostenible de la tierra en el marco de las potencialidades y limitantes biofísicas, ambientales y socioeconómicas.

El producto final de la zonificación es un mapa, que asigna para cada unidad de tierra usos recomendados, incorporando un conjunto de categorías y subcategorías de manejo.

En Bolivia existen experiencias de zonificación a nivel departamental (Escala 1:1.000.000), elaborado por el proyecto ZONISIG que realizó la zonificación agroecológica y económica del Altiplano del Departamento de La Paz.

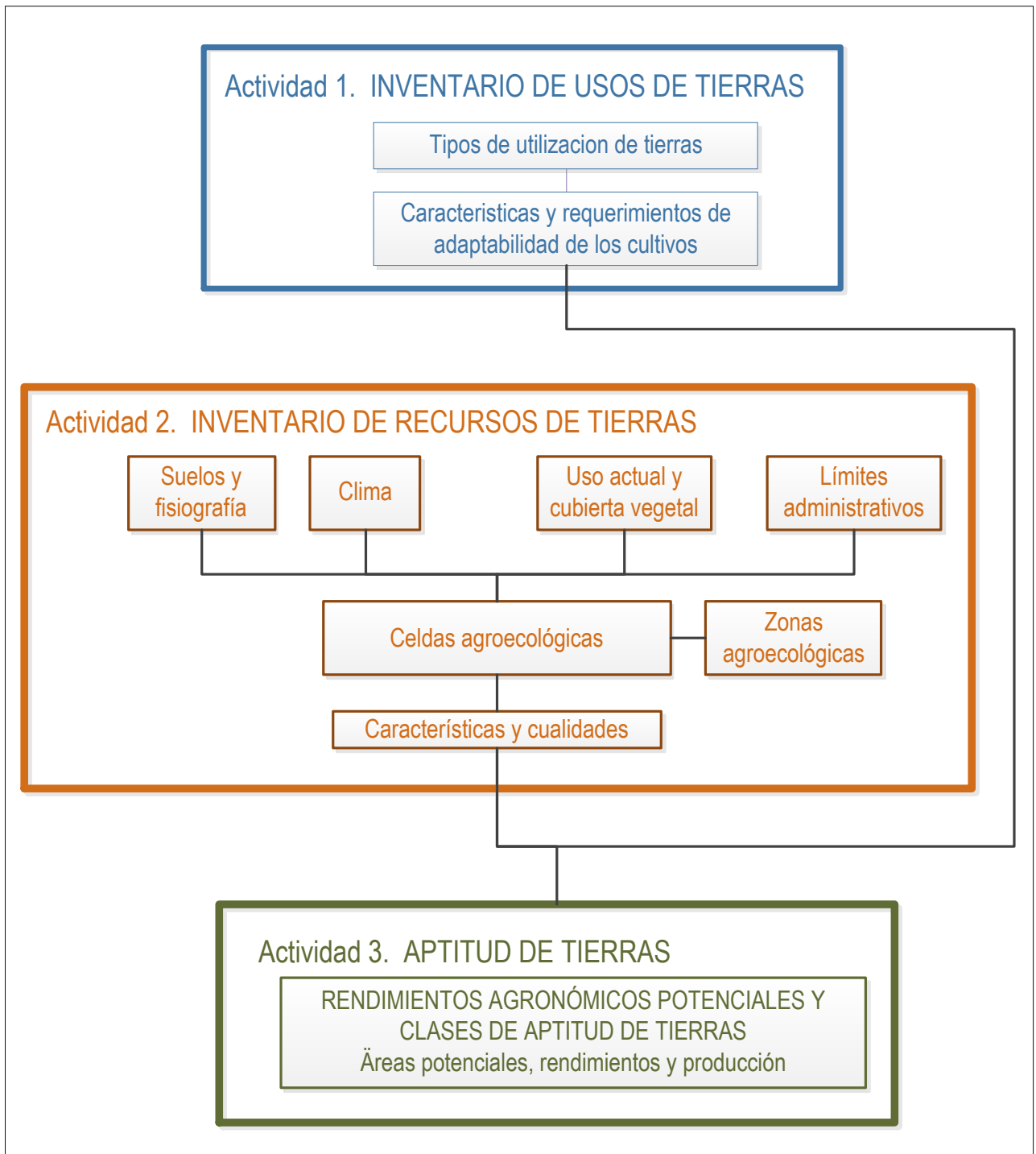


Figura 1. Esquema metodológico de la Zonificación Agroecológica según FAO (1997)

2.3. Celda Agroecológica

Según FAO (1997) define como una combinación única de fisiografía, suelo, características climáticas. La Celda Agroecológica (AEC) es una unidad básica de referencia para el análisis físico en estudios de ZAE.

2.4. Zona agroecológica

Es una unidad cartográfica de recursos de tierras, definida en términos de clima, fisiografía y suelos, y/o cubierta de tierra, y que tiene un rango específico de limitaciones y potencialidades para el uso de tierras FAO (1997).

2.5. Tipos de Utilización de Tierras (TUT's)

De acuerdo a FAO (1997), es un uso de tierra definido en términos de uno o varios cultivos, los insumos necesarios para producir estos cultivos, y las condicionantes socio-económicas que rodean la producción.

Son identificados a partir de información biofísica y socioeconómica (especialmente los sistemas de producción). Estos pueden ser definidos en términos de uno o varios usos (agrícolas, pecuarios y forestales) (FAO, 1997).

Posteriormente se determinan las cualidades físicas y biológicas que debe tener la tierra para un determinado Tipo de Uso. Estas cualidades o atributos se definen mediante el establecimiento de determinados niveles expresados en rangos o grados (FAO, 1997).

2.6. Evaluación de la aptitud de uso de las unidades de tierra

Se entiende por aptitud, la capacidad de producción de una determinada unidad de tierra para un tipo de utilización definido. La tierra puede considerarse en su estado "natural" o después de haberse introducido mejoras (ZONISIG, 1997).

FAO (1997) indica que es llevada a cabo sobre la base analítica de los cultivos priorizados, normalmente se evalúa la adecuación de la tierra con los cultivos, y el cálculo de rendimiento potencial agronómico en función a la radiación solar, la eficiencia fotosintética de los cultivos y la ubicación geográfica.

La clasificación de la aptitud de la tierra está basada en normas de clasificación,

aunque algunos estudios llevados a cabo en Asia (FAO, 1994) han mostrado discrepancia, en tal sentido estas normas son flexibles para su aplicación.

De acuerdo a FAO (1997) la clasificación de aptitud de la tierra es como sigue a continuación:

1. *Rendimiento potencial con pocos insumos = 25% del rendimiento con insumos elevados.*

Rendimiento potencial con insumos intermedios = 62.5% de rendimiento con insumos elevados.

2. *Las clases S2, S3 y S4 por requerimientos del cultivo en cuanto a zonas térmicas implican una reducción potencial del 25%, 50% Y 75% respectivamente.*
3. *El rendimiento potencial en un periodo intermedio de crecimiento corresponde al 50% del periodo normal (excepto para Fluvisols y Gleysols).*
4. *Las limitaciones agroclimáticas moderada y severa producen una reducción de rendimiento potencial del 25% y 50% respectivamente.*
5. *Las clases de aptitud agroclimática. y de aptitud de tierras corresponden a los siguientes rangos de rendimiento potencial (expresado como porcentaje del rendimiento potencial máximo):*

<i>Vs (S1)</i>	<i>Muy apta</i>	<i>80-100</i>
<i>S (S2)</i>	<i>Apta</i>	<i>60-80</i>
<i>MS (S3)</i>	<i>Moderadamente apta</i>	<i>40 - 60</i>
<i>mS (S4)</i>	<i>Poco apta</i>	<i>20 - 40</i>
<i>Vms</i>	<i>Muy poco apta</i>	<i>5 - 20</i>
<i>NS (N)</i>	<i>No apta</i>	<i>0 - 5</i>

6. *Los rangos S2, S3 y S4 de parámetros de suelo seleccionados en función de los requerimientos del cultivo implican reducciones del rendimiento potencial del 25%, 50% y 75% respectivamente.*
7. *Los suelos de textura gruesa (arenosos y franco arenosos) tienen otro 25% de reducción de rendimiento en todos los cultivos excepto cacahuets y*

patatas.

De acuerdo a FAO (1994) el cálculo de la tasa de acumulación de biomasa neta, también conocido como rendimiento potencial en (qq/ha.), depende de la radiación solar, la especie vegetal y la ubicación geográfica.

El mismo autor señala que sobre los resultados obtenidos pueden influir tres situaciones de uso de insumos, que son altos, medianos y bajos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Criterios de la aplicación de niveles de insumos enfoque FAO (1994)

Atributo	Insumos bajos	Insumos medios	Insumos levados
Orientación sobre el mercado	Producción de subsistencia	Producción de subsistencia con venta comercial de productos	Producción comercial
Intensidad de capital	Bajo	Intermedio con créditos accesibles	Alto
Intensidad de trabajo	Elevado, incluyendo trabajo familiar no remunerado	Medio. Incluyendo trabajo familiar no remunerado.	Bajo. trabajo familiar remunerado si se utiliza
Fuente de energía	Trabajo manual con herramientas manuales.	Trabajo manual con herramientas manuales y/o tracción animal con implementos mejorados; alguna mecanización.	Mecanización total
Tecnología	Variedades tradicionales, sin fertilizantes ni agroquímicos. Periodos de barbechos. Escasas medidas de conservación.	Variedades mejoradas. Adecuadas prácticas extensionistas, incluyendo algunos fertilizantes y agroquímicos. Algunos periodos de barbecho y medidas de conservación	Variedades de altos rendimientos incluyendo híbridos. Óptimo uso de fertilizantes y agroquímicos. Medidas de conservación completas
Infraestructura	Sin accesibilidad a los mercados. Inadecuados servicios de asistencia	Accesibilidad a algunos mercados y servicios de demostración	Accesibilidad a los mercados. elevado nivel de los servicios de asistencia y acceso a los resultados de investigación
Tenencia de tierra	Pequeña fragmentada	Pequeña. algo fragmentada	Extensa consolidada
Nivel de ingresos	Bajo	Moderado	Elevado

Fuente: FAO (1994)

De acuerdo a M.D.S.P. (1991) una de las etapas para llegar a la zonificación agroecológica consiste en la evaluación de la aptitud de uso de la tierra. Esta se refiere a un uso en forma sostenida o capacidad de producción de una determinada unidad de tierra para un tipo de uso definido

La evaluación de aptitud de uso de la tierra se realiza mediante una comparación entre las cualidades de las diferentes unidades de tierra con los requerimientos de

los TUT considerados. La cualidad más limitante determina la clase de aptitud, tomando en cuenta la existencia de cuatro clases:

CLASE I (Apta o aptitud buena): Corresponde a tierras sin limitaciones significativas para la producción sostenible de un determinado tipo de utilización dadas las prácticas de manejo correspondientes.

CLASE II (Medianamente apta o aptitud regular): Corresponde a tierras que presentan ciertas limitaciones (moderadas) para la producción sostenible de un determinado tipo de utilización con las prácticas de manejo correspondientes. Las limitaciones reducen los niveles de productividad o los beneficios.

CLASE III (Marginalmente apta o aptitud marginal o restringida): Esta clase se asigna a unidades que presentan limitaciones fuertes para la producción sostenible de un determinado tipo de utilización, con las prácticas de manejo correspondientes.

CLASE IV (No apta): Corresponde a tierras que presentan limitaciones físicas o químicas para un determinado uso, que no pueden ser solucionadas con la tecnología actualmente disponible (suelos superficiales, excesiva rocosidad, inundación permanente, entre otros).

Para la evaluación de aptitud de uso de la tierra se consideran las cualidades de las unidades de tierra en términos físicos (clima, suelo) y biológicos (vegetación, uso actual), identificando las opciones de uso de la tierra disponibles para los usos actuales y potenciales seleccionados (Tipos de Uso de la Tierra o TUT), M.D.S.P. (1991).

2.7. La Zonificación Agro-ecológica

Se refiere a la división de la superficie de tierra en unidades más pequeñas, que tienen características similares relacionadas con la aptitud de tierras, la producción potencial y el impacto ambiental (FAO, 1997).

La zonificación agro-ecológica (ZAE), define zonas en base a combinaciones de suelo, fisiografía y características climáticas (FAO, 1997).

Los parámetros particulares usados en la definición se centran en los requerimientos climáticos y edáficos de los cultivos y en los sistemas de manejo bajo los que éstos se desarrollan (FAO, 1997).

Cada zona tiene una combinación similar de limitaciones y potencialidades para el uso de tierras, y sirve como punto de referencia de las recomendaciones diseñadas para mejorar la situación existente de uso de tierras, ya sea incrementando la producción o limitando la degradación de los recursos (FAO, 1997).

FAO (1997) considera las siguientes grandes categorías de uso: Agropecuario intensivo; Agropecuario extensivo; Agrosilvopastoril; Forestal; Uso restringido; Área Natural Protegida; Urbano.

La evaluación de tierras se realiza como parte de la elaboración de propuesta de plan de ordenamiento territorial de los municipios (PMOT), que es demandada por Resolución Suprema N° 217075 del 05/06/97 que establece la normatividad para el proceso de Ordenamiento Territorial.

2.8. El medio biofísico

2.8.1. Clima

El clima es el conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan una región.

La latitud y longitud de una región son los principales factores que condicionan el clima; además, existen otros factores tales, como la altitud, la morfología, la topografía, el comportamiento de la atmósfera y la circulación del aire, que también condicionan el clima de una región.

2.8.1.1. Principales características climáticas

La Cuenca del Altiplano del Departamento de La Paz presenta un clima templado-frío (Köppen W. y R. Geiger, 1936), Por sus factores climáticos como por su altura, recibe una mayor cantidad de energía solar que una superficie similar ubicada a nivel del mar (ZONISIG, 1998).

Debido a su ubicación al norte del trópico de Capricornio, la radiación solar global alcanza generalmente valores elevados durante todo el año, con un promedio anual de 533 cal/cm²/día (ZONISIG, 1998).

Según ZONISIG (1998), el régimen térmico de la Cuenca del Altiplano paceño es variable. Las regiones más calientes se encuentran en el sector circundante al lago Titicaca. Debido principalmente al efecto termorregulador del lago, estas últimas áreas presentan temperaturas medias anuales próximas a los 10 °C y mínimas anuales medias de 4,5 °C.

La distribución de la precipitación en la zona de estudio se caracteriza por su pronunciada escasez relativa, su acentuada diferenciación estacional y por una gran variación espacial y temporal (ZONISIG, 1998).

La alta radiación y vientos fuertes, originan una intensa evaporación del lago Titicaca, favoreciendo la formación de masas nubosas que precipitan en el propio lago o en zonas cercanas. La pluviometría media anual en esta región es de 870 mm. (ZONISIG, 1998).

La humedad relativa promedio cerca al lago Titicaca, fluctúa entre el 60 %. Según la variación de humedad, se han establecido que la Sub Central Coromata pertenece a Sub-húmedo, zona perilacustre (Lago Titicaca) (ZONISIG, 1998).

La evapotranspiración potencial (ETP) tiene extremos bien marcados. La máxima se presenta en verano (noviembre a marzo) con valores promedio de 300 mm y la mínima en invierno (mayo-agosto) con 114 mm, siguiendo principalmente la evolución de la radiación neta. La variación estacional es reducida, ya que existe un equilibrio entre el período cálido (mayor duración de insolación, pero a la vez época lluviosa y por lo tanto nubosa) y el período frío (menor duración de insolación pero cielos descubiertos). Valores extremos de ETP se presentan, con valores de 66 mm en el mes de junio y 136 mm en el mes de noviembre (ZONISIG, 1998).

2.8.1.2. Principales problemas climáticos

De acuerdo a ZONISIG (1998), los principales problemas físicos que afectan al área de la Cuenca del Altiplano de La Paz, son consecuencia del rigor del clima que se manifiesta notablemente en la aparición de eventos climáticos tales como: heladas, granizadas, escasez de lluvias (sequías), exceso de lluvias (inundaciones).

Las heladas tienen severos efectos negativos y son mucho más acentuadas en la región de la Cuenca del Altiplano que en regiones más bajas, limitando significativamente el desarrollo de los cultivos (ZONISIG, 1998).

A mayor distancia del lago Titicaca y aumento de la altitud, principalmente en dirección suroeste, el incremento de días con helada es importante. Llegando a 300 días con heladas al año. Son muy pocas las estaciones que registran períodos totalmente libres de heladas (ZONISIG, 1998).

La importancia de la granizada reside en los daños considerables que produce en la agricultura, debido al fuerte impacto físico que tiene este tipo de precipitación. Normalmente resulta muy difícil pronosticar la ocurrencia de la granizada, ya que es función de una variedad de condiciones atmosféricas. Más de 20 días con granizo por año (ZONISIG, 1998).

Gran parte de la Cuenca del Altiplano de La Paz sufre de una gran deficiencia de agua, situación que afecta gravemente la atención de las diferentes demandas existentes (agricultura de secano, doméstica, pecuaria y otras). Ocasionalmente se presentan sequías fuertes, factor que causa un gran impacto limitante sobre los diversos sectores económicos. La ocurrencia de sequías al igual que las heladas, tiene una tendencia a aumentar hacia el sur y hacia el occidente, siendo los períodos más susceptibles los meses de mayo a noviembre (ZONISIG, 1998).

2.8.2. Suelos

De acuerdo a CUMAT (1985) el suelo es un cuerpo tridimensional que ocupa la parte superficial de la corteza terrestre, que posee propiedades diferentes del material de la roca que lo origina como resultado de las interacciones entre el

clima, organismos vivientes (incluido el hombre), material parental y el relieve en el transcurso del tiempo.

La composición química y la estructura física del suelo en un lugar dado, están determinadas por el tipo de material geológico del que se origina, por la cubierta vegetal, por la cantidad de tiempo en que ha actuado la motorización, por la topografía y los cambios artificiales resultantes de las actividades humanas (USDA, 1982).

2.8.2.1. Densidad de observación a escala de trabajo

La metodología para la identificación de las unidades de terreno se basa en el análisis fisiográfico que diferencia la Provincia Fisiográfica, el Gran Paisaje y distintos atributos del Paisaje, los cuales permiten identificar cada zona o unidad de mapeo del área de estudio a la escala de trabajo.

De acuerdo a ZONISIG (2001) la escala definida la para la densidad de observación corresponderá como se observa en el cuadro 2.

Cuadro 2. Densidad de observación a Escala de Trabajo

Escala	Observaciones/ Km ²
1:25.0000	0,01 – 0,02
1:100.000	0,3 – 0,6
1:50.000	1 - 2

Fuente: ZONISIG (2001)

2.8.3. Vegetación

Morales (2005) define la cobertura vegetal a la superficie cubierta por la proyección vertical de la parte aérea de la planta sobre el suelo. Esta medida indica si las condiciones ambientales del lugar son favorables o desfavorables para el crecimiento de las plantas, se expresa en porcentaje de la superficie del área de muestreo.

2.8.3.1. Cartografía de la vegetación

De acuerdo a UNESCO (1973) las unidades cartográficas de vegetación están representadas de la siguiente manera:

Clase 1. Bosque denso, formado por árboles de más de 5 metros de altura, cuyas copas se tocan, comprende las subclases de I.A. bosque mayormente sempervirente; y IB. Bosque mayormente deciduo.

Clase II. Bosque claro. Formado por árboles de por lo menos 5 metros de altura, la mayoría de las copas no se tocan entre ellas, pero cubren por lo menos 45 % de la superficie. Puede existir una Sinusia herbaria. Son comunidades de árboles abiertos, comprenden las siguientes subclases de II.A bosque claro mayormente sempervirente; IIB bosque claro mayormente deciduo; y II.C bosque claro extremadamente xeromórfico.

Clase III. Matorral, mayormente constituido por fanerófitas leñosas cespitosas de 0.5 a 5 metros de altura. Pueden ser matorrales densos o claros, comprende las siguientes subclases de III.A matorrales mayormente sempervirentes; III.B matorrales mayormente deciduos; y III.C matorral claro extremadamente xeromórfico.

2.8.4. Medio socioeconómico

ZONISIG (2001) señala que la consideración del medio socioeconómico en la zonificación es necesaria debido a que la zonificación apunta a formular recomendaciones de uso sostenible de la tierra y por otro lado, los tipos de utilización de la tierra (TUT's) que considera la zonificación contienen requerimientos socioeconómicos que deben analizarse para establecer si es posible satisfacer los mismos en el horizonte de vigencia de la zonificación.

2.8.4.1. Requerimientos socioeconómicos

De acuerdo ZONISIG (2001) los requerimientos socioeconómicos comprenden tanto los factores de producción directamente aplicados en los procesos relacionados con el uso de la tierra, tales como la tierra disponible, el empleo de mano de obra, su calificación, el capital empleado, las técnicas de manejo, así como un conjunto de condiciones marco o de contexto que influyen en distinto grado en las formas y opciones de aprovechamiento de la tierra, cuya provisión o

puesta a disposición generalmente no se halla en poder de los usuarios de la tierra tales como accesibilidad, asistencia técnica y financiera, mercados, etc.

2.8.4.2. Requerimientos de información socioeconómica, ámbitos de recolección y procesamiento

ZONISIG (2001) señala que los requerimientos de información socioeconómica se determinan a partir de los requerimientos socioeconómicos de los TUT's, puesto que estos últimos constituyen el conjunto de las alternativas de uso de la tierra consideradas apropiadas y relevantes para una determinada región o área de estudio, y conforman la base de la evaluación de tierras, necesaria para formular la zonificación.

2.8.4.3 Información secundaria

Una primera fuente de información socioeconómica es la información secundaria, ya publicada y/o recopilada para otras utilidades (ZONISIG, 2001).

Más allá de dichas consideraciones, existen requerimientos de información que sólo pueden ser cubiertos o atendidos por información secundaria, tales como información demográfica, vial, cartografía oficial y otra información que por razones de competencias o costos no puede ser generada por el mismo proyecto, como ser información relativa a índices de pobreza, legislación, planes de desarrollo, etc (ZONISIG, 2001).

2.8.4.4. Información primaria

Para la obtención de la información primaria, debe definirse la muestra de datos a obtenerse, así como las modalidades de recolección de la información (ZONISIG, 2001).

ZONISIG, (2001) señala que un recurso heurístico necesario orientado a obtener muestras de información socioeconómica que permitan identificar los rasgos característicos de la población usuaria de la tierra a partir de la identificación de patrones comunes de ocupación territorial.

2.9. Clasificación de la aptitud uso de la tierra

Para obtener la clasificación de aptitud de uso de la tierra de acuerdo a especificación de los cultivos de interés, aparte de aplicar la metodología de calificación de atributos del suelo se considera otros parámetros, como son el clima (Temperatura, precipitación y radiación solar) y otros inherentes a los cultivos priorizados (tasa de acumulación de materia seca, área foliar, índice de cosecha y ruta fotosintética), que a continuación se describen.

Todos los datos de los parámetros georeferenciados son procesados a través de un SIG por el método de Thiessen.

2.9.1. Método de Thiessen

Este método consiste en unir los puntos de ubicación de las estaciones meteorológicas, uniéndolas mediante líneas, de tal manera que los bisectores formen áreas que se llaman polígonos de Thiessen.

Todos los puntos dentro del área de influencia del polígono significan representativa a los datos climatológicos registrados en las casetas (Schwab G, 1990).

2.9.1.1. Generación de isoclinas y polígonos de Thiessen

De acuerdo a Ordoñez (1995) se trata de unir los valores iguales registrados por las estaciones meteorológicas por medio de una línea, sobre los valores bajos y altos de los datos climatológicos registrados, se efectúan interpolaciones a la escalas de estudio deseado, tal como se realiza la interpolación de curvas de nivel en la topografía, solo que en este caso las altitudes son valores de precipitación.

Temperatura, evapotranspiración y radiación solar. Con este criterio se generan las isoclinas y los polígonos.

Los polígonos de Thiessen fueron creados para el análisis de datos meteorológicos, no obstante en la actualidad también se aplica en estudios en los que hay que determinar áreas de influencia (precipitación, temperatura, brillo solar, etc.). La generación de isoclinas y polígonos es una de las funciones de análisis básicas en los SIG (Ordoñez, 1995).

2.9.2. Análisis de la duración del período de crecimiento

Se entiende por período de crecimiento el período del año en el que tanto las condiciones de humedad como de temperatura son favorables para el desarrollo de los cultivos (FAO, 1997).

La duración del período de crecimiento (DPC) se puede estimar por un simple balance de humedad entre la precipitación (P) y la evapotranspiración potencial (ETP). La DPC se debe estimar para todas las estaciones con medidas de precipitación en la zona de estudio, y para un período histórico superior 10 a 20 años. Si no se dispone de los datos necesarios para el cálculo de la ETP se puede estimar mediante correlaciones validadas con la altitud; o. en zonas llanas, mediante interpolación lineal desde las estaciones limítrofes.

No obstante el primer estudio de ZAE de FAO a escala continental basó el cálculo de DPC en datos mensuales de P y ETP, estudios más detallados han puesto de manifiesto el interés de analizar records históricos de lluvias y utilizar los resultados como base para, posteriormente, hacer un análisis estadístico de la distribución de la DPC. Esta aproximación basada en datos históricos es muy recomendable, particularmente en zonas semi-áridas donde la variabilidad interanual de la precipitación y de la DPC calculada puede llegar a ser muy elevada (FAO, 1997).

FAO (1994) señala que uno de los parámetros más importantes en la evaluación de recursos agroclimáticos, para una región es la duración de los periodos de crecimiento disponibles para el desarrollo de los cultivos. Los periodos de crecimientos básicamente están determinados por la disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de los cultivos.

En regiones tropicales los periodos de crecimiento está determinada por el periodo de tiempo que existe humedad en el suelo para el desarrollo de cultivos. Mientras que en regiones templadas, además de la disponibilidad de humedad, el periodo de crecimiento está definido por la disponibilidad de temperaturas favorables y en regiones de agricultura con riego el periodo de crecimiento, además de las temperaturas favorables, está determinada por el régimen de radiación solar, la

humedad ambiental y otros factores más (FAO, 1997).

Según FAO (1997) el criterio de la duración del periodo de crecimiento (DPC), la duración del periodo de crecimiento (DPC), se basa en un modelo simple de balance de humedad, comparando la precipitación (P) con evapotranspiración potencial (ETP) y se analiza de la siguiente manera:

- **Inicio del periodo de crecimiento.** La determinación del periodo decrecimiento está basada en el comienzo de la estación lluviosa. Especialmente se obtiene cuando $P > 0,5$ ETP. El valor de 0,5 ETP no es casual, sino que fue determinado considerando las necesidades de agua para la germinación de los cultivos, y cuando P es igual o mayor a 0,5 ETP se satisface ese hecho. El inicio del periodo de crecimiento también puede determinarse al inicio de la estación de lluvia, concretamente cuando la lluvia recibida para el periodo corto (1-3 días) es mayor e igual 25 mm.
- **Periodo húmedo.** El periodo húmedo es el intervalo de tiempo en el cual la precipitación es mayor a la evapotranspiración potencial ($P > ETP$). Cuando existe un periodo húmedo, no solamente se satisfacen las demandas de la evapotranspiración de los cultivos a una completa o máxima cobertura, sino también el déficit de humedad en el perfil de suelo.
- **Terminación de la estación lluviosa.** La estación lluviosa termina cuando la $P = 0,5$ ETP, después del periodo húmedo.
- **Terminación del Periodo de Crecimiento.** La fecha de terminación del periodo de crecimiento, depende de la cantidad de humedad almacenada en el suelo al finalizar la estación de lluvias. La duración de esta reserva de humedad dependerá de los factores: a) profundidad del suelo. b) características físicas del suelo y e) patrón de desarrollo radical del cultivo. Luego, la fecha. de terminación dependerá de la metodología usada en la determinación de la duración de las reservas de humedad, para cada suelo y cultivo en particular.

FAO (1994) señala que las zonas de períodos de crecimiento se trazan en mapas,

pudiendo hacerse en intervalos fijos de la DPC media o en base a una DPC que presenta un determinado nivel de probabilidad (0,75 o 0,80).

2.9.3. Radiación solar

La radiación solar es prácticamente la fuente de toda energía para todos los procesos físicos y biológicos que ocurren sobre la tierra.

Se puede decir que la agricultura es una explotación de la energía solar, la cual es posible con el adecuado suministro de agua y nutrientes, que en conjunto mantienen el desarrollo de las plantas, bajo condiciones óptimas de agua, nutrientes y manejo, factible mediante valores de radiación solar calcular la materia seca total y eventualmente el rendimiento potencial de materia seca total para uno o varios cultivos, proporciona una base cuantitativa para estimar el potencial agrícola de diferentes regiones. Aún más, el contar con datos del régimen y distribución de la radiación solar a nivel regional, permitiría la zonificación de cultivos en base a sus requerimientos de radiación solar estacional (Villalpando J, 1988).

2.9.3.1. Estimación de la radiación solar

Villalpando J. (1988) señala que debido a la escasez de estaciones meteorológicas que registren la radiación solar en forma directa ($\text{cal}/\text{cm}^2/\text{min}$), varios autores han desarrollado relaciones empíricas en. Localidades específicas, para estimar la radiación solar en base a la duración de la insolación (brillo solar) o bien utilizando el grado de nubosidad

2.9.3.2. Tasa de acumulación de materia seca

Como se mencionó anteriormente, una de las aplicaciones de la radiación solar es aquella relacionada con la tasa de acumulación de materia seca o denominada también biomasa.

La tasa de acumulación de materia seca depende de la especie vegetal y del medio ambiente. La tasa de desarrollo de una especie bajo condiciones óptimas de suelos, fertilidad, humedad y prácticas de producción, dependerá de la temperatura, la radiación solar y el ciclo de cultivo (Kassam. A. H, 1977).

a) Índice de área foliar

El área foliar es uno de los parámetros más importantes en la evaluación del crecimiento de las plantas, las medidas lineales de la hoja pueden utilizarse en relaciones matemáticas simples, generalmente se determina el área como el producto del largo por el ancho. Cuando se trabaja en análisis, con fines de vegetación, cambios de biomasa, lo más conveniente es determinar el área foliar de las plantas utilizando una sub-muestra representativa de la población.

El modelo matemático consiste en considerar el peso (g.) de las hojas para lograr de manera satisfactoria la constante de la ecuación (K), en el modelo $A = KLB$ donde L =.. (Villalpando J, 1988).

$$A = KLB$$

Donde:

L = Longitud de la hoja en cm

B = Punto más ancho de la hoja en toda su longitud en cm

A = Área en cm^2

K = Constante

Cuadro 3. Ejemplos de índice de área foliar

Nº	Cultivos	Índice de área foliar (IAF)
1	Maíz	5,0
2	Café	3,0
3	Arroz	0,5
4	Banano	9,0
5	Limón	3,0
6	Tomate	3,0
7	Cacao	3,2

Fuente: Villalpando J (1988).

b) El índice de cosecha (IC)

El Índice de Cosecha es un indicador de la porción de materia seca producida que es particionada hacia los órganos cosechables.

Es la relación que existe entre el rendimiento de la parte cosechable y la producción de biomasa total del cultivo.

$$IC = \frac{RE}{RB}$$

Dónde:

RE = Rendimiento económico

RB = Rendimiento biológico

De acuerdo a Altube H. Rivata (1999) el Índice de Cosecha es afectado por factores ambientales como la disponibilidad hídrica y el fotoperiodo los que interactúan con el genotipo. Reportes extranjeros indican que el incremento de rendimiento de los cultivares modernos se produjo por el incremento de rendimiento biológico sin cambios en el índice de cosecha.

Cuadro 4. Ejemplos de Índice de Cosecha

N°	Cultivos	Índice de cosecha (IC)
1	Maíz	0,40
2	Café	0,49
3	Arroz	0,35
4	Banano	5,00
5	Limón	21,0
6	Tomate	1,20
7	Cacao	0,20

Fuente: Altube H. Rivata. 1999.

c) Ruta fotosintética

Se define como el metabolismo de la fotorespiración de los vegetales.

Cuadro 5. Ruta fotosintética de algunos cultivos

Características	Grupo de adaptabilidad			
	I	II	III	IV
Ruta fotosintética	C3	C3	C4	C4
índice de fotosíntesis a saturación de luz y temperatura óptima ($\text{mg CO}_2 \text{ dm}^{-2} \text{ h}^{-1}$)	20-30	40-50	>70	>70
Temperatura óptima ($^{\circ}\text{C}$)	15-20	25-30	30-35	20-30
Intensidad de radiación de máxima fotosíntesis ($\text{cal cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$)	0,2-0,6	0,3-0,8	>1,0	>1,0
Cultivo (ejemplos)	Cebada	Caupi	Mijo	Sorgo
	Avena	Guisante verde	Sorgo	Sorgo
	Trigo	Guandu	Maíz	Maíz
	Haba	Haba	Caña de azúcar	
	Patata	Arroz		
		Soja		
		Cacahuete		
		Batata		
		Mandioca		
		Banano		
	Palma			

Fuente: FAO (1997).

d) Plantas CAM

La abreviatura *CAM* significa en inglés "*metabolismo ácido de las Crasuláceas*", debido a que esta variante fotosintética se describió inicialmente en plantas de esta familia.

Actualmente se conoce un buen número de especies CAM, pertenecientes a diversas familias de plantas crasas o suculentas: Crassulaceae, Cactaceae, Euphorbiaceae, Aizoaceae, etc. La piña (*Ananas comosus*), perteneciente a la familia Bromeliaceae, presenta este tipo de metabolismo.

Se trata en general de plantas originarias desérticas o subdesérticas, sometidas a intensa iluminación, altas temperaturas y pronunciados déficits hídricos, adaptadas a condiciones de aridez bastante extremas (FAO, 1997).

2.10. Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Gasto (1993) define al Sistema de Información Geográfica (SIG) como bases informatizadas de datos con algún tipo de componente espacial, donde la

información que se almacenan está referida geográficamente, ya sea que se trate de mapas, estadísticas o datos climáticos sobre un territorio dado.

Chuviego (1994) indica que los sistemas de información geográfica (SIG, o, en la terminología anglosajona *Geographic Information Systems*, GIS), se define como programas que almacenan, gestionan, manipulan y representan gráficamente datos con algún tipo de componente espacial.

2.10.1. El sistema GPS

El Global Position System (GPS) es un equipo que permite captar señal de 21 satélites con información precisa sobre posición, velocidad y tiempo, es esencialmente un sistema de posicionamiento y navegación.

Los satélites tienen órbitas a una altura aproximadamente de 290.187 Km y transmiten permanentemente datos que incluyen tiempo, mensajes de posición, altitud y hora (SGI, 1998).

3. LOCALIZACIÓN

3.1. Ubicación

De acuerdo a JICA (1997) la Sub Central Coromata, se encuentra ubicada en la Provincia Omasuyos del Departamento de La Paz, geográficamente está ubicada entre los paralelos 16° 07' 15" de latitud Sur y 68° 30' 05" de Longitud Oeste. A una altitud aproximada de 3.900 m.s.n.m. y a una distancia aproximada de 80 Km de la ciudad de La Paz (Ver Mapa 1).

La Sub Central Coromata abarca una extensión aproximada de 5824 hectáreas

3.2. Fisiografía

La zona tiene una fisiografía muy compleja, presentando paisajes tales como complejos volcánicos, colinas y serranías, planicies aluviales bien drenadas, planicies aluviales, planicies fluvio-lacustres con problemas de drenaje, depresiones con afloraciones salinas (Unzueta, 1975).

3.3. Suelos

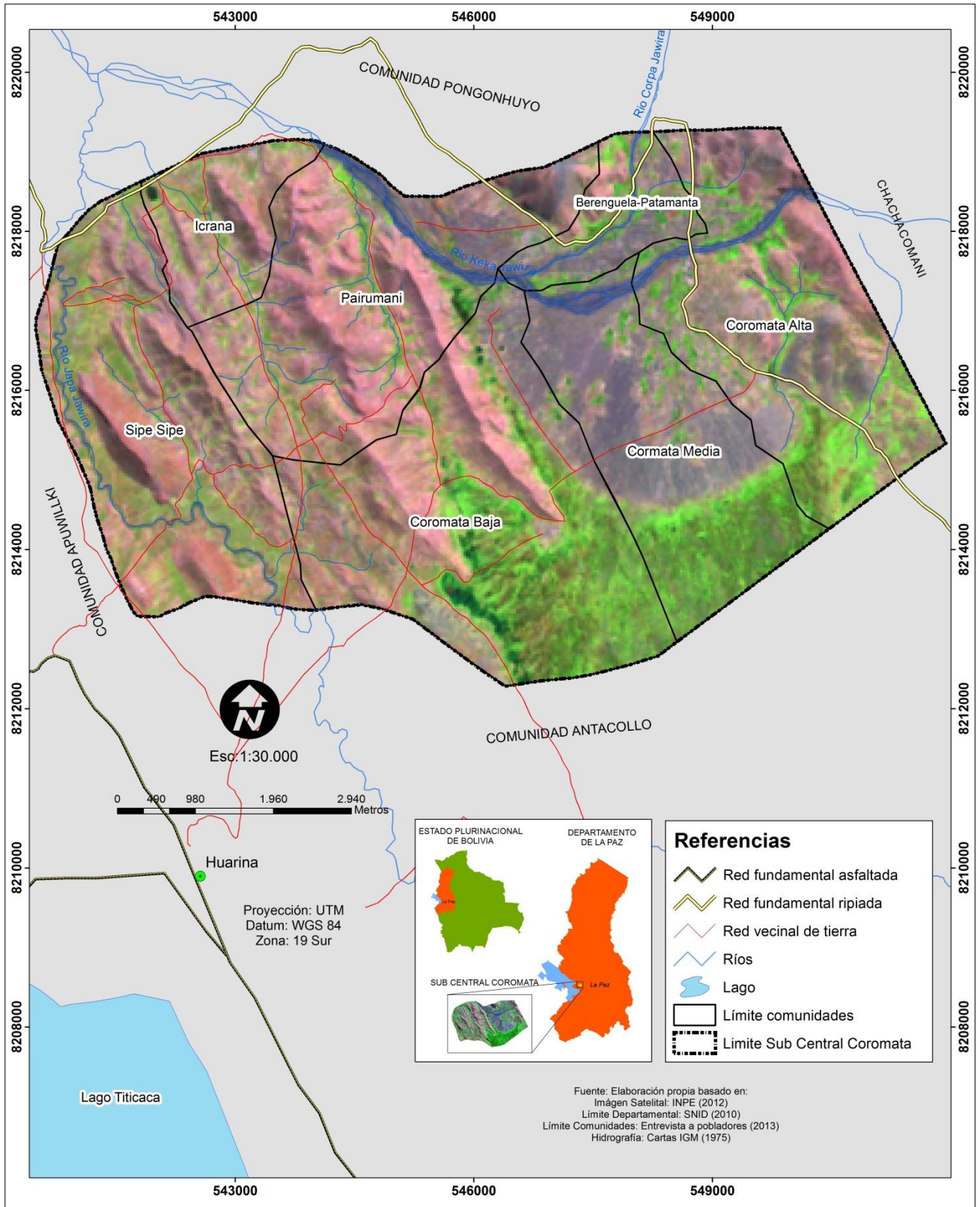
Los suelos de la zona son superficiales con un solo estrato de 0 -20 cm de textura media constituida de grava y piedras en estratos más profundos, tienen una baja capacidad de retención de humedad, son excesivamente drenados y de baja fertilidad.

Los contenidos de Calcio y Magnesio intercambiables varían de bajo a moderado (JICA, 1997).

3.4. Vegetación

En la región se encuentran las siguientes especies: *Baccharis dracunculifolia* DC., *Baccharis heterothalamoides* Britton, *Baccharis microphylla*, *Lepidophyllum quadrangulare*, *Heterothalamus boliviensis*, *Mutisia ledifolia*, *Mutisia orbignyana*, *Senecio pampas*, *Satureja parvifolia*, *Adesmia spinosissima*, *Cassia latipetiolata*, *Astragalus garbancillo*, *Lupinus paniculatus*, *stipa ichu*, *Festuca dollicophylla*, *Efedra americana*, *Calamgrostis orbygiana*, *Bromus uniolooides* (Unzueta, 1975).

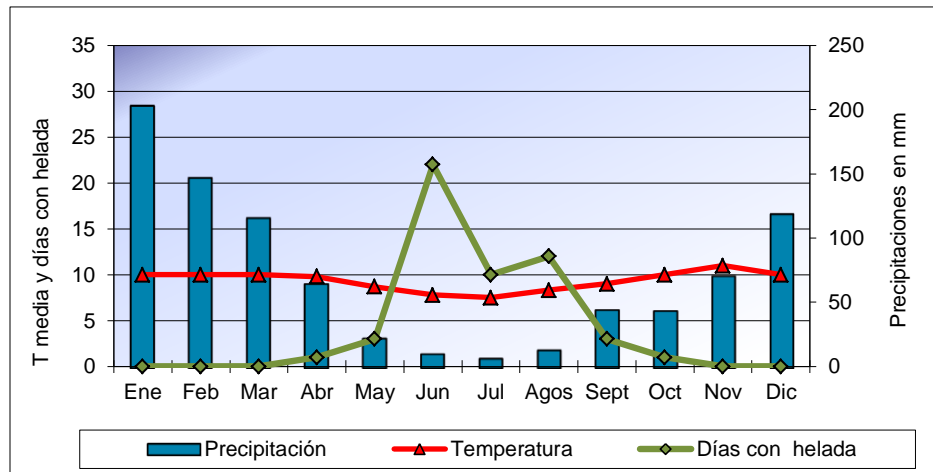
Mapa 1. Ubicación de la Sub Central Coromata



3.5. Clima

El clima de la región puede ser clasificado como un clima frío. La distinción entre la temporada seca es clara, y la mayor parte de la precipitación anual se concentra en la temporada de lluvias. Las bajas temperaturas y alta humedad perduran durante toda la temporada seca (ZONISIG, 1997).

Para ZONISIG (1997), el promedio anual de precipitación en la zona es de 590 mm, con una temperatura media anual de 7,1 °C, presentando un promedio de temperatura máxima de 14,6 °C, un promedio de temperatura mínima de -1 °C, la humedad relativa media anual es de 65,8 %, la velocidad media anual del viento es de 12,8 Km/hr, con presencia de días de heladas al año de 170 días y presencia de días de granizo al año de 4 días (Ver Figura 2).



Fuente: Elaboración propia en base a datos de SENAMHI, (1990 –2011)

Figura 2. Climograma Estación Meteorológica El Belén

3.6. Hidrografía

Los ríos de la Sub Central Coromata pertenecen a la cuenca endorreica del Altiplano que comprende todos los cuerpos de agua que se encuentran en el Altiplano, gran cantidad de ríos, lagos, lagunas y manantiales que no discurren hacia ningún océano por encontrarse encerradas por la cordillera de los Andes.

Los principales ríos que atraviesan la Sub Central Coromata son el Keka, Corpa y en menor proporción el Japa, que cruza por el extremo Oeste de la Sub Central Coromata.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

4.1.1. De campo

- Cartas topográficas I.G.M. de la zona de estudio (Escala 1:50.000 hojas, 5845-I, 5945-IV y 5845-II).
- Mapa base de la zona de estudio (Escala de impresión 1:50.000).
- GPS Garmin Etrex Hcx
- Lupa 10X
- Guía para la descripción de perfiles de suelo FAO
- Formularios de levantamiento de datos para suelos, vegetación y socioeconomía
- Picota, pala y daga geológica
- Hoz y tijeras
- Altimetro y Brújula
- Wincha (cinta métrica) de 50 m
- Piceta de 50 cc
- Ácido clorhídrico al 10% de dilución
- Envases para muestras de agua
- Bolsas de polietileno para muestras de suelo
- Sobres Manila para muestras de vegetación
- Etiquetas
- Flexómetro
- Marcadores indelebles
- Cámara fotográfica digital
- Cuadrante (armazón en m²)
- Herborizador y hojas de papel

4.1.2. De gabinete

- Equipo de computación Dual Core Intel, 320 Gb HDD, 1 GB RAM Monitor LCD.
- Software Arc GIS 10
- Software ERDAS 9.3

- Imagen satelital LANDSAT 5 TM. Escena R071/P1
- Material de escritorio (papel bond, bolígrafos, etc.)

4.1.3. Servicios de laboratorio

Los análisis físico-químicos de suelos y aguas se efectuaron en laboratorios del IBTEN.

4.2. Métodos

4.2.1. Tipo de investigación

Por las características de colecta, análisis e interpretación de la información, conforme a los objetivos que se pretende conseguir, la presente investigación es de tipo descriptivo, transversal y no experimental.

4.2.2. Fase 1: Pre-campo

4.2.2.1 Recopilación de información secundaria

La recolección de información secundaria consistió en la obtención de información acerca de la Sub Central, una de éstas es el Plan de Desarrollo Municipal (2005 - 2010), que permite conocer la situación del municipio al cual pertenece la Sub Central Coromata.

Para la realización del inventario climático se utilizó registros del SENHAMI en el periodo (1990 - 2010).

Se utilizó información del SERGEOTECMIN, para el estudio de suelos.

4.2.2.2. Elaboración del mapa base de campo

De acuerdo a DZEL (2003) fue generada una clasificación supervisada en computadora de la imagen satelital LANDSAT 5 TM, R071/P1 en forma automatizada, mediante procedimientos denominado "clustering" en SIG que agrupa los píxeles de la imagen satelital por sus características espectrales, también se acompañaron con información acerca de caminos y ríos principales, además de mapas topográficos, hojas N° 5845 I, 5945 IV, 5845 II y 5945 III, que permite la composición de relieves (Ver mapa 21).

4.2.3. Fase 2: Trabajo de Campo

4.2.3.1. Coordinación con autoridades

Previamente a la realización de todas las actividades del presente estudio, se tomó contacto con las autoridades de las siete comunidades de la Sub Central Coromata, para que en reuniones mensuales de cada comunidad dar a conocer las actividades a desarrollarse, de esta manera obtener el permiso para ingresar a los predios de cada comunidad.

4.2.3.2. Revalidación de las unidades fisiográficas

La determinación y la revalidación de las unidades fisiográficas se realizó a fin de conocer el suceso del paisaje sobre la formación de los diferentes suelos en el área de estudio, a esta característica van ligadas la morfología (forma y características) de la superficie del terreno observando en diferentes regiones, de esta manera con la ayuda del mapa base y observación de campo fue revalidada la información.

4.2.3.3. Levantamiento edafológico

Se eligió el sitio considerando características fisiográficas y la distribución de terrenos, posterior a la apertura de calicatas se procedió a la identificación y descripción de los perfiles de suelos según la Guía Metodológica de Descripción de Perfiles de Suelos de la FAO (1982).

La apertura de los perfiles de suelo (calicatas) se realizaron a través de tres tipos de cortes: reglamentarios, natural y de observación (BID AMAZONIA/OTRA, 1999). La información tomada *in situ* fue registrada en los formularios edafológicos, la colecta de muestras se realizó por horizontes FAO (1982).

4.2.3.4. Descripción del sitio de muestreo

Se registró las coordenadas y altitud del sitio de muestreo con un GPS, asimismo se caracterizó la topografía del terreno circundante, posición fisiográfica del Perfil; pendiente; longitud de la pendiente; forma de la pendiente; microtopografía; uso actual de la tierra; influencia humana; geología estratificada; geología litología (material parental o roca madre); actividad biológica en la superficie; rocosidad y

pedregosidad en la superficie; costras superficiales; erosión; grietas; drenaje; inundación; mapa freática; Sales o álcalis y condiciones de humedad.

4.2.3.5. Descripción de perfiles de suelos

Para la descripción morfológica de perfiles de suelos se tomó los siguientes datos: designación de los horizontes; profundidad; color; manchas; textura; fragmentos rocosos del perfil; estructura; consistencia (seco, húmedo y mojado); porosidad; cutanes; cementación; nódulos minerales; raíces; carbonatos; Límite del horizonte y profundidad efectiva.

4.2.3.6. Cobertura vegetal

Los datos de cobertura vegetal se registraron en los formularios de campo, estructurados de acuerdo a la Clasificación Internacional y Cartografía de la Vegetación de la UNESCO (1977), por sus factores determinantes y clases, tomando nota de las especies predominantes. Los puntos de verificación de campo fueron los mismos sitios de muestreo de suelos.

4.2.3.7. Levantamiento de información acerca del recurso agua

Se evaluaron los recursos hídricos potencialmente aprovechables para la producción agropecuaria, como también para fines de conservación dentro del área de estudio.

Los trabajos realizados fueron: aforo de los ríos y evaluación de la calidad agronómica de aguas.

El aforo de caudales de los ríos se realizó según método de flotador. La evaluación de la calidad de aguas se efectuó considerando la normativa de la FAO (1987) para su clasificación para su aptitud para riego, para tal fin se tomaron muestras compuestas (2 litros) de agua de los recursos hídricos importantes, mismos que fueron despachados a laboratorio de aguas del IBTEN.

Los parámetros tomados en cuenta son: pH, Conductividad eléctrica (CE), Cationes solubles (Calcio, Magnesio, Sodio), Cloruros, Sulfatos, carbonatos, Bicarbonatos, Total de sólidos disueltos, Sólidos en suspensión y Relación de adsorción de sodio.

4.2.3.8. Factores socioeconómicos

Los factores socioeconómicos fueron registrados con formularios, que tienen atributos que la FAO (1997) menciona para el efecto y estos son: niveles de insumos utilizados en la producción agrícola, cultivos, tenencia de la tierra y número de familias asentadas.

El llenado de los formularios se realizó en entrevistas con autoridades, líderes locales y familias asentadas. Para ajustar los datos socioeconómicos recabados en trabajo de campo, se tomó en cuenta datos del Censo Nacional: Población y Vivienda (INE, 2001), paralelo a esta actividad se registraron las coordenadas de ubicación los centros poblados, infraestructura vial, con un Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

Las principales parámetros valorados fueron: Principales cultivos, Variedades de cultivos producidos, Superficies cultivadas, Rendimientos de cultivos por unidad de superficie, Composición y tamaño del hato ganadero, Sistemas de manejo de ganado, Principales productos artesanales, Principales centros y productos mineros, hidrocarburíferos, y otras industrias y otros de aspectos sociales, como población y servicios.

4.2.4. Fase 3 de Gabinete (Post campo)

Una vez obtenido todos los datos de campo, laboratorio (análisis de suelos) se realizó la interpretación de resultados de análisis de suelos, vegetación, climático e información socioeconómica.

4.2.4.1. Evaluación de los tipos de utilización de la tierra (TUT's)

Con toda esta información y junto con la información biofísica (suelos, vegetación, agua, clima, etc.), en trabajo de gabinete, se determinaron las cualidades físicas y biológicas que tiene la tierra para un determinado Tipo de Uso. Estas cualidades o atributos se definieron mediante el establecimiento de determinados niveles expresados en rangos o grados, para ello se consideró los tipos de uso asignados por el Proyecto ZONISIG.

De acuerdo a FAO (1997) los TUT's se identifican a partir de la información socioeconómica (especialmente los sistemas de producción), así como el uso actual de la tierra. Se definieron en términos de uno o varios cultivos (agrícolas, pecuarios y forestales), tomando en cuenta el conjunto de prácticas necesarias (requerimientos) incluyendo maquinaria, insumos, mano de obra, para producir estos cultivos.

Asimismo, según las condiciones biofísicas y socioeconómicas de la zona de estudio se identificó diferentes Tipos de Utilización de la Tierra (TUT's) tales como agrícola, pecuaria, forestal y otros.

Cuadro 6. Cualidades de la tierra para un Tipo de Uso de la Tierra

TUT	Cualidades
Usos Agropecuarios	Disponibilidad de nutrientes en el suelo Disponibilidad de agua en el suelo Profundidad efectiva del horizonte A, etc.
Usos de Pasturas naturales	Existencia de cobertura de pastos naturales
Usos del Bosque	<u>Madera:</u> Disponibilidad de madera comercial Resistencia a la erosión hídrica <u>Castaña y Goma:</u> Disponibilidad de árboles de castaña Disponibilidad de árboles de goma

Fuente: FAO, (1997)

a) Inventario del recurso suelo. Aplicando la herramienta de la teledetección y de acuerdo a la evaluación de los datos proporcionados por la combinación de bandas (7:4:1) de la imagen satelital, que muestra las unidades de paisaje, se interpretó el relieve de la superficie y origen geológico.

Con la combinación de bandas de la imagen satelital que se caracteriza por reflejar las unidades de suelos, se sobrepuso las coordenadas de los sitios (puntos) de muestreo y evaluación de suelos, seguidamente se convirtió la imagen de modelo raster a modelo vector con descripciones a nivel de provincia fisiográfica, gran paisaje, paisaje y sub paisaje implementándose su base de datos.

Las unidades de paisaje identificados definitivamente fueron corroboradas en campo.

b) Inventario de la cobertura vegetal. Se procedió a la composición de bandas (5:4:3) de la imagen satelital, que muestra las clases de cobertura vegetal, de igual manera se sobrepuso las coordenadas de los puntos de muestreo y evaluación de la vegetación.

La cartografía elaborada en sistemas de información geográfica (SIG), se convirtió de modelo raster de la imagen de bandas (5:4:3) a modelo vector, utilizando la herramienta “*Georeferencing y editor*” de Arc Gis, a la cual se le implementó su base de datos respectivo.

c) Inventario socioeconómico. Para este fin se utilizaron los formularios socioeconómicos que fueron llenados en campo, sobre los niveles de insumos utilizados en la producción agrícola, cultivos, tenencia de tierra, número de familias asentadas, número de cabezas de ganado, uso actual de la tierra, etc.

d) Inventario de cultivos. La Inventariación de cultivos se registró en una matriz de aspectos socioeconómicos, por su importancia económica y seguridad alimentaria para los habitantes de la zona de estudio.

e) Inventario de tipos de utilización de tierra (TUT). Utilizando las herramientas que proporciona Arc gis, se obtuvo sobreponiendo los mapas de Unidades de tierra y Cobertura vegetal a la cual se añadieron datos obtenidos en campo (cultivos, insumos y condiciones socioeconómicas).

f) Inventario climático.

- **Determinación de la duración del periodo de crecimiento (DPC).** Se efectuó utilizando los datos meteorológicos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) de estaciones cercanas a la zona de estudio (Temperatura, precipitación, humedad relativa etc. de un historial de 20 años). Determinando el Inicio del Periodo de Crecimiento, Periodo Húmedo, Terminación de la estación lluviosa y Terminación del Periodo de Crecimiento.

g) Inventario de Tierras. Se realizó utilizando las herramientas de Arc Gis sobreponiendo los mapas de unidades fisiográficas, de suelos, cobertura vegetal, zonas DPC, zonas térmicas y zonas de precipitación obteniendo un número de celdas agro ecológicas (CEAS) y luego se aglutinaron las CEAS para formar las Zonas Agro-ecológicas (ZAES) (FAO, 1997).

h) Evaluación de aptitud de uso de tierra.

Según FAO (1997) la evaluación de la aptitud de la tierra comprendió dos pasos:

- **Adecuamiento Tierra y Cultivo**

Se efectuó haciendo coincidir valores agroclimáticos y agroedáficos de la tierra y los cultivos. El procedimiento se realizó mediante la verificación de las limitaciones de índole físico y climático, que tiene la tierra para mantener los cultivos a base de datos de las células agro-ecológicas (CEAS) (FAO, 1997).

El adecuamiento en SIG se efectúa de acuerdo a FAO (1997), como las unidades únicas de evaluación de tierras, que llevan información de suelos, clima, fisiografía y cobertura vegetal.

Utilizando la opción del lenguaje estandarizado de los SIG “Query...” y “SQL”, pueden aislarse un grupo de CEAS, que tienen factores climáticos, suelos y duración del periodo de crecimiento, que se comparan con los requerimientos de cultivo de papa; si los factores se acercan más al requerimiento (adaptabilidad) del cultivo de papa, entonces se han llegado al punto óptimo de la adecuación y si nos alejamos aparecen diferentes grados o limitaciones para el adecuamiento, que tienen mucho que ver para clasificar la tierra por su aptitud. La FAO (1997) para calificar estas limitaciones desarrolló normas.

- **Cálculo del rendimiento agronómico potencial (acumulación de biomasa neta)**

Este factor se determinó considerando el uso de insumos que son altos, medianos y bajos en (qq/ha), luego aplicando normas comparativas para definir las clases de aptitud.

4.2.4.2. Zonificación agroecológica (ZAE) del área de estudio

Para efectuar la zonificación agroecológica, en trabajo de gabinete, se realizó una selección de las aptitudes o alternativas más apropiadas para los tipos de utilización de la tierra considerados.

Asimismo, se tomaron en cuenta la clasificación de aptitud de la tierra, así como otra información tal como el uso actual, las actividades productivas, las formas de organización social, la disponibilidad de infraestructura, el acceso a servicios, la estructura institucional y el impacto social y ambiental.

Finalmente la zonificación dio como resultado un mapa que asigna para cada unidad de tierra usos recomendados, incorporando un conjunto de categorías y subcategorías de manejo como se describe en la Cuadro 7.

Cuadro 7. Categorías y Subcategorías de Uso de la Tierra

Categorías	Categorías Subcategorías
Tierras de uso agropecuario intensivo	- Uso agrícola intensivo - Uso ganadero intensivo
Tierras de uso agropecuario extensivo	- Uso agrícola extensivo - Uso ganadero extensivo
Tierras de uso agrosilvopastoril	
Tierras de uso forestal	- Uso forestal maderable - Uso forestal múltiple
Tierras de uso restringido	- Uso agropecuario intensivo limitado - Uso agropecuario extensivo limitado - Uso agrosilvopastoril limitado - Uso forestal maderable limitado - Uso forestal múltiple limitado - Áreas de protección y uso agroforestal limitado - Otras tierras de uso restringido
Área natural protegida	
Urbano	- Urbano - De reserva urbanizable - No urbanizable

Fuente: FAO (1997).

4.2.5. Fase 4 Elaboración de la cartografía temática.

La construcción de cartografía temática se realizó en base a los datos obtenidos de campo, resultados de laboratorio y reconocimiento del lugar, esta información fue integrada en la base de datos del software, posteriormente se obtuvo el mapa fisiográfico con las unidades definidas, así también se ingresó información en la

base de datos acerca del uso de la tierra para obtener el mapa de uso actual de la tierra, así también los datos de análisis climático y de suelos, cada uno de estos mapas contienen leyendas diferentes.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Caracterización del medio físico biológico

5.2. Unidades fisiográficas (Unidades de terreno)

En trabajo de gabinete en base a información obtenida de imágenes satelitales, cartas topográficas, cartas geológicas acerca de la zona de estudio y con la observación de las unidades de paisaje en campo, se realizó la clasificación fisiográfica para lo cual se empleó herramientas de SIG, obteniéndose el mapa fisiográfico (Ver Mapa 2), dichas unidades se describen en el cuadro 8.

Cuadro 8. Leyenda de Clasificación Fisiográfica

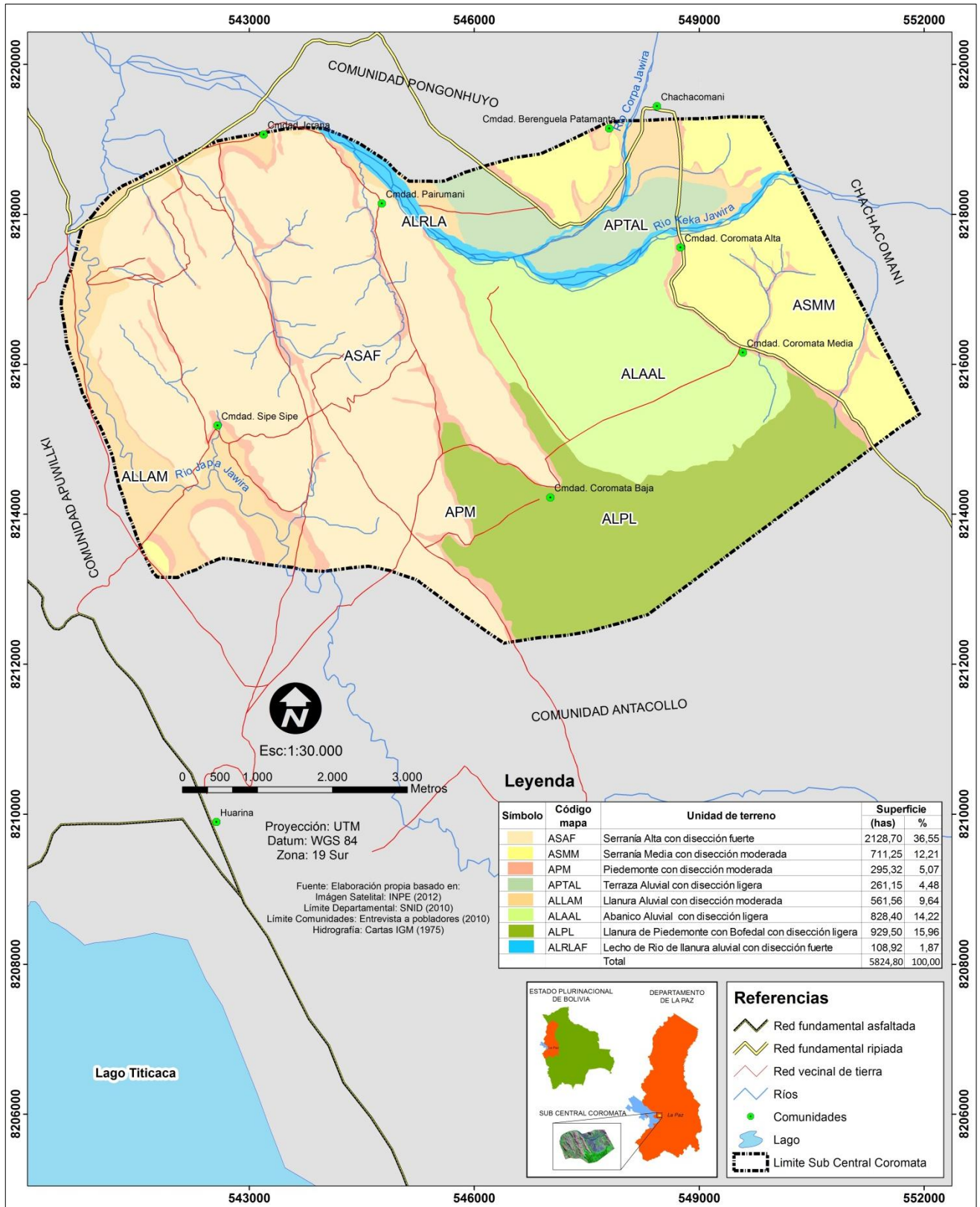
Provincia fisiográfica	Grandes paisajes	Paisaje		Unidad de terreno	Superficie	
		Forma/Amplitud de Relieve	Disección		(ha)	(%)
ALTIPLANO (A)	Serranías (S)	Altas (A)	Fuerte	ASAF	2128,70	36,55
		Medias (M)	Moderada	ASMM	711,25	12,21
	Piedemonte (P)	Piedemonte (P)	Moderada	APM	295,32	5,07
	Planicies (P)	Terraza aluvial (TA)	Ligera	APTAL	261,15	4,48
		Llanura aluvial (LA)	Moderada	ALLAM	561,56	9,64
	Llanuras (L)	Abanico aluvial (AA)	Ligera	ALAAL	828,40	14,22
		Llanura de piedemonte (LP)	Ligera	ALPL	929,50	15,96
		Lecho de río de llanura aluvial (LRLA)	Fuerte	ALRLAF	108,92	1,87

Fuente: Elaboración propia (2013)

5.2.1. Características de las unidades fisiográficas

A continuación se describe cada una de las unidades fisiográficas que se distinguen en el área de estudio, se considera una relación estrecha entre paisaje y suelo, ubicación, génesis, gradiente, grado de disección, su geología y cobertura vegetal.

Mapa 2. Unidades Fisiográficas en la Sub Central Coromata



5.2.1.1. Serranía Alta con disección fuerte (ASAF)



Foto 1. Paisaje de Serranía Alta
Comunidad Sipe Sipe

Consta de una superficie aproximada de 21828,7 hectáreas, representado el 36,55% de la superficie de la Sub Central.

Geológicamente de acuerdo a SERGEOTECMIN (1975) está constituido por limonitas gris a verdosas, areniscas y cuarcitas marrones o verdosas, lutitas negras como se observa en el mapa geológico (Mapa 22).

En su posición fisiográfica presenta cimas convexas, gradientes de mayor a 25%, con pendientes en las cimas entre 5-10% calificado de inclinada a fuertemente inclinada, se aprecian frecuentes afloramientos rocosos y pedregosidad. En las partes medias las pendientes son mayores a 30% donde la presencia de afloramientos rocosos y pedregosidad superficial es poca y común (Ver anexo 3).

La cobertura vegetal para la gran parte de ésta superficie está conformada principalmente por, T'ola (*Parastrephyta lepidophylla*), paja Ch'illiwa (*Festuca dolichophylla*), Yaretilla (*Junellia mínima*) y *kailla Sp.* y especies arbóreas como Eucalipo (*Eucaliptus globulus*) y Pino (*Pinus radiata*).

De acuerdo ZONISIG (1997) esta zona presenta suelos de la clase Cambisol.

5.1.1.2. Serranía Media con disección moderada (ASMM)



Foto 2. Paisaje de Serranía Alta
Comunidad Pairumani

Abarca una superficie aproximada de 711,25 hectáreas que representa el 12,21 % de la superficie total de la Sub Central, están ubicadas al Oeste de la Sub Central.

Litológicamente de acuerdo a SERGEOTECMIN

(1975) está constituido por limonitas gris a verdosas, areniscas y cuarcitas marrones o verdosas y lutitas negras (Ver Mapa 22).

Las gradientes dominantes son de 30%, sus pendientes en las cimas convexas van desde 5-10%, en las laderas sus pendientes son moderadamente escarpadas 15-30 % presentando pocos afloramientos rocosos y pedregosidad superficial.

La cobertura vegetal en esta unidad presenta la T'ola (*Parastrephia lepidophylla*), Paja Chilliwa (*Festuca dolichophylla*), Yaretilla (*Junellia mínima*) y *kailla Sp.*

De acuerdo ZONISIG (1997) esta zona presenta suelos de la clase Cambisol

5.1.1.3. Piedemonte con disección moderada (APM)



Foto 3. Paisaje de Piedemonte
Comunidad Sipe Sipe

Esta unidad consta de una superficie aproximada de 295,32 hectáreas, representando el 5,07 % del total de la superficie de la Sub Central.

Se encuentra distribuido a lo largo de las siete comunidades de la sub central.

Litológicamente de acuerdo a SERGEOTECMIN (1975) se encuentra conformada de limonitas gris a verdosas, areniscas y cuarcitas marrones o verdosas, lutitas negras, Conglomerados polimícticos rojizos y areniscas rojas a rosadas, cantos, gravas, arenas, limos y arcillas. Depósitos fluviolacustres como Gravas, arenas, limos y arcillas (Ver mapa 22).

La gradiente que presenta es menor a 15% con pendientes ligeramente inclinadas a inclinadas que van desde 5 a 10%. Presenta pocos afloramientos rocosos y pedregosidad superficial poca

En relación a la cobertura vegetal, ésta unidad se caracteriza por presentar especies como Paja Ichu (*Jaraba ichu*), Paja ch'illiwa (*Festuca Dolichophylla*) Ch'iji negro (*Muhlebergia fastigiata*), Chiji blanco (*Distichlis humilis*).

De acuerdo ZONISIG (1997) esta unidad fisiográfica presenta suelos de la clase Cambisol

5.1.1.4. Terraza Aluvial con disección ligera (APTAL)



**Foto 4. Paisaje de Terraza Aluvial
Comunidad Pairumani**

Ésta unidad se extiende a una superficie aproximada de 261,15 hectáreas ocupando el 4,48 % de la superficie total de la sub central.

Está ubicada en las comunidades de Pairumani, Berenguela-Patamanta, Icrana y Sipe Sipe.

Litológicamente de acuerdo a SERGEOTECMIN (1975) está conformado por cantos, gravas, arenas, limos y arcillas (Ver mapa 22), sus rasgos fisiográficos tienen una gradiente 2-5%, con pendientes planas que van de 2-5%, presenta poco afloramiento rocoso pero con alta pedregosidad superficial.

La cobertura vegetal predominante está conformada por Ichu (*Jarabaichu*) Chiji negro (*Muhlebergia fastigiata*), Ch'iji blanco (*Distichlis humilis*).

De acuerdo ZONISIG (1997) esta unidad fisiográfica presenta suelos de la clase Cambisol.

5.1.1.5. Llanura Aluvial con disección moderada (ALLAM)



**Foto 5. Paisaje de Llanura Aluvial
Comunidad Sipe Sipe**

Se extiende a una superficie aproximada de 561,56 hectáreas representando el 9,64 % del total de la superficie de la Sub Central.

Ubicada en las comunidades de Sipe Sipe, Icrana, Pairumani y Berenguela-Patamanta.

Litológicamente de acuerdo a SERGEOTECMIN (1975) está conformado por cantos, gravas, arenas, limos y arcillas

(Ver mapa 22), presenta gradientes menores a 10%, con pendientes de 5-10%, no presenta afloramientos rocosos con presencia de pedregosidad superficial nula.

La cobertura vegetal de esta unidad está conformada por Chiji negro (*Muhlebergia fastigiata*), Chiji blanco (*Distichlis humilis*), chilliwa y sicuya.

De acuerdo ZONISIG (1997) esta unidad fisiográfica presenta suelos de la clase Cambisol

5.1.1.6. Llanura de Abanico aluvial con disección ligera (ALAAL)



Foto 6. Paisaje de Llanura de Abanico Aluvial Comunidad Coromata Alta

Ocupa una extensión aproximada de 828,40 hectáreas siendo el 14.22 % de la superficie total de la Sub Central.

Se encuentra en las comunidades de Coromata Alta y Coromata Baja, al sur este de la sub central.

Litológicamente de acuerdo a SERGEOTECMIN (1975) está conformado por depósitos de Abanico aluvial cantos, gravas, arenas y limos (Ver mapa 22), esta posición fisiográfica tiene una gradiente de 2-10%, con pendientes ligeramente inclinados de 2-5% el afloramiento rocoso es nulo pero presenta alta pedregosidad superficial.

La cobertura vegetal predominante está conformada por especies como Paja Jichu (*Jaraba ichu*), *Parastrephia lepidophylla*, *Bidens andicola*, *Lachemilla pinnata*.

De acuerdo ZONISIG (1997) esta unidad fisiográfica presenta suelos de la clase Cambisol

5.1.1.7. Llanura de piedemonte con Bofedal con disección ligera (ALPL)



Foto 7. Paisaje de Llanura de Piedemonte con Bofedal Comunidad Coromata Baja

Esta unidad ocupa una superficie aproximada de 929,50 hectáreas representando el 15,96 % de la superficie total de la Sub Central, se encuentra en las comunidades de Coromata Baja y Coromata Media, al sur de la subcentral.

Litológicamente de acuerdo a SERGEOTECMIN (1975) está conformada de Depósitos aluviales, cantos, gravas, arenas, limos y arcillas (Ver mapa 22), ésta posición fisiográfica presenta gradientes de 2-5%, está ausente los afloramientos rocosos y pedregosidad superficial nula.

La vegetación está dominada por especies propias de Bofedales con predominancia Paja ch'illiwa (*Festuca dolychophylla*), Plantago (*Plantago tubulosa*), *Bromus catharticus*, *Carex spp.*, *Deyeuxia curvula*, *Deyeuxia ovata*, *Eleocharis albibracteata*, *Juncus spp.*

De acuerdo ZONISIG (1997) esta unidad presenta suelos de la clase Histosol

5.1.1.8. Lecho de Rio de Llanura Aluvial con disección fuerte (ALALRF)



Foto 8. Paisaje de Lecho de Rio Comunidad Coromata Alta

Ocupa aproximadamente a 108,926 hectáreas que representa el 1,87 % de la superficie total, es propiamente el lecho de rio, litológicamente está conformado por Depósitos fluvioglaciales de gravas, arenas, sus gradientes son menores a 10%, presentan pendientes ligeramente inclinadas.

La vegetación está presente en áreas circundantes conformadas por *Stipa ichu* y otras graminoides.

5.3. Inventario climático

5.3.1. Localización de estaciones meteorológicas del área de influencia

Se ubicaron las estaciones meteorológicas próximas a la Sub Central Coromata, donde se encontró que las estaciones de Corpaputo, Cota Cota Baja Huarina, Peñas, El Belén y Tiwanaku.

Los parámetros utilizados son: Elevación, precipitación promedio anual, duración del periodo de crecimiento, temperatura promedio anual, duración de horas sol y nubes (Cuadro 9).

Cuadro 9. Estaciones meteorológicas involucradas en el área de estudio

Nº	Estación	Provincia	Latitud Sur	Longitud Oeste	Altitud (m.s.n.m.)	Origen	Dat. Hist.
1	Corpaputo	Omasuyos	16° 04'	68° 33'	4080	SENAMHI	1983 - 2002
2	El Belén	Omasuyos	16° 04'	68° 40'	3820	SENAMHI	1990 - 2010
3	Cota Cota	Omasuyos	16° 11'	68° 37'	3825	SENAMHI	1990 - 2010
4	Peñas	Los Andes	16° 14'	68° 30'	3 986	SENAMHI	1983 - 2003
5	Tihuanacu	Ingavi	16° 33'	68° 41'	3829	SENAMHI	1990 - 2009

Fuente: Elaboración propia en base información de SENAMHI (2010)

5.3.2. Inventario de duración del periodo de crecimiento (DPC)

De acuerdo a Villalpando J. (1988) y FAO (1997) la duración del periodo de crecimiento (DPC) se determina con datos de precipitación media anual (Pmed), evapotranspiración potencial (ETP) y evapotranspiración potencial media (ETP/2) con records históricos proporcionados por el SENAMHI (Cuadro 9).

De acuerdo a ERST (1982) la zona de estudio corresponde a la zona de vida de L.R. Holdrige, (Bh-M) Bosque Humedo-Montano, el modelo para la determinación de la DPC es un balance de humedad, comparando la precipitación (Pmed) con evapotranspiración potencial (ETP), de la siguiente manera:

El inicio de la estación de crecimiento es cuando $Pmed > 0,5ETP$; el inicio del periodo húmedo es cuando $Pmed > ETP$; la terminación del periodo de lluvias cuando $Pmed = 0,5ETP$; y la terminación del periodo de crecimiento se presenta aproximadamente cuando $Pmed = 0.50ETP$.

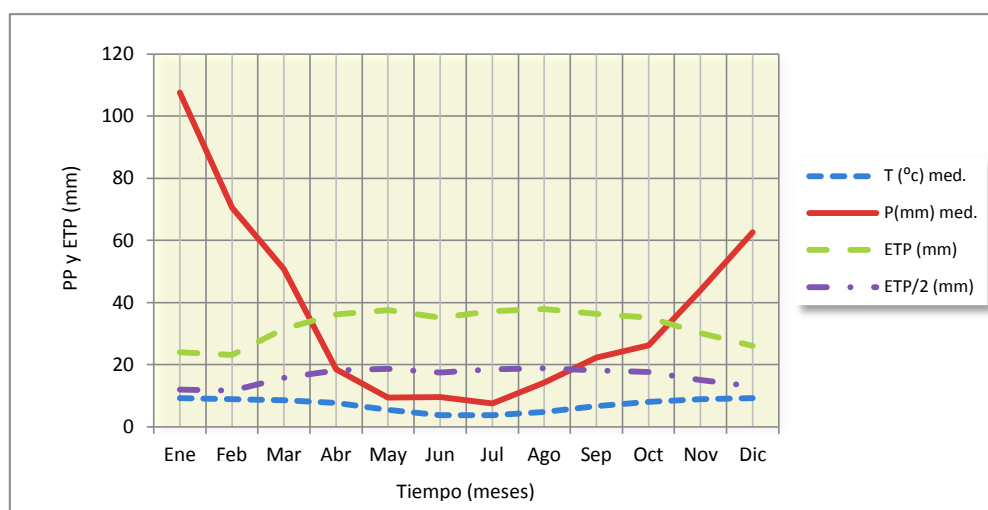
5.3.3. Análisis del periodo de crecimiento (DPC) por estaciones meteorológicas

Los resultados de DPC de las 5 estaciones del área de influencia se ordenan de la siguiente manera (Cuadro 10).

Cuadro 10. Datos Meteorológicos Estación Meteorológica El Belén (1990-2009)

MESES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T (°c) med.	9,18	8,9	9,0	7,6	5,5	3,8	3,8	4,8	6,71	8,13	8,9	9,31	7,1
P(mm) med.	108	71	51	19	9,4	9,5	7,5	14	22,4	26,3	44	62,7	444
ETP (mm)	24,1	23	32	36	38	35	37	38	36,3	35,2	30	26	232
ETP/2 (mm)	12,1	12	16	18	19	18	19	19	18,2	17,6	15	13	125
NUVOSID (octv.)	6	5	5	3	2	1	1	2	2	3	4	5	3

Fuente: Elaboración propia en base a FAO (1997).



Fuente: Elaboración propia en base a FAO (1997).

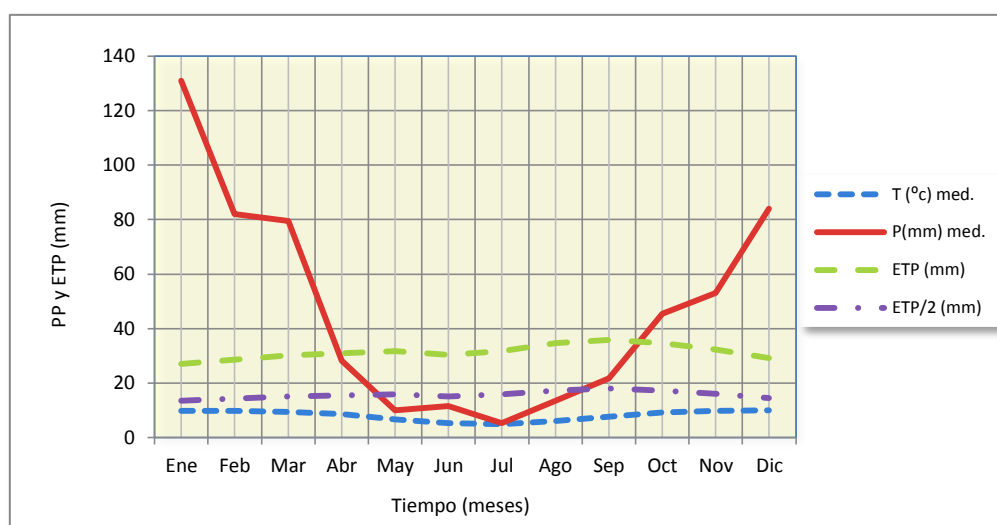
Figura 3. Duración del Periodo de Crecimiento Estación El Belén

La figura 3 indica que el inicio del periodo de crecimiento ($P > 0,5ETP$) da comienzo aproximadamente el 10 de septiembre; el inicio del periodo húmedo ($P > ETP$) ocurre el 29 de octubre; por su parte la terminación del periodo de lluvias ($P = 0,5ETP$) ocurre el 15 de abril; por último, la terminación del periodo de crecimiento se presenta el 15 de abril (aproximadamente cuando $P = 0,5ETP$, es decir 219 días)

Cuadro 11. Datos meteorológicos estación Huarina Cota Cota (1990-2009)

MESES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T (°c) med.	9,9	9,8	9,5	8,7	6,7	5,30	5,0	6,1	7,7	9,2	9,8	10,1	8,0
P(mm) med.	131	82	79,6	28,2	10,0	11,5	5,3	14	21,7	45,5	53,0	84,0	565,5
ETP (mm)	27	29	30,2	31	32	30,3	32	35	35,9	34,7	32,3	29,2	377,4
ETP/2 (mm)	14	14	15,1	15,5	16	15,2	16	17	18	17,4	16,2	14,6	188,7
NUVOSID (octv.)	6	5	5	3	1	1	1	2	2	3	4	5	3

Fuente: Elaboración propia en base a FAO (1997).



Fuente: Elaboración propia en base a FAO (1997).

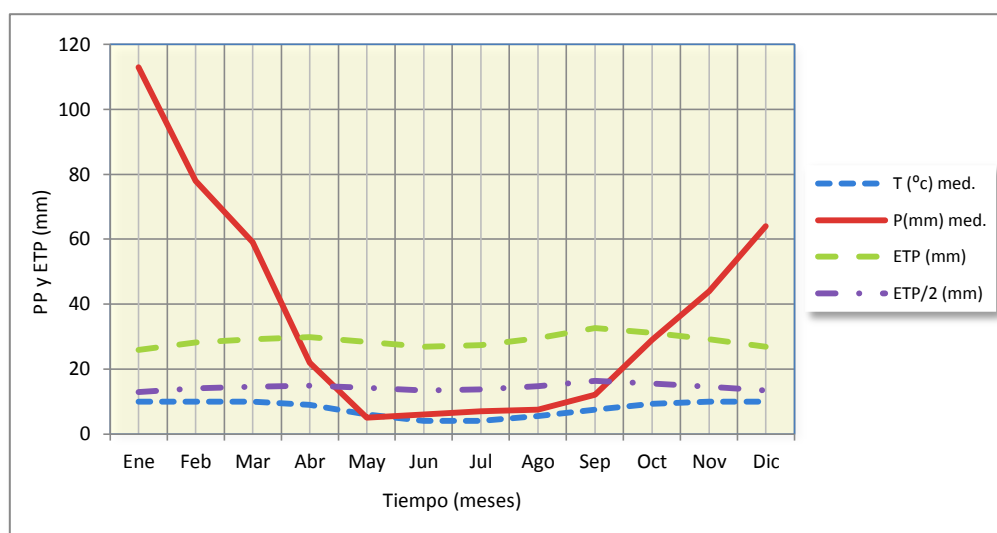
Figura 4. Duración del Periodo de Crecimiento Estación Cota Cota Huarina

La figura 4 indica que el inicio del periodo de crecimiento ($P > 0,5ETP$) da comienzo aproximadamente el 12 de septiembre; el inicio del periodo húmedo ($P > ETP$) ocurre el 5 de octubre; por su parte la terminación del periodo de lluvias ($P = 0,5ETP$) ocurre el 5 de mayo; y por último, la terminación del periodo de crecimiento se presenta el 5 de mayo (aproximadamente cuando $P = 0,5ETP$, es decir 237 días).

Cuadro 12. Datos Meteorológicos estación Tiwanaku (1990-2009)

MESES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T (°c) med.	10	10	10	9	6	4,0	4	5,5	7,5	9,3	10	10	7,8
P(mm) med.	113	78	59	22	5	6,0	7	7,4	12	29	44	64	446,4
ETP (mm)	25,9	28,1	29,2	29,9	28,3	26,9	27,4	30	32,6	31,2	29,2	26,9	345,1
ETP/2 (mm)	13	14	14,6	15	14	13,5	14	15	16,3	15,6	14,6	13,5	172,6
NUVOSID (octv.)	6	6	5	4	2	2	2	2	3	4	4	5	4

Fuente: Elaboración propia en base a FAO (1997).



Fuente: Elaboración propia en base a FAO (1997).

Figura 5. Duración del Periodo de Crecimiento Estación Tiwanaku

De acuerdo al figura 5, el comienzo de la periodo de crecimiento ($P > 0,5ETP$) se inicia aproximadamente el 21 de septiembre, el inicio del periodo húmedo ($P > ETP$) ocurre el 19 de octubre; por su parte la terminación del periodo de lluvias ($P = 0,5ETP$) ocurre el 29 de abril; por último, la terminación del periodo de crecimiento se presenta el 29 de abril (aproximadamente cuando $P = 0,5ETP$, es decir 222 días).

Cuadro 13. Duración del Periodo de Crecimiento (DPC) por estaciones

Nº	Estación	Provincia	DPC	Altitud	Origen	Dat. Hist.
1	Corpaputo	Omasuyos	220	4080	SENAMHI	20 años
2	Cota Cota	Omasuyos	237	3825	SENAMHI	20 años
3	El Belén	Omasuyos	219	3820	SENAMHI	20 años
4	Peñas	Los Andes	221	3986	SENAMHI	20 años
5	Tiwanaku	Ingavi	222	3829	SENAMHI	20 años

Fuente: Elaboración propia basada en información SENAMHI (2010).

El inventario de las isoclinas de DPC, se realizaron sobre la base del polígono de Thiessen. Cada 5 días para elaborar un mapa de DPC a escala 1:100.000 (Mapa 4). Se ha determinado 3 zonas de duración de periodo de crecimiento (DPC), que van desde 265 a 340 días. Los valores de DPC se incrementan a medida que se acerca a orillas del Lago Titicaca Huarina existiendo poca variación.

De acuerdo ZONISIG (1997) no señala datos de DPC, pero señala que el período lluvioso es de noviembre a marzo, y el seco de mayo a agosto, considerándose los meses restantes como de transición entre ambos.

5.3.4. Inventario de zonas térmicas y de precipitación.

Fueron inventariados sobre datos de promedios anuales de temperatura y precipitación, registrados en las 5 estaciones del área de estudio sistematizados de la siguiente manera (Cuadro 14).

Cuadro 14. Temperatura y precipitación promedio anual 1989-2009

Nº	Estación	Provincia	T(°C) anual	PP(mm) anual	Altitud m.s.n.m.	Origen	Dat. Hist.
1	Corpaputo	Omasuyos	7,0	711	4080	SENAMHI	20 años
2	Cota Cota	Omasuyos	8,2	565	3825	SENAMHI	20 años
3	El Belén	Omasuyos	7,1	444	3820	SENAMHI	20 años
4	Peñas	Los Andes	7,0	818	3986	SENAMHI	20 años
5	Tiwanaku	Ingavi	7,9	446	3829	SENAMHI	20 años

Fuente: Elaboración propia basada en información SENAMHI (2010).

El inventario de isoyetas, isotermas y zonas de periodo de crecimiento, fueron creadas sobre la base del polígono de Tiessen según Schwab. G (1990).

Se determinó 3 zonas de precipitación (Mapa 3), que van desde 551 a 791mm promedio anual. La precipitación va decreciendo de forma gradual pero no existe una gran diferencia conforme se avanza hacia orillas del Lago Titicaca,

Las zonas de precipitación se describen en la ZAE, para saber el régimen de disponibilidad de agua para el crecimiento de los cultivos durante el periodo de crecimiento. Definidos generalmente en base a los rangos de promedio anual.

Se ha determinado 2 zonas térmicas (Ver Mapa 5), que van desde 7,1 a 8,2 °C. Los promedios de temperatura se incrementan conforme se acerca a las orillas del Lago Titicaca específicamente en la comunidad Sipe Sipe de igual forma no existe variación significativa.

De acuerdo a ZONISIG (1997) la zona circundante al lago Titicaca. Debido principalmente al efecto termoregulador del lago, estas últimas áreas presentan temperaturas medias anuales próximas a los 10°C y mínimas anuales medias de 4.5°C, estos datos son coincidentes con los obtenidos en el estudio

De igual manera ZONISIG (1997), asigna a esta zona un valor de precipitación de 600 a 650 mm/año, y un valor de Duración del Periodo de Crecimiento llegan de 250 a 300 días, de similar forma coincide con los valores obtenidos en el estudio.

5.3.5. Inventario de la Radiación Solar

Mediante los procedimientos de herramientas SIG determinó que la Radiación Solar en la Sub Central Coromata alcanza a valores que van desde 459 a 464 cal/cm²/día. Existiendo un poca variación al interior de los límites (Mapa 6).

Cuadro 15. Valor de Radiación solar por estaciones

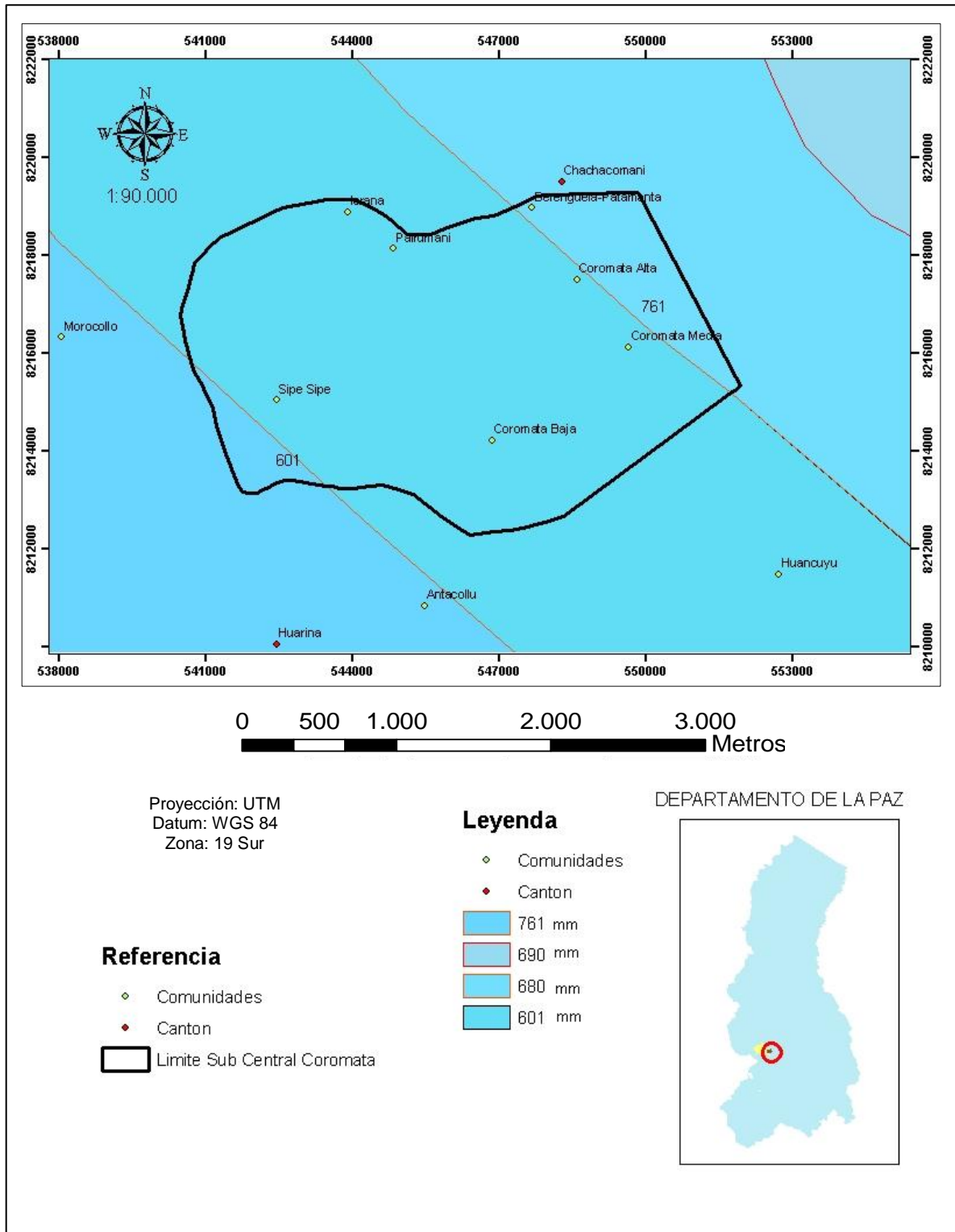
Nº	Estación Meteorológica	Radiación Solar (cal/cm ² /día)	Latitud Sur	Longitud Oeste	Altitud (m.s.n.m.)	Origen	Dat. Hist. (años)
1	Corpaputo	464	16°04'	68° 33'	4080	SENAMHI	1980-2010
2	El Belén	464	16°04'	68° 40'	3820	SENAMHI	1980-2010
3	Cota Cota Baja	463	16°11'	68° 37'	3825	SENAMHI	1980-2010
4	Peñas	462	16°14'	68° 30'	3986	SENAMHI	1980-2010
5	Tiwanaku	459	16°33'	68° 41'	3829	SENAMHI	1980-2010

Fuente: elaboración propia basada en datos de grado de nubosidad SENAMHI (2010).

Los resultados obtenidos en relación a las condiciones climáticas, éstas presentan valores extremos, para afrontar estos fenómenos naturales se deben buscar la utilización de variedades resistentes y adaptadas a estas condiciones climáticas (Heladas, granizadas y sequías)

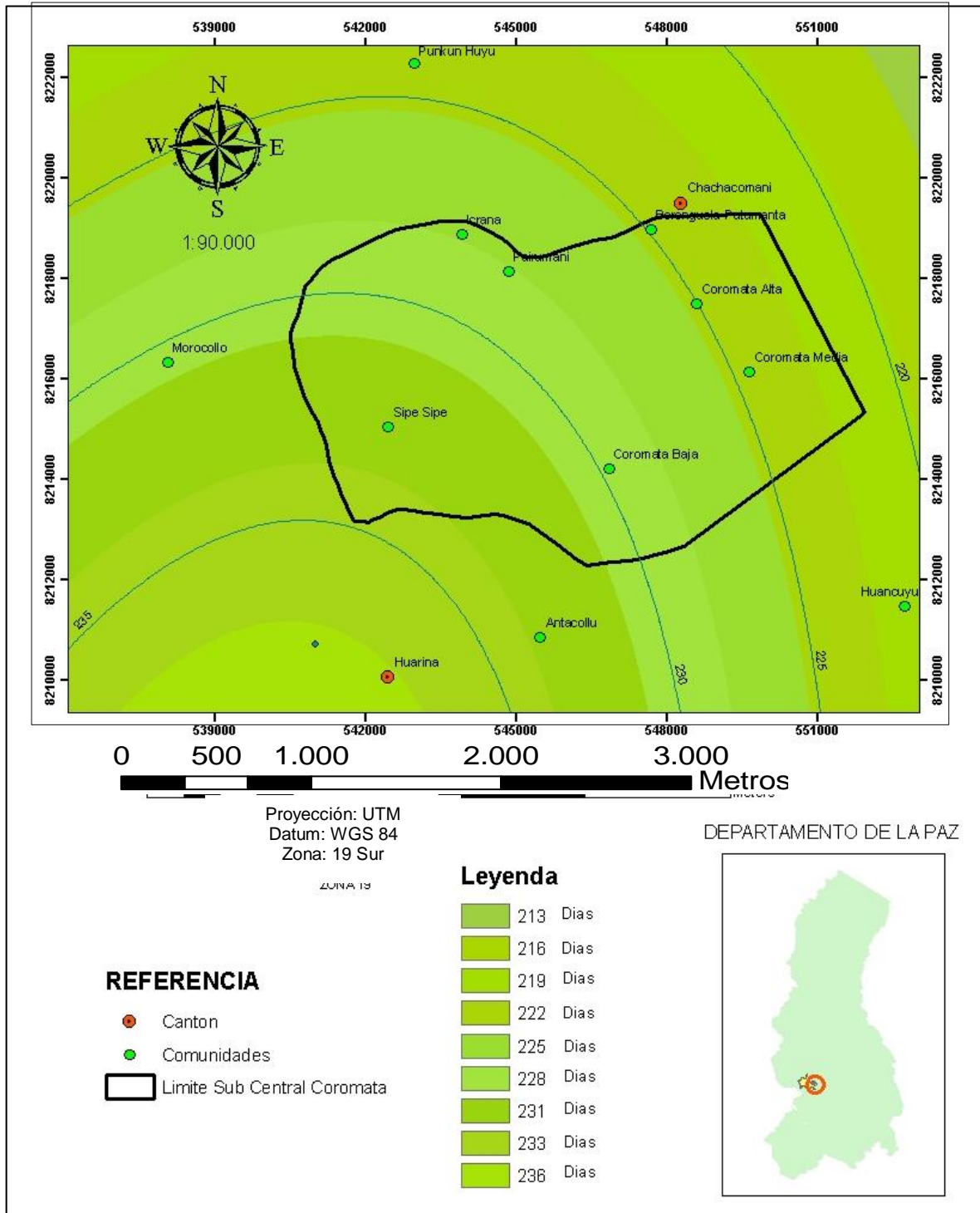
Y continuar las costumbres de los pueblos ancestrales en la unidad en el combate contra las adversidades climáticas.

Mapa 3. Zonas de precipitación (ISOYETAS) Sub Central Coromata



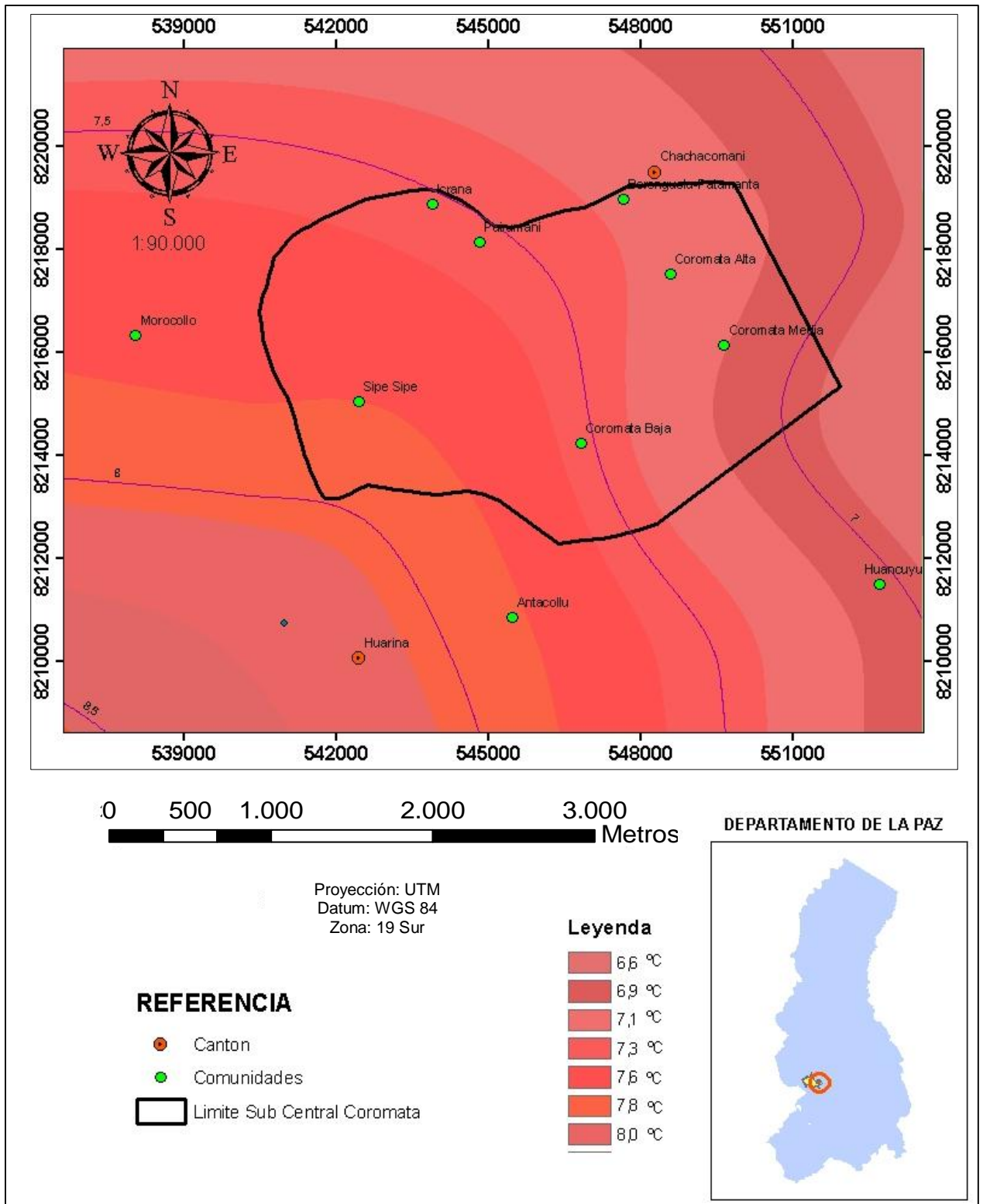
Fuente: Elaboración propia (2013)

Mapa 4. Duración de Periodos de Crecimiento (DPC) Sub Central Coromata



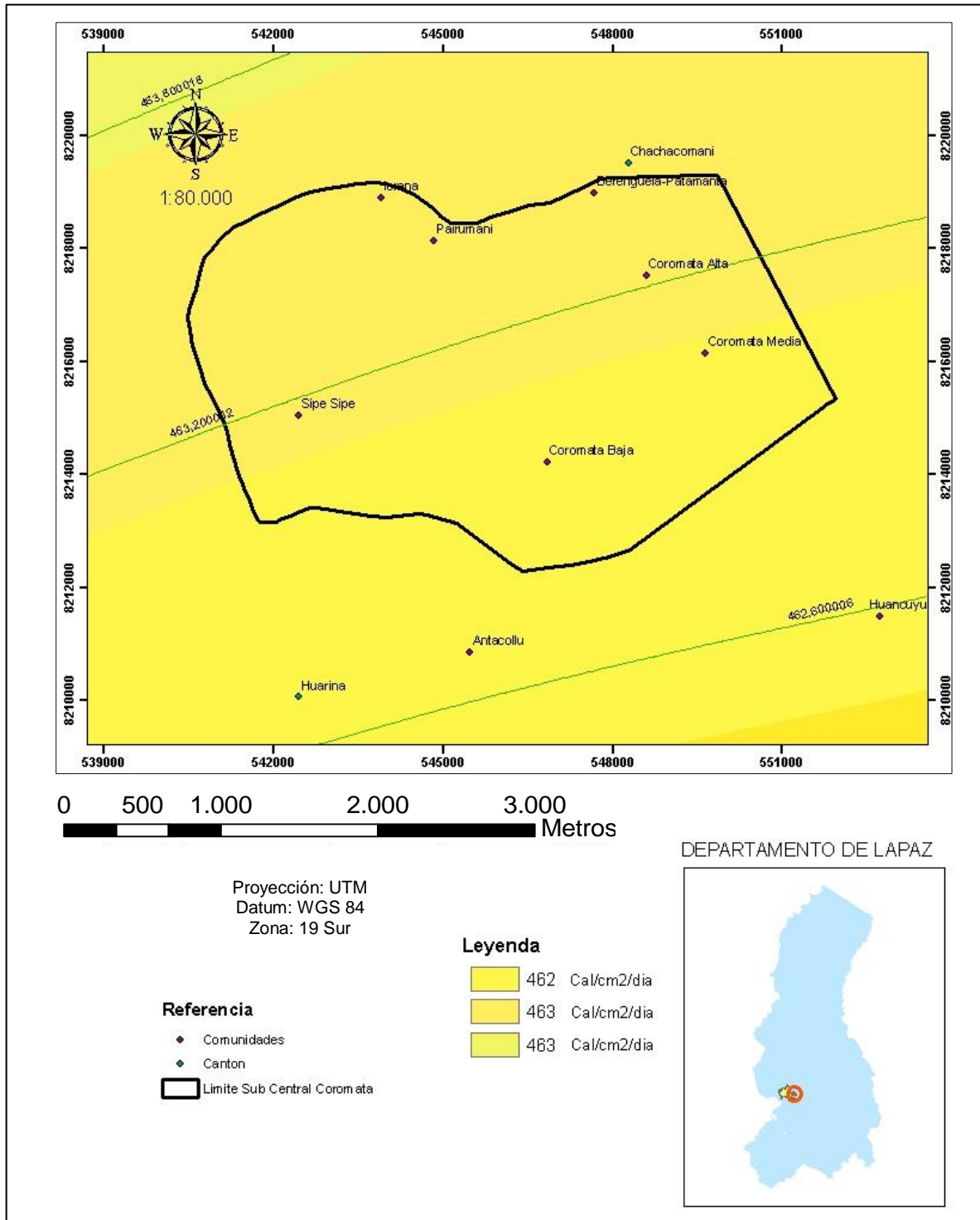
Fuente: Elaboración propia (2013)

Mapa 5. Zonas Térmicas (ISOTERMAS) Sub Central Coromata



Fuente: Elaboración propia (2013)

Mapa 6. Distribución de la Radiación Solar Global (RG) Sub Central Coromata



Fuente: Elaboración propia (2013)

5.4. Inventario del recurso suelo

5.4.1. Suelos de Serranía Alta con disección fuerte (ASAF)

Los suelos en esta unidad son muy superficiales con texturas arcillo arenosas en todo el perfil; drenaje de bueno a moderado; erosión hídrica tipo laminar, en surcos moderada; pocos sectores con cárcavas; no calcáreo.

Debido al elevado contenido de grava, posee una baja capacidad de retención de agua y nutrientes.

Presenta un pH medido casi neutro ($\text{pH} = 5,9$), adecuados para para la mayoría de los cultivos. De acuerdo a la Conductividad Eléctrica (CE) medida ($0,026 \text{ dS m}^{-1}$), son suelos normales, es decir que no presentan acumulación de sales y son aptos para la mayoría de los cultivos.

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es baja ($8,2 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ de suelo), en los horizontes superficiales, por lo tanto tienen una fertilidad natural potencial baja, mientras que el Total de Bases Intercambiables (TBI) es pobre ($6,94 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ de suelo).

Los contenidos de Materia Orgánica (%MO) son muy bajos en las capas superficiales debido a que son suelos de cima, con baja capacidad de retención de humedad escasa cobertura vegetal, el contenido de nitrógeno es muy baja con un valor de 0,22 %, asimismo el fósforo es bajo con un valor de 8,01% como se observa en el cuadro 16 y certificado de análisis de suelos en el cuadro 66.

El proyecto ZONISIG (1997) caracteriza a la unidad de terreno de serranía alta con disección fuerte como superficial en profundidad, con mucha a abundante pedregosidad y rocosidad superficial. También, clasifica estos suelos, según la FAO, como Cambisol

Cuadro 16. Características químicas y nivel de fertilidad potencial de suelos de Serranía Alta con disección fuerte (ASAF)

Horizonte / Perfil de suelo		A1
Profundidad de muestreo (cm)		0 – 20
pH (en agua 1:5)	Determinación	5,9
	Apreciación	Casi neutro
CIC (dS m ⁻¹)	Determinación	8,2
	Apreciación	Muy baja
TBI (cmol(+) kg ⁻¹)	Determinación	6,94
	Apreciación	Pobre
% SB (Saturación de Bases)	Determinación	95,6
	Apreciación	Muy alta
% Carbono orgánico	Determinación	0,62
	Apreciación	Muy pobre
% Nitrógeno total	Determinación	0,22
	Apreciación	Muy pobre
Fósforo asimilable (ppm)	Determinación	8,01
	Apreciación	Muy pobre
CALIFICACIÓN DE FERTILIDAD		BAJA
% Saturación de Calcio (Ca ⁺⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	4,2
	% Ca	51
	Calificación	Muy Alto
% Saturación de Magnesio (Mg ⁺⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	2.1
	% Mg	25
	Calificación	Muy Alto
% Saturación de Potasio (K ⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	0,52
	% K	6,3
	Calificación	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia basado en análisis físico-químico de suelos

Cuadro 17. Descripción del perfil de suelo Sipe Sipe (Calicata N° 1)

I. Información acerca del sitio de la muestra.-

- a. Número del perfil: 001 (W1)
- b. Nombre del suelo: Sipe Sipe
- c. Clasificación a nivel de generalización amplia: Entisol
- d. Fecha de observación: 15/09/2010
- e. Autor: Rogelio Nina Huanca
- f. Ubicación: X = 542502, Y = 8213901, al sur este de la Sub Central
- g. Altitud: 3967 m.s.n.m.
- h. Forma del terreno:
 - i. Posición fisiográfica: Pendiente superior (en pendiente convexa)
 - ii. Forma del terreno circundante: ligeramente ondulado
 - iii. Microtopografía: Natural
- i. Pendiente donde el perfil está situado: Suavemente inclinado 3 %
- j. Vegetación y uso de la tierra: Ganadería, pastoreo extensivo en cimas de colinas, vegetación principal Kaiña, paja, t'ola, stipa.
- k. Clima: Según los parámetros climatológicos de la Estación meteorológica de Belén, el promedio de temperatura anual es de 8 °C y el promedio de precipitaciones es de 600 mm anuales. las heladas se presentan 180 días al

año, con temperaturas que descienden hasta 10 °C bajo cero en las estaciones invernales.

II. Información general acerca del suelo.-

- a. Material originario: Formación Belén (Belén Fm).
- b. Drenaje: Bien drenado (clase 4)
- c. Condiciones de humedad en el perfil: Completamente seco
- d. Profundidad de la capa freática: No visible
- e. Presencia de piedra en la superficie y afloramiento rocoso: pedregoso (clase 3), muy rocoso (clase 3)
- f. Evidencia de erosión: Laminar
- g. Presencia de sales o álcalis: Libre de sales (clase 0)
- h. Influencia humana: Principalmente dada por el Pastoreo

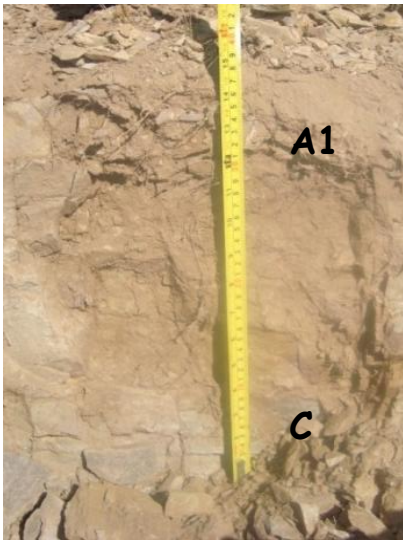


Foto 9. Horizontes del perfil de suelos Comunidad Sipe Sipe Calicata 1

III. Breve descripción del perfil

	<i>Horizonte y Prof. (Cm)</i>	<i>Descripción Morfológica</i>
A1	0 – 20	Textura arcillo arenoso; estructura bloque angular subangular, débil, fino; consistencia en mojado adherente, ligeramente plástico, friable en húmedo, ligeramente duro en seco; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas pocas; limite neto ondulado.
C1	> 20	Textura arcillo arenoso; estructura bloque angular, débil, fino; consistencia en mojado adherente, ligeramente plástico, friable en húmedo, ligeramente duro en seco; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas pocas.

Fuente: elaboración propia (2013)

5.4.2. Suelos de Serranía Media con disección moderada (ASMM)

Estos suelos son muy superficiales con textura franco en todo el perfil; drenaje de bueno a moderado; erosión hídrica tipo laminar, en surcos moderada; pocos sectores con cárcavas; no calcáreo.

El pH o la reacción del suelo medido en suspensión suelo-agua (relación 1:5) es ácido (pH = 4,87).

El valor de conductividad eléctrica (CE) en estos suelos, medida en la misma condición que para el pH, corresponde a 0,036 dS m⁻¹ que indica la ausencia de problemas de salinidad para la actividad agrícola.

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es de nivel bajo (7,66 cmol(+) kg⁻¹ de suelo), lo que indica que existe una baja capacidad de almacenamiento e intercambio de cationes, mismos que son parte de los nutrientes necesarios para las plantas; también, el total de bases intercambiables (TBI) para estos suelos alcanzan a un valor de 7,56 cmol(+) kg⁻¹ de suelo, calificándose en grado regular.

El porcentaje de saturación de bases (%S) corresponde a un nivel muy alto (98,7%). El contenido de materia orgánica en este suelo es también de nivel bajo o pobre (4,52%).

Los valores de las determinaciones analíticas en cuanto a fósforo, nitrógeno y bases cambiables, mostradas en el cuadro 18, indican los siguientes niveles: pobre para el fósforo asimilable; normal para el nitrógeno total; muy alto para el calcio y magnesio, y muy alto para el potasio como se observa en el cuadro 18 y certificado de análisis de suelos en el cuadro 66.

El proyecto ZONISIG (1997) caracteriza a la unidad de terreno de Serranía Media con disección moderada como suelos superficiales en profundidad, con mucha abundante pedregosidad y rocosidad superficial.

También clasifica estos suelos según la FAO como Regosoles.

Cuadro 18. Características químicas y nivel de fertilidad potencial de suelos de Serranía Media con disección moderada (ASMM)

Horizonte / Perfil de suelo	A1	
Profundidad de muestreo (cm)	0 – 15	
pH (en agua 1:5)	Determinación	4,87
	Apreciación	Acido
CIC (dS m ⁻¹)	Determinación	7,66
	Apreciación	Baja
TBI (cmol(+) kg ⁻¹)	Determinación	7,56
	Apreciación	Regular
% SB (Saturación de Bases)	Determinación	98,7
	Apreciación	Muy alta
% Carbono orgánico	Determinación	0,62
	Apreciación	Muy pobre
% Nitrógeno total	Determinación	0,25
	Apreciación	Normal
Fósforo asimilable (ppm)	Determinación	8,11
	Apreciación	Pobre
CALIFICACIÓN DE FERTILIDAD		BAJA
% Saturación de Calcio (Ca ⁺⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	4,6
	% Ca	60,05
	Calificación	Muy Alto
% Saturación de Magnesio (Mg ⁺⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	2,3
	% Mg	30,02
	Calificación	Muy Alto
% Saturación de Potasio (K ⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	0,51
	% K	6,65
	Calificación	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia, basado en análisis físico-químico de suelos

Cuadro 19. Descripción del perfil de suelo Pairumani (Calicata N° 14)

I. Información acerca del sitio de la muestra.-

- a. Número del perfil: 14P03PM (W14)
- b. Nombre del suelo: Pairumani
- c. Clasificación a nivel de generalización amplia: Entisol
- d. Fecha de observación: 15/09/2010
- e. Autor: Rogelio Nina Huanca
- f. Ubicación: X = 546495, Y = 8218589, al noroeste de la Sub Central.
- g. Altitud: 4003 m.s.n.m.
- h. Forma del terreno:
 - i. Posición fisiográfica: Pendiente Media (en pendiente cóncava)
 - ii. Forma del terreno circundante: ligeramente ondulado
 - iii. Microtopografía: Natural
- i. Pendiente donde el perfil está situado: Moderadamente escarpado 25%
- j. Vegetación y uso de la tierra: Ganadería, pastoreo extensivo en cimas de colinas, vegetación principal Jichu, Cebadilla, T'ola, Wira Wira, Koa.
- k. Clima: Según los parámetros climatológicos de la Estación meteorológica de Belén, el promedio de temperatura anual es de 8 °C y el promedio de

precipitaciones es de 600 mm anuales. las heladas se presentan 180 días al año, con temperaturas que descienden hasta 10 °C bajo cero en las estaciones invernales.

II. Información general acerca del suelo.-

- a. Material originario: Formación Belen (Belén Fm).
- b. Drenaje: Bien drenado (clase 4)
- c. Condiciones de humedad en el perfil: Completamente seco.
- d. Profundidad de la capa freática: No visible
- e. Presencia de piedra en la superficie y afloramiento rocoso: pedregoso (clase 3), muy rocoso (clase 3)
- f. Evidencia de erosión: Laminar moderado
- g. Presencia de sales o álcalis: Libre de sales (clase 0)
- h. Influencia humana: Principalmente dada por el Pastoreo extensivo

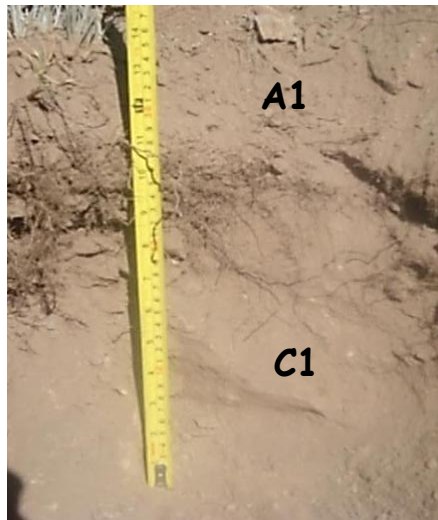


Foto 10. Horizontes del perfil de suelos
Comunidad Pairumani Calicata 14

III. Breve descripción del perfil

Horizonte y Prof. (Cm)	Descripción Morfológica
A1 0 – 15	Textura arcillo arenoso; estructura bloque angular subangular, débil, fino; consistencia en mojado adherente, ligeramente plástico, friable en húmedo, ligeramente duro en seco; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas; neto ondulado.
C1 >15	Textura arcillo arenoso; estructura bloque angular, débil, fino; consistencia en mojado adherente, ligeramente plástico, friable en húmedo, ligeramente duro en seco; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas pocas.

Fuente: elaboración propia (2013)

5.4.3. Suelos de Piedemonte con disección moderada (APM)

Los suelos en esta unidad fisiográfica son profundos a poco profundos con textura franco arcillosa, drenaje bueno a moderado, erosión hídrica tipo laminar y en surcos leve a moderado, no calcáreo.

Son suelos que tienen un pH medido en suspensión suelo-agua (relación 1:5) de casi neutro de (pH = 6,86). De acuerdo a la Conductividad Eléctrica (CE), son suelos normales ($0,020 \text{ dS m}^{-1}$) apto para el desarrollo de actividades agrícolas.

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es bajo ($7,01 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ de suelo), lo que indica que existe una baja capacidad de almacenamiento e intercambio de cationes, los mismos que son parte de los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, el Total de Bases Intercambiables (T.B.I.) son regulares ($6,73 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ de suelo), por lo tanto tiene una fertilidad natural moderada, la materia orgánica es baja (4,3%),

El porcentaje de saturación de bases (%S) corresponde a un nivel muy alto (99,0%). En cuanto a bases cambiables, mostradas en el cuadro 20, indican los siguientes niveles: pobre para el fósforo asimilable; regular para el nitrógeno total; muy alto para el calcio y magnesio y para el potasio Alto, como se observa en el cuadro 20 y certificado de análisis de suelos en el cuadro 66.

El proyecto ZONISIG (1997) caracteriza a la unidad de terreno de piedemonte con disección moderada como moderadamente profundos, con textura de arcillosa a arcillo limosa en bloques sub angulares de reacción calcárea fuerte con poca pedregosidad y nula rocosidad superficial.

También clasifica estos suelos según la FAO como Cambisol.

Cuadro 20. Características químicas y nivel de fertilidad potencial de suelos de Piedemonte con disección moderada (APM)

Horizonte / Perfil de suelo		Ap
Profundidad de muestreo (cm)		0 - 20
pH (en agua 1:5)	Determinación	6,86
	Apreciación	Casi neutro
CIC (dS m ⁻¹)	Determinación	7,0
	Apreciación	Baja
TBI (cmol(+) kg ⁻¹)	Determinación	6,73
	Apreciación	Regular
% SB (Saturación de Bases)	Determinación	99,0
	Apreciación	Muy alta
% Carbono orgánico	Determinación	0,61
	Apreciación	Muy pobre
% Nitrógeno total	Determinación	0,20
	Apreciación	Regular
Fósforo asimilable (ppm)	Determinación	8,01
	Apreciación	Pobre
CALIFICACIÓN DE FERTILIDAD		MODERADA
% Saturación de Calcio (Ca ⁺⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	4,5
	% Ca	64
	Calificación	Muy Alto
% Saturación de Magnesio (Mg ⁺⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	1,82
	% Mg	26,0
	Calificación	Muy Alto
% Saturación de Potasio (K ⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	0,16
	% K	3,5
	Calificación	Alto

Fuente: Elaboración propia, basado en análisis físico-químico de suelos

Cuadro 21. Descripción del perfil de suelo Sipe Sipe (Calicata N° 003)

- I. Información acerca del sitio de la muestra.-*
- Número del perfil: 3SS01PI (W3)
 - Nombre del suelo: Sipe Sipe
 - Clasificación a nivel de generalización amplia: Entisol
 - Fecha de observación: 17/09/2010
 - Autor: Rogelio Nina Huanca
 - Ubicación: X = 542322; Y = 8213991
 - Altitud: 3923 m.s.n.m.
 - Forma del terreno:
 - Posición fisiográfica: Piedemonte
 - Forma del terreno circundante: Ondulado
 - Microtopografía: Natural
 - Pendiente donde el perfil está situado: Suavemente inclinado 6%
 - Vegetación y uso de la tierra: Barbecho de papa, vegetación principal Jichu, Cebadilla, Wira Wira, Chilliwa, Qariwa.
 - Clima: Según parámetros climatológicos de la Estación meteorológica de Belén, el promedio de temperatura anual es de 8 °C y el promedio de precipitaciones es de 600 mm anuales. las heladas se presentan 180 días al

año, con temperaturas que descienden hasta 10 °C bajo cero en las estaciones invernales.

II. Información general acerca del suelo.-

- a. Material originario: Formación Belen (Belén Fm)
- b. Drenaje: Bien drenado (Clase 4)
- c. Condiciones de humedad en el perfil: Húmedo por debajo de los 50 centímetros
- d. Profundidad de la capa freática: No visible
- e. Presencia de piedra en la superficie y afloramiento rocoso: Ninguna
- f. Evidencia de erosión: Eólica, ligera en superficies vecinas con vegetación pobre donde existió labranza años atrás
- g. Presencia de sales o álcalis: Libre de sales (clase 0)
- h. Influencia humana: Barbecho de papa

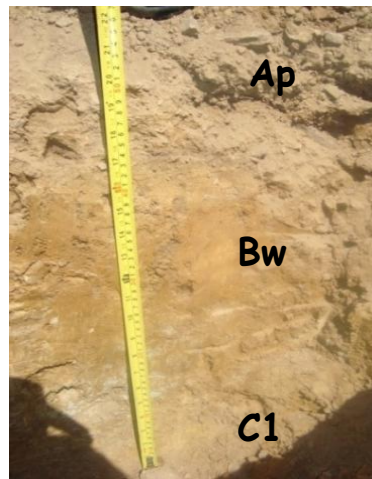


Foto 11. Horizontes del perfil de Suelos Comunidad Sipe Sipe Calicata 3

III. Breve descripción del perfil

<i>Horizonte y Prof. (Cm)</i>	<i>Descripción Morfológica</i>
Ap 0 - 20	Textura franco arenoso; estructura bloque subangular, Moderada, fino; consistencia en mojado adherente, plástico, friable, Ligeramente duro en seco; porosidad vesicular muy finos y finas; raíces finas; limite neto ondulado.
Bw 20 - 45	Textura arcillosa; estructura bloque angular, fuerte, fino; consistencia en mojado muy adherente, muy plástico, extremadamente firme, extremadamente duro en seco; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas pocas; limite neto ondulado.
C1 >45	Textura arcillosa; estructura bloque angular, fuerte, fino; consistencia en mojado muy adherente, muy plástico, extremadamente firme, extremadamente duro en seco; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas pocas. La capa muestra mineralización del material parental.

5.4.4. Suelos de Planicie con Terraza Aluvial de disección ligera (APTAL)

Los suelos en esta unidad fisiográfica son poco profundos con textura franco, drenaje bueno a moderado, erosión hídrica tipo laminar y eólica ligera, en algunos lugares; no calcáreo baja a moderada fertilidad.

Estos suelos presentan una reacción medido en suspensión suelo-agua (relación 1:5) de ligeramente ácido ($\text{pH} = 5,42$), de acuerdo al valor de conductividad eléctrica (CE), son suelos normales ($0,088 \text{ dS m}^{-1}$), no presentan problemas de salinidad para la actividad agrícola.

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es baja ($7,77 \text{ dS m}^{-1}$), lo que significa baja capacidad de almacenamiento e intercambio de cationes, mismos que son parte de los nutrientes necesarios para las plantas, el total de bases Intercambiables (TBI) es regular ($7,69 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ de suelo), por lo tanto tiene una fertilidad natural moderada, la materia orgánica es baja ($3,54 \%$), el contenido de nitrógeno total es normal ($0,24\%$), y el fósforo disponible es muy alta ($58,58 \%$), ver análisis físico-químicos.

El porcentaje de saturación de bases (%S) corresponde a un nivel muy alto ($99,0\%$). En cuanto a bases cambiables, mostradas en el cuadro 22, indican los siguientes niveles: muy alta para el fósforo asimilable; normal para el nitrógeno total; muy alto para el calcio y magnesio y para el potasio Alto, como se observa en el cuadro 22 y certificado de análisis de suelos en el cuadro 66.

El proyecto ZONISIG (1997) caracteriza a la unidad de terreno de planicie con terraza aluvial de disección ligera como moderadamente profundos, con textura arcillo limosa con mucha pedregosidad y nula rocosidad superficial.

También clasifica estos suelos según la FAO como Regosol

Cuadro 22. Características químicas y nivel de fertilidad potencial de suelos de Planicie con Terraza Aluvial de disección ligera (APTAL)

Horizonte / Perfil de suelo		Ap
Profundidad de muestreo (cm)		0 - 30
pH (en agua 1:5)	Determinación	5,42
	Apreciación	Ácido
CIC (dS m ⁻¹)	Determinación	7,77
	Apreciación	Baja
TBI (cmol(+) kg ⁻¹)	Determinación	7,69
	Apreciación	Regular
% SB (Saturación de Bases)	Determinación	99,0
	Apreciación	Muy alta
% Carbono orgánico	Determinación	0,60
	Apreciación	Muy pobre
% Nitrógeno total	Determinación	0,24
	Apreciación	Normal
Fósforo asimilable (ppm)	Determinación	59,58
	Apreciación	Muy alta
CALIFICACIÓN DE FERTILIDAD		MODERADA
% Saturación de Calcio (Ca ⁺⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	5,24
	% Ca	67,4
	Calificación	Muy Alto
% Saturación de Magnesio (Mg ⁺⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	1,85
	% Mg	23,0
	Calificación	Muy Alto
% Saturación de Potasio (K ⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	0,36
	% K	4,6
	Calificación	Alto

Fuente: Elaboración propia, basado en análisis físico-químico de suelos

Cuadro 23. Descripción del perfil de suelo Pairumani (Calicata N° 011)

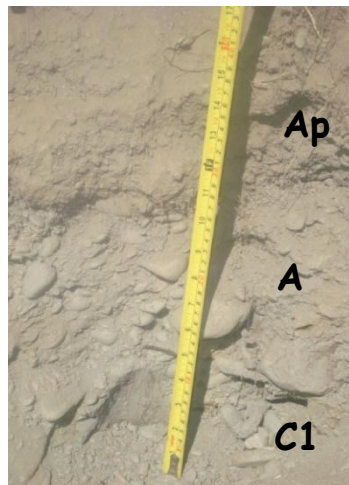
I. Información acerca del sitio de la muestra.-

- a. Número del perfil: 11P02SM(W11)
- b. Nombre del suelo: Pairumani
- c. Clasificación a nivel de generalización amplia: Inceptisol
- d. Fecha de observación: 17/09/2010
- e. Autor: Rogelio Nina Huanca
- f. Ubicación: X =: 547879; Y =8217959
- g. Altitud: 3870 m.s.n.m.
- h. Forma del terreno:
 - i. Posición fisiográfica: Sección Media
 - ii. Forma del terreno circundante: Ondulado
 - iii. Microtopografía: Natural
- i. Pendiente donde el perfil está situado: Suavemente inclinado 2 - 6 %
- j. Vegetación y uso de la tierra: Barbecho de papa, vegetación principal Jichu, Cebadilla, Wira Wira, Chilliwa, Qariwa.
- k. Clima: Según los parámetros climatológicos de la Estación meteorológica de Belén, el promedio de temperatura anual es de 8 °C y el promedio de precipitaciones es de 600 mm anuales. las heladas se presentan 180 días al

año, con temperaturas que descienden hasta 10 °C bajo cero en las estaciones invernales.

II. Información general acerca del suelo.-

- a. Material originario: Depósitos de terraza (Terrace dep.)
- b. Drenaje: Bien drenado (Clase 4)
- c. Condiciones de humedad en el perfil: Húmedo por debajo de los 50 centímetros
- d. Profundidad de la capa freática: No visible
- e. Presencia de piedra en la superficie y afloramiento rocoso: Ninguna
- f. Evidencia de erosión: Eólica, ligera en superficies vecinas con vegetación pobre donde existió labranza años atrás
- g. Presencia de sales o álcalis: Libre de sales (clase 0)
- h. Influencia humana: Barbecho de papa



**Foto 12. Horizontes del perfil de suelos
Comunidad Sipe Sipe Calicata 11**

III. Breve descripción del perfil

Horizonte y Prof. (Cm)	Descripción Morfológica
Ap 0 – 30	Textura arcillo limoso; estructura bloque subangular, Moderada, fino; consistencia en mojado adherente, plástico, friable, Ligeramente duro en seco; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas pocas; limite neto ondulado. Presencia de grava frecuentes.
A2 30 – 55	Textura areno limoso; sin estructura; consistencia en mojado no adherente, no plástico, suelto, sin coherencia en seco; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas pocas; limite neto plano. Presencia de gravas frecuente y piedras de 5 – 7.5 cm.
C1 > 55	Textura areno limoso; sin estructura; consistencia en mojado no adherente, no plástico, suelto, sin coherencia en seco; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas pocas. Presencia de grava frecuentes piedras 3 – 5 cm de diámetro.

5.4.5. Suelos de Llanura Aluvial con disección moderada (ALLAM)

Estos suelos se caracterizan por ser poco profundos a profundos con textura franco arcillosa, con drenaje bueno a moderado; erosión hídrica tipo laminar; reacción no calcáreo.

Presentan una reacción medido en suspensión suelo-agua (relación 1:5) de ligeramente ácido (pH = 5,82), de acuerdo al valor de conductividad eléctrica (CE), son suelos normales ($0,035 \text{ dS m}^{-1}$), no presentan problemas de salinidad para la actividad agrícola.

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es baja ($7,90 \text{ dS m}^{-1}$), lo que significa baja capacidad de almacenamiento e intercambio de cationes, mismos que son parte de los nutrientes necesarios para las plantas, el total de bases Intercambiables (TBI) es regular ($7,51 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ de suelo), por lo tanto tiene una fertilidad natural moderada, la materia orgánica es baja (3.64 %), el contenido de nitrógeno total es normal (0,22%), y el fósforo disponible es de nivel pobre (9,51 %), ver análisis físico-químicos.

El porcentaje de saturación de bases (%S) corresponde a un nivel muy alto (99,51%). En cuanto a bases cambiables, mostradas, indican los siguientes niveles: pobre para el fósforo asimilable; normal para el nitrógeno total; muy alto para el calcio, alto para el magnesio y potasio, como se observa en el cuadro 24 y certificado de análisis de suelos en el cuadro 66.

ZONISIG (1997) caracteriza a la unidad de terreno de llanura aluvial con disección moderada como moderadamente profunda, moderadamente drenada con textura franco limosos con mucha pedregosidad y nula rocosidad superficial.

También clasifica estos suelos según la FAO como Regosol.

Cuadro 24. Características químicas y nivel de fertilidad potencial de suelos de Llanura Aluvial con disección moderada (ALLAM)

Horizonte / Perfil de suelo		Ap
Profundidad de muestreo (cm)		0 - 23
pH (en agua 1:5)	Determinación	5,82
	Apreciación	Ligeramente ácido
CIC (dS m ⁻¹)	Determinación	7,9
	Apreciación	Baja
TBI (cmol(+) kg ⁻¹)	Determinación	7,51
	Apreciación	Regular
% SB (Saturación de Bases)	Determinación	99,0
	Apreciación	Muy alta
% Carbono orgánico	Determinación	0,60
	Apreciación	Muy pobre
% Nitrógeno total	Determinación	0,22
	Apreciación	Normal
Fósforo asimilable (ppm)	Determinación	9,51
	Apreciación	Pobre
CALIFICACIÓN DE FERTILIDAD		MODERADA
% Saturación de Calcio (Ca ⁺⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	5,2
	% Ca	65,82
	Calificación	Muy Alto
% Saturación de Magnesio (Mg ⁺⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	1,5
	% Mg	18,98
	Calificación	Alto
% Saturación de Potasio (K ⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	0,30
	% K	3,79
	Calificación	Alto

Fuente: Elaboración propia, basado en análisis físico-químico de suelos

Cuadro 25. Descripción del perfil de suelo Sipe Sipe (Calicata N° 005)

I. Información acerca del sitio de la muestra.-

- a. Número del perfil: 5SS02SM (W5)
- b. Nombre del suelo: Sipe Sipe
- c. Clasificación a nivel de generalización amplia: Inceptisol
- d. Fecha de observación: 17/09/2010
- e. Autor: Rogelio Nina Huanca
- f. Ubicación: X= 541360; Y = 8214859
- g. Altitud: 3892 m.s.n.m.
- h. Forma del terreno:
 - iv. Posición fisiográfica: Sección Media
 - v. Forma del terreno circundante: Ondulado
 - vi. Microtopografía: Natural
- i. Pendiente donde el perfil está situado: Llano 0 - 2 %
- j. Vegetación y uso de la tierra: vegetación principal Jichu sicuya, Khota (yareta), T'ola..
- k. Clima: Según los parámetros climatológicos de la Estación meteorológica de Belén, el promedio de temperatura anual es de 8 °C y el promedio de precipitaciones es de 600 mm anuales. las heladas se presentan 180 días al

año, con temperaturas que descienden hasta 10 °C bajo cero en las estaciones invernales.

II. Información general acerca del suelo.-

- a. Material originario: Depósito aluvial
- b. Drenaje: Bien drenado (Clase 4)
- c. Condiciones de humedad en el perfil: Húmedo por debajo de los 50 centímetros
- d. Profundidad de la capa freática: No visible
- e. Presencia de piedra en la superficie y afloramiento rocoso: Ninguna
- f. Evidencia de erosión: Eólica
- g. Presencia de sales o álcalis: Libre de sales (clase 0)
- h. Influencia humana: Pastoreo de animales



**Foto 13. Horizontes del perfil de suelos
Comunidad Sipe Sipe Calicata 5**

III. Breve descripción del perfil

<i>Horizonte y Prof. (Cm)</i>	<i>Descripción Morfológica</i>
A1 0 – 23	Textura arcilloso, franco arcilloso; estructura bloque angular subangular, Moderada, fino; consistencia en mojado adherente, plástico, friable, Ligeramente duro en seco; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas frecuentes; límite neto ondulado
Bw 23 – 55	Textura arcillo limo arenoso; estructura bloque angular, moderada, fino; consistencia en mojado adherente, plástico, friable, muy duro en seco; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas pocas; límite neto ondulado.
C1 > 55	Textura arcillo limo arenoso; estructura bloque angular, moderada, fino; consistencia en mojado adherente, plástico, friable, muy duro en seco; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas pocas

Fuente: Elaboración propia (2013)

5.4.6. Suelos de Llanura de Abanico Aluvial con disección ligera (ALAAL)

Suelos poco profundos con texturas franco con drenaje moderado, erosión hídrica tipo laminar erosión eólica moderado y en surcos moderado, reacción no calcáreo con muy baja a moderada fertilidad.

Son suelos con una reacción medido en suspensión suelo-agua (relación 1:5) de ácido (pH = 4.87), de acuerdo al valor de conductividad eléctrica (CE), son suelos normales (0.030 dS m^{-1}), no presentan problemas de salinidad para la actividad agrícola.

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es baja ($7,5 \text{ dS m}^{-1}$), lo que significa baja capacidad de almacenamiento e intercambio de cationes, mismos que son parte de los nutrientes necesarios para las plantas, el total de bases Intercambiables (TBI) es alta ($6,60 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ de suelo), por lo tanto tiene una fertilidad natural baja, la materia orgánica es baja (3,25 %),

El porcentaje de saturación de bases (%S) corresponde a un nivel muy alto (98,0%). En cuanto a bases cambiables, mostradas en el cuadro 26, indican los siguientes niveles: alta para el fósforo asimilable; normal para el nitrógeno total; muy alto para el calcio, alto para el magnesio y regular para el potasio, como se observa en el cuadro 26 y certificado de análisis de suelos en el cuadro 66.

El proyecto ZONISIG (1997) caracteriza a la unidad de terreno de llanura de abanico aluvial con disección ligera como moderado en profundidad, con mucha a abundante pedregosidad y nula rocosidad superficial y moderadamente bien drenados, ligera evidencia de erosión laminar de textura franco arenosos a franco arcillosos.

También clasifica estos suelos según la FAO como Regosol.

Cuadro 26. Características químicas y nivel de fertilidad potencial de suelos de Llanura de Abanico Aluvial con disección nula (ALAAL)

Horizonte / Perfil de suelo		Ap
Profundidad de muestreo (cm)		0 – 25
pH (en agua 1:5)	Determinación	4,87
	Apreciación	Acido
CIC (dS m ⁻¹)	Determinación	7,5
	Apreciación	Baja
TBI (cmol(+) kg ⁻¹)	Determinación	6,60
	Apreciación	Regular
% SB (Saturación de Bases)	Determinación	99,0
	Apreciación	Muy alta
% Carbono orgánico	Determinación	0,60
	Apreciación	Muy pobre
% Nitrógeno total	Determinación	0,15
	Apreciación	Normal
Fósforo asimilable (ppm)	Determinación	25,9
	Apreciación	Alta
CALIFICACIÓN DE FERTILIDAD		MODERADA
% Saturación de Calcio (Ca ⁺⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	4,6
	% Ca	61,3
	Calificación	Muy Alto
% Saturación de Magnesio (Mg ⁺⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	1,5
	% Mg	20
	Calificación	Muy Alto
% Saturación de Potasio (K ⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	0,28
	% K	3,7
	Calificación	Regular

Fuente: Elaboración propia, basado en análisis físico-químico de suelos

Cuadro 27. Descripción del perfil de suelo Coromata Media (Calicata N° 025)

I. Información acerca del sitio de la muestra.-

- a. Número del perfil: 25CM01 SS (W 25)
- b. Nombre del suelo: Coromata Media
- c. Clasificación a nivel de generalización amplia: Inceptisol
- d. Fecha de observación: 17/09/2010
- e. Autor: Rogelio Nina Huanca
- f. Ubicación: X = 549114; Y = 8215805
- g. Altitud: 3951 m.s.n.m.
- h. Forma del terreno:
 - i. Posición fisiográfica: Sección Superior
 - ii. Forma del terreno circundante: Ondulado
 - iii. Microtopografía: Natural
- i. Pendiente donde el perfil está situado: Llano 0 - 2 %
- j. Vegetación y uso de la tierra: Barbecho de papa, vegetación principal Jichu, Cebadilla, Wira Wira,
- k. Clima: Según los parámetros climatológicos de la Estación meteorológica de Belén, el promedio de temperatura anual es de 8 °C y el promedio de precipitaciones es de 600 mm anuales. las heladas se presentan 180 días al

año, con temperaturas que descienden hasta 10 °C bajo cero en las estaciones invernales.

II. Información general acerca del suelo.-

- a. Material originario: Dep. Abanico aluvial (Alluvial fan dep)
- b. Drenaje: Bien drenado (Clase 4)
- c. Condiciones de humedad en el perfil: Húmedo por debajo de los 50 centímetros
- d. Profundidad de la capa freática: No visible
- e. Presencia de piedra en la superficie y afloramiento rocoso: Ninguna
- f. Evidencia de erosión: Eólica, ligera en superficies vecinas con vegetación pobre donde existió labranza años atrás
- g. Presencia de sales o álcalis: Libre de sales (clase 0)
- h. Influencia humana: Barbecho de papa

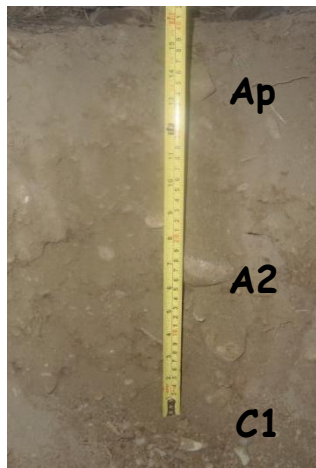


Foto 14. Horizontes del perfil de suelos Comunidad Coromata Media Calicata 25

III. Breve descripción del perfil

Horizonte y Prof. (Cm)	Descripción Morfológica
Ap 0 – 25	Textura franco; estructura bloque subangular, Moderada, fino; consistencia en mojado no adherente, plástico, friable, duro en seco; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas pocas; limite neto ondulado. Presencia de grava frecuentes
A2 25 – 35	Textura arcillo limo arenoso; estructura bloque subangular, débil, fino; consistencia en mojado adherente, plástico, muy friable, muy duro en seco; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas pocas; limite neto ondulado. grava frecuente, piedras de 4 - 5 cm
C1 >35	Textura arcillo limo arenoso; estructura bloque angular, debil, fino; consistencia en mojado adherente, plástico, muy friable, muy duro en seco; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas pocas. Presencia de grava frecuentes piedras

Fuente: Elaboración propia

5.4.7. Suelos de Llanura de Piedemonte con Bofedal con disección ligera (ALPL)

Suelos profundos a poco profundos con textura franco arcillosa, con drenaje moderado; erosión hídrica tipo laminar erosión; reacción no calcáreo con muy baja a moderada fertilidad.

Presentan una reacción medido en suspensión suelo-agua (relación 1:5) de ligeramente ácido (pH = 5,35), de acuerdo al valor de conductividad eléctrica (CE), son suelos normales ($0,012 \text{ dS m}^{-1}$), no presentan problemas de salinidad para la actividad agrícola.

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es mediana ($10,6 \text{ dS m}^{-1}$), lo que significa mediana capacidad de almacenamiento e intercambio de cationes, mismos que son parte de los nutrientes necesarios para las plantas, el total de bases Intercambiables (TBI) es alta ($10,48 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ de suelo), por lo tanto tiene una fertilidad natural moderada, la materia orgánica es baja (3,88 %),

El porcentaje de saturación de bases (%S) corresponde a un nivel muy alto (99,3%). En cuanto a bases cambiables, mostradas en el cuadro 28, indican los siguientes niveles: muy pobre para el fósforo asimilable; normal para el nitrógeno total; muy alto para el calcio y magnesio y alto para el potasio, como se observa en el cuadro 28 y certificado de análisis de suelos en el cuadro 66.

El proyecto ZONISIG (1997) caracteriza a la unidad de terreno de llanura de piedemonte inferior con disección ligera como moderado en profundidad, con nula a poca pedregosidad y nula rocosidad superficial, textura franco arenosa a arcillosa

También clasifica estos suelos según la FAO como Histosol.

Cuadro 28. Características químicas y nivel de fertilidad potencial de suelos de Llanura de Piedemonte con Bofedal con disección ligera (ALPL)

Horizonte / Perfil de suelo		A0
Profundidad de muestreo (cm)		0 –35
pH (en agua 1:5)	Determinación	5,35
	Apreciación	Ácido
CIC (dS m ⁻¹)	Determinación	10,6
	Apreciación	Mediana
TBI (cmol(+) kg ⁻¹)	Determinación	10,48
	Apreciación	Alta
% SB (Saturación de Bases)	Determinación	99,3
	Apreciación	Muy alta
% Carbono orgánico	Determinación	0,60
	Apreciación	Muy pobre
% Nitrógeno total	Determinación	0,22
	Apreciación	Normal
Fósforo asimilable (ppm)	Determinación	1,11
	Apreciación	Muy pobre
CALIFICACIÓN DE FERTILIDAD		MODERADA
% Saturación de Calcio (Ca ⁺⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	6,24
	% Ca	58,6
	Calificación	Muy Alto
% Saturación de Magnesio (Mg ⁺⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	3,75
	% Mg	35,37
	Calificación	Muy Alto
% Saturación de Potasio (K ⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	0,25
	% K	2,3
	Calificación	Regular

Fuente: Elaboración propia, basado en análisis físico-químico de suelos

Cuadro 29. Descripción del perfil de suelo Coromata Baja (Calicata N° 017)

I. Información acerca del sitio de la muestra.-

- a. Número del perfil: 9CB02SM (W 17)
- b. Nombre del suelo: Coromata Baja
- c. Clasificación a nivel de generalización amplia: Histosol
- d. Fecha de observación: 17/09/2010
- e. Autor: Rogelio Nina Huanca
- f. Ubicación: X =547572; Y= 8213543
- g. Altitud: 3923 m.s.n.m.
- h. Forma del terreno:
 - iv. Posición fisiográfica: Sección Media
 - v. Forma del terreno circundante: Ondulado
 - vi. Microtopografía: Natural
- i. Pendiente donde el perfil está situado: Suavemente inclinado 2 – 6 %
Vegetación y uso de la tierra: *Plátano tubulosa*, *Deuexia sp*, chiji negro, Ch'illiwa, Sillu Sillu, layu layu, garbancillo. Presencia de actividad ganadera vacunos y ovinos.
- j. Clima: Según los parámetros climatológicos de la Estación meteorológica de Belén, el promedio de temperatura anual es de 8 °C y el promedio de precipitaciones es de 600 mm anuales. las heladas se presentan 180 días al

año, con temperaturas que descienden hasta 10 °C bajo cero en las estaciones invernales.

II. Información general acerca del suelo.-

- a. Material originario: Depósito fluviolacustre (Fluvio - lacustrine dep)
- b. Drenaje: Escasamente drenado (Clase 1)
- c. Condiciones de humedad en el perfil: Húmedo por debajo de los 50 centímetros
- d. Profundidad de la capa freática: visible
- e. Presencia de piedra en la superficie y afloramiento rocoso: Ninguna
- f. Evidencia de erosión: Hídrica, en surcos
- g. Presencia de sales o álcalis: Libre de sales (clase 0)
- h. Influencia humana: Pastoreo de animales

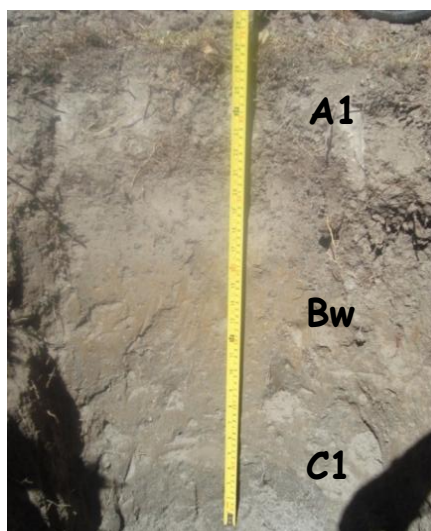


Foto 15. Horizontes del perfil de suelos Comunidad Coromata Baja Calicata 17

III. Breve descripción del perfil

Horizonte y Prof. (Cm)	Descripción Morfológica
A1 0 – 35	Textura franco arcilloso; estructura bloque subangular, Moderada, fino; consistencia en mojado adherente, plástico, friable, Ligeramente duro en seco; porosidad vesicular finos y finas pocas; raíces finas frecuente; limite neto ondulado.
Bw 35 – 60	Textura franco; estructura bloque angular, moderada, fino; consistencia en mojado adherente, plástico, friable, muy duro en seco; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas pocas; limite neto ondulado.
C1 >60	Textura franco; estructura bloque angular, moderada, fino; consistencia en mojado adherente, plástico, friable, muy duro en seco; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas pocas.

Fuente: elaboración propia (2013).

5.4.8. Descripción de suelos en Lecho de Río de Llanura aluvial con disección fuerte (ALRLAF)

Los suelos de esta unidad fisiográfica se caracterizan por ser lecho de río propiamente dicho, que se caracteriza por tener depósitos aluviales.



Foto 16. Vista unidad fisiográfica de Lecho de río de Llanura Aluvial

Los resultados obtenidos en relación a las características de los suelos de la Sub Central Coromata se deben realizar la concientización en prácticas de medidas conservacionistas de los suelos agrícolas y restitución de la fertilidad mediante la incorporación de enmiendas orgánicas dado el bajo contenido de materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico, en suelos agrícolas de todas las unidades fisiográficas.

5.5. Inventario de cobertura vegetal

La descripción de las unidades de vegetación fue obtenida en 15 formularios desarrollados según UNESCO (1973), a nivel, subclases, grupo, formación y subformación, tomando en cuenta sus factores determinantes. Los resultados obtenidos sobre estos puntos de descripción fueron sobrepuestos al mapa vector obtenida mediante la imagen con bandas (5R-4G-3B), procedimiento que permitió obtener 4 unidades de asociaciones de vegetación y sus características (Cuadro 30), a escala 1:30.000 (mapa 7).

Cuadro 30. Cobertura Vegetal en la Sub Central Coromata

Código de mapa	Código UNESCO	Clase de formación	Subclase de formación	Grupo	Piso	Tipo de asociación vegetal
1	3A1a	MATORRAL	SEMPERVIRENTE	OMBROFILO O PLUVIAL	montano	Gramíneas cespitosas con hierbas
2	3A1a	MATORRAL	SEMPERVIRENTE	OMBROFILO O PLUVIAL	montano	Bofedal
3	3A1a	MATORRAL	SEMPERVIRENTE	OMBROFILO O PLUVIAL	montano	Sicuyal
4	3A1a	MATORRAL	SEMPERVIRENTE	OMBROFILO O PLUVIAL	montano	Chilliwar

Fuente: elaboración propia (2013)

5.5.1. Tipo de asociación vegetal Bofedal



Foto 17. Bofedales en la Comunidad Coromata Baja

Los Bofedales que están conformadas por especies con mayor presencia es esta asociación es *Plántago tubulosa*, *Deuexia sp* y chiji negro (*Muhlenbergia fastigiata*), abarca aproximadamente una extensión de 1059,6 hectáreas se encuentran en las comunidades de Coromata Baja y Coromata Media, al sur de la Sub Central.

5.5.2. Tipo de asociación vegetal Ch'illiwar



Foto 18. Ch'illiwares en la Comunidad Coromata Baja

Estas Praderas Ch'illiwares están constituidas principalmente por especies como Ch'illiwa (*Festuca Dolichophylla*), Sillu Sillu (*Lachemilla pinata*), Cola de Raton (*Hordeum muticum*) chiji blanco (*Distichlis humilis*), garbancillo (*Astragalus garbancillo*) y layu layu (*Trifolium amabile*) con una extensión de 814.78 hectáreas.

5.5.3. Tipo de asociación vegetal Sicuyal



Foto 19. Sicuyales en la Comunidad Sipe Sipe

Otra asociación vegetal con mayor presencia es el Sicuyal conformada por especies como: Jichu (*Jarava ichu*), supu t'ola (*Parastrephia leidophylla*), yaretilla (*Junellia minima*). En una extensión de 857.26 hectáreas.

5.5.4. Tipo de asociación vegetal Gramíneas cespitosas con hierbas



Foto 20. Gramíneas Cespitosas en la Comunidad Pairumani

En las partes altas de la Sub Central la cobertura vegetal predominante son especies vegetales graminoides y cespitosas, cebadilla (*Bromus unioloides*), kailla (*Tetraglochin cristatum*), yaretilla (*Junellia minima*), especies arbóreas como Eucalipto (*Eucaliptus globulus*) y Pino (*Pinus radiata*), huaraco (*Opuntia albisaetacea*), distribuidas en una extensión de 2919,9 hectáreas.

5.5.5. Uso actual y cobertura vegetal

El Uso Actual y cobertura vegetal en la Sub Central Coromata está conformada de la siguiente manera: Una gran parte del territorio está dedicada a cultivos con una superficie de 3629,52 hectáreas presenta vegetación dominante de gramíneas ya que presentan barbechos de anteriores cosechas, están roturados o están en descanso,

También se encuentra los Bofedales con uso de pastoreo de principalmente de vacunos criollos para producción de leche, con una extensión de 1086,77

hectáreas. La vegetación presente está dominada por *Plántago tubulosa*, *Deuexia sp* Ch'illiwa (*Festuca Dolichophylla*), Sillu Sillu (*Lachemilla pinata*),

Otra unidad de uso es de pastoreo de vacunos criollos y ovinos criollos, con una extensión de 666,97 hectáreas. la vegetación predominante es Ch'illiwa (*Festuca Dolichophylla*), Sillu Sillu (*Lachemilla pinata*), Cola de Raton (*Hordeum muticum*) chiji blanco (*Distichlis humilis*), garbancillo (*Astragalus garbancillo*) y layu layu (*Trifolium amabile*).

De acuerdo a ZONISIG (1997), la zona que abarca las comunidades de la Sub Central Coromata, pertenece al altiplano sub húmedo, la vegetación está estructurada con especies herbáceas con flores y helechos, koral con chillihua e ichu.

También señala que esta zona presenta vegetación del tipo arbustal enano deciduo, estructura abierto deciduo por la sequía, y los denomina con nombre local kaillar, ñaka tolar-ichual (en las comunidades de Sipe Sipe, Pairumani, Icrana y Coromata Baja)

Cuadro 31. Uso actual y cobertura vegetal

Código	Vegetación y Uso	Sup. (ha)
1	Tierras cultivables, Barbecho o cultivos	3629,53
2	Bofedales con pastoreo de vacunos y ovinos	1086,77
3	Chilliwar con pastoreo de ovinos, vacunos	666,97
4	Sicuyal pastoreo ovinos y vacunos	6,10
5	Lecho de Rio	136,07
6	Tierras sin uso inaccesibles rocoso	308,63

Fuente: Elaboración propia (2013).

Se identificaron seis tipos de usos en la Sub Central Coromata que son los siguientes:

Tierras cultivables, barbecho o cultivos con una superficie de 3629,53 hectáreas que representa el 62.28%.

Los bofedales con pastoreo de vacunos y ovinos alcanzan a una extensión aproximada de 1086,77 hectáreas representando el 18.65%.

Los chílliwares con pastoreo de ovinos y vacunos llega a una extensión aproximada de 666,97 hectáreas siendo 11.44% del total de la superficie de la Sub Central.

Las tierras sin uso agropecuario con vegetación graminoide cespitosa alcanza aproximadamente a 308,63 hectáreas siendo el 5.29% de la superficie total.

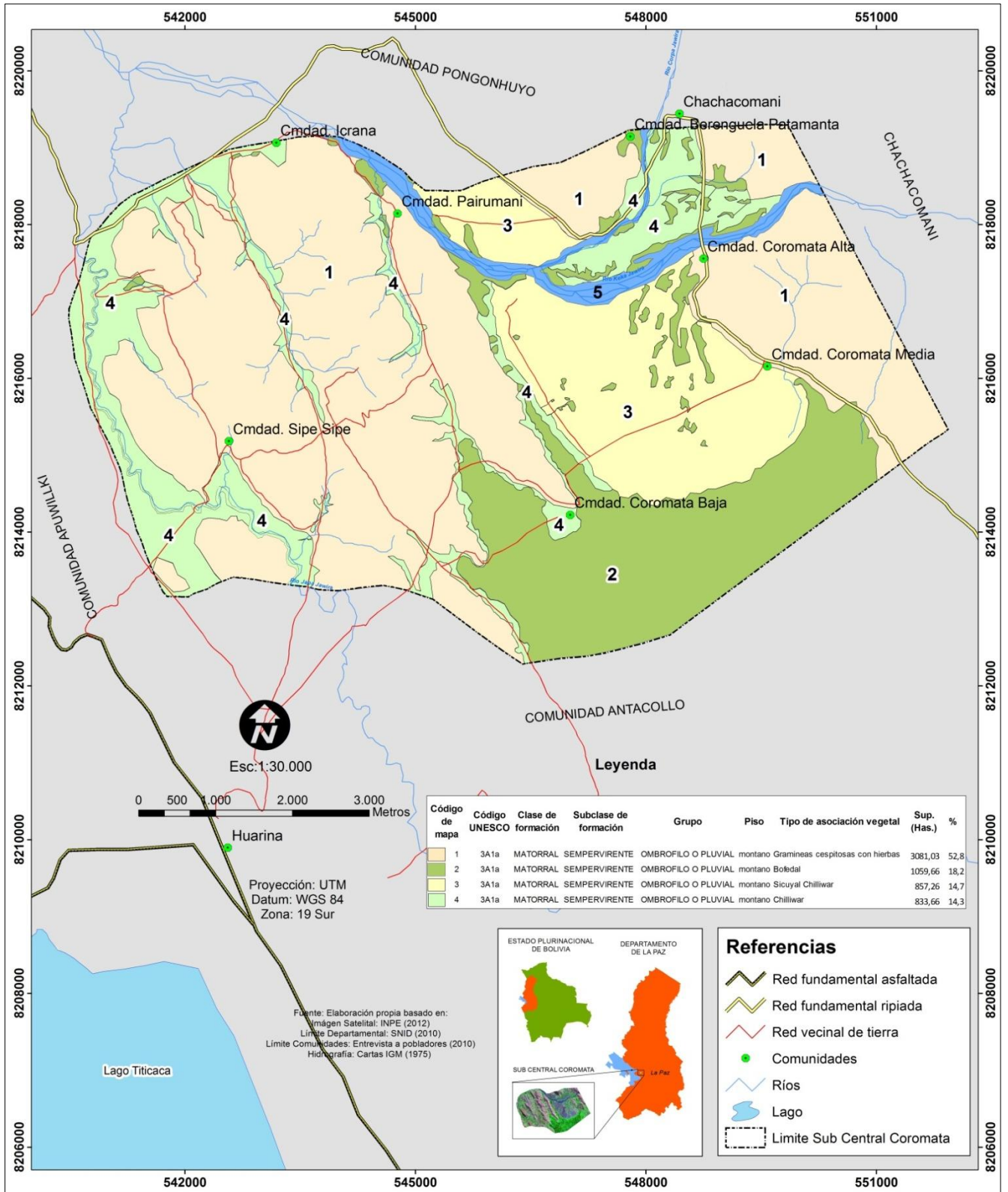
Y por último las tierras con lecho de río que abarca una extensión aproximada de 136.7 has que significa el 2.3 % de la superficie total

Según ZONISIG (1997) la zona de estudio es descrito como (*Am2*) pastoril disperso con la agricultura complementaria, detallado como ovinos y vacunos con forrajes, papa, haba y otros cultivos (comunidades Sipe Sipe, Coromata Baja, Icrana y Pairumani),

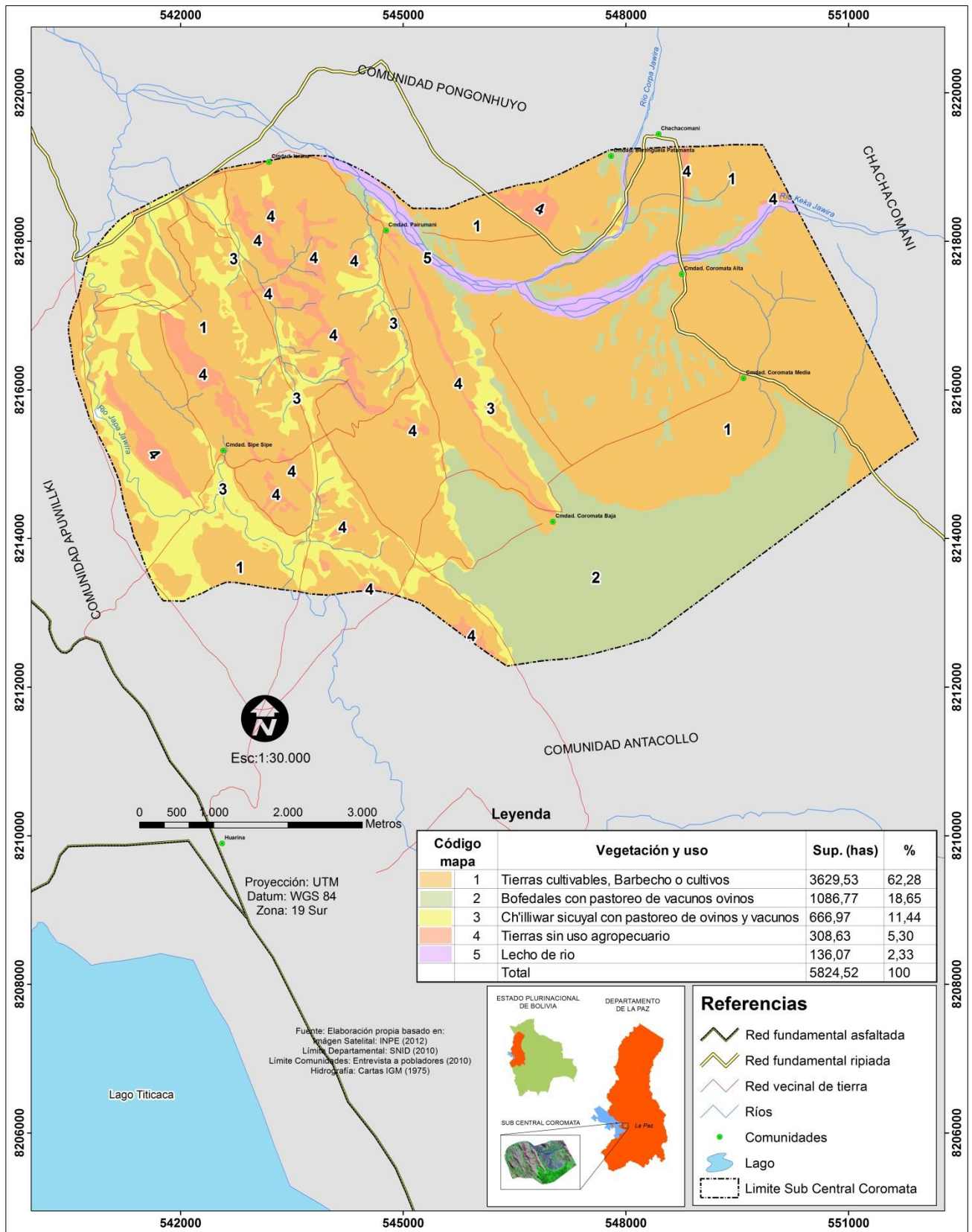
De la misma forma las comunidades de Coromata Media y Baja tienen usos azonales (*Zi1*), pastoril concentrado en bofedales, vacunos y ovinos, otra zona que corresponde a *Aa1* es descrito como agropastoril concentrado, forraje, papa, haba y otros cultivos, vacunos y ovinos, (En las comunidades Coromata Alta, Coromata Baja, Coromata medi

a, Berenguela Patamanta e Icrana.

Mapa 7. Cobertura Vegetal en la Sub Central Coromata



Mapa 8. Cobertura Vegetal y uso actual Sub Central Coromata



5.6. Inventario de Recursos Hídricos

Se realizó la medición de caudales de los principales ríos de la subcentral entre ellos ríos Japa, Keka, y Corpa bajo el detalle siguiente registrado en el periodo de observación en época de estiaje debido a la inaccesibilidad para una adecuada medición como se observa en el cuadro 32.

En la Sub Central Coromata las aguas de los principales recursos hídricos son utilizadas como una fuente complementaria a las aguas de las lluvias en época de producción de cultivos anuales en las zonas de planicie y terraza adyacentes a ambos ríos, en especial para adelantar la siembra del cultivo de haba y alfalfa.

5.6.1. Caudal de los principales Ríos de la Sub Central Coromata

Este río presenta caudales registrados durante los meses agosto a noviembre de 2010 un caudal de 1.5 a 2,3 litros/segundo.

Cuadro 32. Caudales de Principales Ríos de la Sub Central Coromata

Nombre de Río	Caudal (l/s)	Punto de control		Periodo de medición
		Coordenadas		
		X	Y	
Río Keka	1.5 a 2.3	545443	8217749	Agosto a noviembre 2010
Río Corpa	0.7 a 1.0	547530	8217872	Agosto a noviembre 2010

Fuente: Elaboración propia basado en mediciones de caudal método del flotador (2011)

5.6.2. Calidad agronómica de los recursos hídricos evaluados

Por su importancia para el sistema de producción agrícola en la Sub Central Coromata a continuación se efectúa la clasificación de aguas por su aptitud para riego.

5.6.2.1. Calidad físico-química del agua de riego

La Calidad físico-química de las aguas de los principales recursos hídricos de la Sub Central Coromata afluente principal, fue determinada aplicando la normativa de clasificación de aguas para riego de la FAO (1987).

En el cuadro siguiente se presenta los resultados de análisis de agua en laboratorio (Ver Cuadro 67 y 68) y los respectivos parámetros químicos resultante

de los cálculos necesarios para la aplicación del sistema de evaluación de calidad de aguas para fines de riego.

Cuadro 33. Características físico-químicas de las aguas de los Ríos Keka y Corpa de la Sub Central Coromata (Fecha de muestreo: Diciembre de 2010)

PARÁMETRO		UNIDAD	Rio Keka	Rio Corpa
pH		-	6,56	6,28
Conductividad Eléctrica	C.E.	mS/cm	0.041	0,056
Calcio	Ca ²⁺	mg/l	8,72	9,14
Magnesio	Mg ²⁺	mg/l	1,51	1,43
Sodio	Na ⁺	mg/l	1,98	1,83
Potasio	K ⁺	mg/l	2,07	1,27
Carbonato	CO ₃ ²⁻	mg/l	0	0
Bicarbonato	HCO ₃ ⁻	mg/l	19,87	26,59
Cloruro	Cl ⁻	mg/l	2,11	2,93
Sulfato	SO ₄ ²⁻	mg/l	6,99	1,83
Boro	B	mg/l	0,33	0,34
Sólidos en suspensión	SS	mg/l	6,4	5,7
Sólidos disueltos	SD	mg/l	39,53	42,37
Sólidos totales	ST	mg/l	45,93	40,07
Relación de Adsorción de Sodio	RAS	-	0,1540	0,1387

Fuente: Elaboración propia en base a análisis de aguas en laboratorio IBTEN (Diciembre de 2010)

5.6.2.2. Clasificación de aguas del Río Keka para fines de riego

De acuerdo a la normativa de evaluación FAO (1987) (Cuadro 34), para la calidad de aguas de riego, las aguas de las principales fuentes de recursos hídricos de la Sub Central Coromata se clasifica por su efecto en el suelo en:

Cuadro 34. Clasificación de las aguas del Río Keka Sub Central Coromata

Muestra de agua	Código	Clasificación según Directrices de la FAO						
		Restricciones de uso del agua						
		Salinidad	Infiltración	Toxicidad Iónica			Otros efectos	
				Sodio	Cloruro	Boro	* HCO_3^-	pH
Río Keka	RK-01	N	S	N	N	N	N	Normal

Fuente: Elaboración propia según directrices de evaluación (2013)

* El contenido HCO_3^- solo para riego por goteo.

Referencias:

Clasificación sistema FAO

N ninguna; L ligera; M moderada; S severa

- Según su salinidad como un agua con Ninguna restricción de uso para riego (Cuadro 34), siendo sus valores menores a 0,7 mS/cm de Conductividad Eléctrica, lo que significa que esta agua, por su bajo contenido de sales, no afecta la disponibilidad de agua almacenada en suelo para la planta porque no produce acumulación la sales en el suelo.
- De acuerdo al efecto del agua de riego en la alteración de la tasa de infiltración del agua en el suelo (Problema de Permeabilidad), el agua evaluada se clasifica como agua con restricciones severas (Cuadro 34). En este caso de acuerdo a los resultados de la Relación de Adsorción de Sodio (RAS).



Foto 21. Vista del Río Keka en la Comunidad Pairumani

Asimismo según la normativa FAO, esta agua, de acuerdo a la toxicidad iónica específica para los cultivos sensibles, que podría tener, se clasifica en las siguientes restricciones:

- Respecto a la toxicidad de Sodio (Na^+): las aguas evaluadas se clasifican en restricción de uso en el umbral de Ninguna. Como los cultivos producidos en el área de riego (alfalfa, cebada, avena, haba) son muy tolerantes a salinidad y sodicidad no se tiene efectos contraproducentes del riego con esta agua en relación a este aspecto (Cuadro 34).
- En relación a la toxicidad de Cloruro (Cl^-): de acuerdo al contenido de cloruros el agua de riego presenta Ninguna restricción de uso, por lo que es apta para cualquier cultivo (Cuadro 34).
- Respecto a la toxicidad de Boro (B): en la mayoría de los puntos de muestreo las aguas pertenecen a la clase de restricción de uso de Ninguna, siendo el contenido de boro en todos los casos relativamente bajo (menores a 1 mg/l). Según Leeden *et al.* por los contenidos bajos de boro esta agua se clasifica como Buena para uso en el riego (Cuadro 34).
- Con respecto al Bicarbonato 0,325 meq/l que es menor a 1,5 y presenta Ninguna restricción para el riego.
- De acuerdo a la evaluación de la calidad del agua según el riesgo de obstrucción en riego localizado presenta sólidos en suspensión de 6,4 mg/l, que es menor que el valor de 50 sin problemas para su utilización para este fin.
- Respecto al pH el agua de riego evaluado se clasifica como normal

5.6.2.3. Clasificación de las aguas del Río Corpa para fines de riego

La calidad de aguas de riego del Río Corpa de acuerdo a la normativa de evaluación FAO (1987), se clasifica por su efecto en el suelo en:

Cuadro 35. Clasificación de las aguas del Río Corpa Sub Central Coromata

Muestra de agua	Código	Clasificación según Directrices de la FAO						
		Salinidad	Infiltración	Toxicidad Iónica			Otros efectos	
				Sodio	Cloruro	Boro	* HCO ₃ ⁻ pH	
Río Corpa	RCJ01 - 01	N	S	N	N	N	N	Normal

Fuente: Elaboración propia según directrices de evaluación (2013)

* El contenido HCO₃⁻ solo para riego por goteo.

Referencias:

Clasificación sistema FAO

N ninguna; L ligera; M moderada; S severa

- Según su salinidad como un agua con Ninguna restricción de uso para riego (Cuadro 35), siendo sus valores menores a 0,7 mS/cm de Conductividad Eléctrica, lo que significa que esta agua, por su bajo contenido de sales, no afecta la disponibilidad de agua almacenada en suelo para la planta porque no produce acumulación de sales en el suelo.



Foto 22. Vista del Río Corpa en la Comunidad Berenguela - Patamanta

- De acuerdo al efecto del agua de riego en la alteración de la tasa de infiltración del agua en el suelo (Problema de Permeabilidad), el agua evaluada se clasifica como agua con restricciones severas (Cuadro 35). En este caso de acuerdo a los resultados de la Relación de Adsorción de Sodio (RAS).

Asimismo según la normativa FAO, esta agua, de acuerdo a la toxicidad iónica específica para los cultivos sensibles, que podría tener, se clasifica en las siguientes restricciones:

- Respecto a la toxicidad de Sodio (Na⁺): las aguas evaluadas se clasifican en restricción de uso en el umbral de Ninguna. Como los cultivos producidos en el área de riego (alfalfa, cebada, avena, haba) son muy

tolerantes a salinidad y sodicidad no se tiene efectos contraproducentes del riego con esta agua en relación a este aspecto (Cuadro 35).

- En relación a la toxicidad de Cloruro (Cl⁻): de acuerdo al contenido de cloruros el agua de riego presenta Ninguna restricción de uso, por lo que es apta para cualquier cultivo (Cuadro 35).
- Respecto a la toxicidad de Boro (B): en la mayoría de los puntos de muestreo las aguas pertenecen a la clase de restricción de uso de Ninguna, siendo el contenido de boro en todos los casos relativamente bajo (menores a 1 mg/l). Según Leeden *et al.* por los contenidos bajos de boro esta agua se clasifica como Buena para uso en el riego (Cuadro 35).
- Con respecto al Bicarbonato 0,325 meq/l que es menor a 1,5 y presenta Ninguna restricción para el riego.
- De acuerdo a la evaluación de la calidad del agua según el riesgo de obstrucción en riego localizado presenta sólidos en suspensión de 6,4 mg/l, que es menor que el valor de 50 sin problemas para su utilización para este fin.
- Respecto al pH el agua de riego evaluado se clasifica como normal

5.7. Inventario socioeconómico

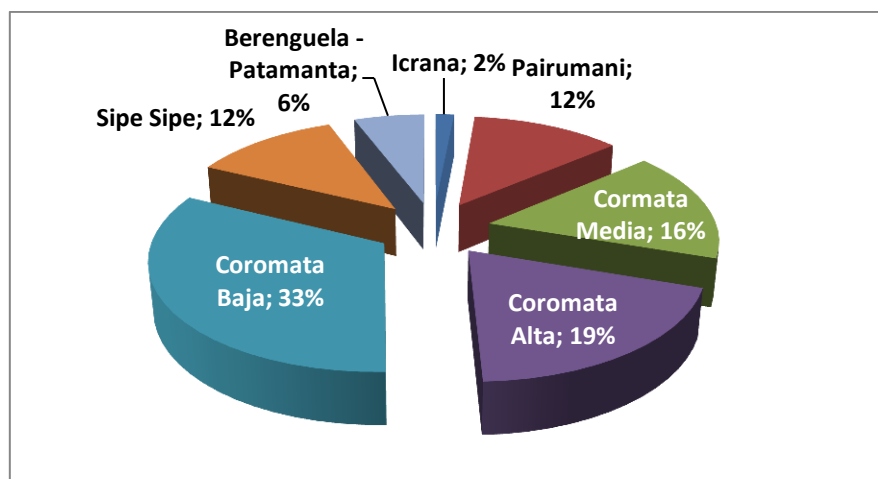
5.7.1. Demografía

La población asentada en la Sub Central Coromata está distribuida en siete comunidades como se presenta en el cuadro 36 según INE (2001).

Cuadro 36. Población de la Sub Central Coromata

Comunidad	Población	%	Hombres	Mujeres	Taza de migración	Nº de viviendas
Icrana	39	2	22	17	-13.7	12
Pairumani	315	12	158	157	-13.7	118
Cormata Media	418	16	195	223	-13.7	125
Coromata Alta	495	19	234	261	-13.7	158
Coromata Baja	838	33	422	416	-13.7	176
Sipe Sipe	308	12	148	160	-13.7	100
Berenguela-Patamanta	148	6	68	79	-13.7	42
TOTAL	2561	100	1247	1313		731

Fuente: Censo INE (2001).



Fuente: Censo de Nacional de Población y Vivienda INE (2001).

Figura 6. Distribución de la población en la Sub Central Coromata

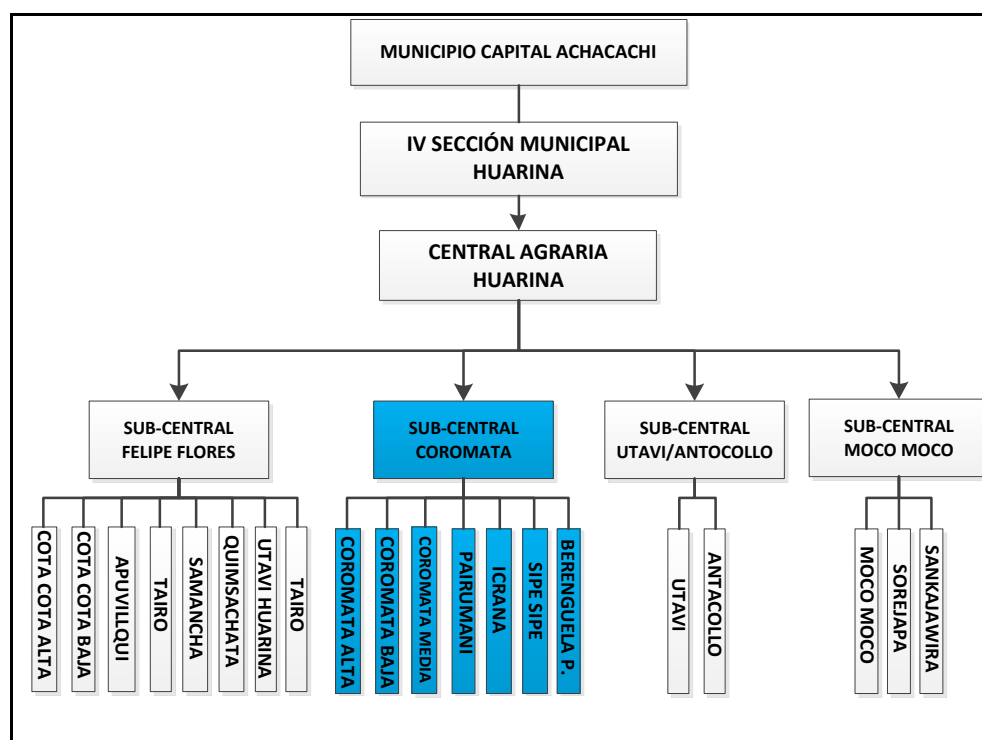
En la figura 6, se puede apreciar que la comunidad con mayor número de habitantes es Coromata Baja con 33%, seguida por Coromata Alta con 19%, a continuación Coromata Media con 16%, seguida de Pairumani con 12%, de igual manera Sipe Sipe con 12%, Berenguela-patamanta 6% y por ultimo Icrana con 2%

5.7.2. Organización

La forma de organización básica en la sub Central Coromata es el Sindicato Agrario que es dirigida por la máxima autoridad comunal representada por el Secretario General seguido por el Secretario de Relaciones, Secretario de Actas, efectuándose las reuniones cada domingo de inicio de mes.

La asignación de cada cargo se realiza en forma rotativa anualmente, se realizan en base a una lista general de los componentes de cada comunidad, los cuales son propietarios de terreno comunal y para mantener el derecho propietario están obligados a asumir las designaciones de que son objeto.

El cargo de Sub Central Agraria es la máxima autoridad elegida que representa sindicalmente a las siete comunidades (*Coromata Alta, Coromata Media, Coromata Alta, Pairumani, Icrana, Sipe Sipe e Berenguela-patamanta*) de la sub Central Coromata tal como se observa en la figura 7.



Fuente: Elaboración propia (2013).

Figura 7. Formas de organización política y originaria

5.7.3. Densidad poblacional en la Sub Central Coromata

La Sub Central Coromata presenta una densidad poblacional 43.96 hab/Km² (INE 2001), por su parte ZONISIG (1997) considera este valor como alta.

5.7.4. Incidencia de la pobreza en la Sub Central Coromata

De acuerdo a los indicadores de pobreza estimados por el método de necesidades básicas insatisfechas la incidencia de pobreza en la sub Central Coromata alcanza a un valor de 93,3 % siendo similares al resto de las poblaciones de las comunidades de la zona circunlacustre.

5.7.5. Servicios básicos salud educación

De acuerdo a INE (2001) señala que una gran parte de la población de esta zona no tiene acceso adecuado a servicios básicos de agua, energía y servicios sanitarios, así como a educación y salud, existiendo centros de salud, la provisión de éstos sigue siendo deficitaria,

Cuadro 37. Población económicamente activa

Sección municipal	Población en edad de trabajar de 10 años y mas	Población ocupada	Cuenta propia y trabajadores familiares sin remuneración	Agropecuaria	Industria	Comercio	Otras actividades económicas
primera sección Achacachi	43.553	22.160	59%	64%	4%	6%	26%

Fuente: Elaboración propia basado en CNPV INE (2001).

Según el cuadro 37, la participación de la Población Económicamente Activa de la Sub Central Coromata en las actividades agropecuarias es muy significativa, alcanzando a emplear hasta el 64% de la PEA.

Las diferentes actividades extra-agropecuarias también son significativas, puesto que indica el grado de dependencia relativa de la población del aprovechamiento de la tierra y los recursos naturales.

5.7.6. Ubicación de comunidades



**Foto 23. Vista de Iglesia
Comunidad Pairumani**



**Foto 24. Vista de Comunidad
Coromata Baja**

Utilizando un sistema de posicionamiento global (GPS) en visita de campo, fueron registrados las ubicaciones geográficas de las comunidades e incorporadas a la base de datos con las siguientes codificaciones: Comunidad (C), poblaciones (P), el número de familias se obtuvo en la consulta a autoridades y líderes locales (Cuadro 38).

Cuadro 38. Ubicación de las Comunidades de la Sub Central Coromata

Id	Cod	Comunidad	Número de Familias	Coordenadas UTM	
				X	Y
1	CSS	Sipe Sipe	100	542450	8215047
2	CP	Pairumani	118	544835	8218139
3	CI	Icrana	12	543910	8218891
4	CBP	Berenguela Patamanta	42	547672	8218974
5	CCA	Coromata Alta	158	548597	8217514
6	CCM	Coromata Media	125	549646	8216137
7	CCB	Coromata Baja	176	546850	8214225

Fuente: Elaboración propia (2013).

5.7.6. Tenencia de tierra

El derecho propietario se otorgó por la Ley de Reforma Agraria en 1953 se presenta como propiedad privada (Sayañas), alquiler y comunal (Cuadro 39).

Cuadro 39. Tenencia de tierra en la Sub Central Coromata

Id	Cod	Nombre de la comunidad	Tenencia de la Tierra (%)			Sup. (ha)
			Propio (Sayañas)	Alquiler	Comunal	
01	CSS	Sipe Sipe	80	10	10	1097,14
02	CP	Pairumani	75	10	15	1007,40
03	CI	Icrana	90	5	5	311,90
04	CBP	Berenguela Patamanta	85	15	10	233,26
05	CCA	Coromata Alta	82	8	10	1063,19
06	CCM	Coromata Media	88	2	10	785,07
07	CCB	Coromata Baja	75	10	15	1294,21

Fuente: Elaboración propia (2011).

5.7.7. Actividades económicas**5.7.7.1. Producción agrícola de cultivos anuales**

En la mayoría de las comunidades de la Sub Central Coromata la principal actividad es la producción agrícola.

5.7.7.2. Producción pecuaria

Esta actividad es practicada especialmente en comunidades donde existe disponibilidad pastizales y forraje

5.7.8. Los insumos utilizados en la producción de cultivos anuales

Foto 25. Insumos utilizados en la producción de papa Comunidad Sipe Sipe



Foto 26. Aporque del cultivo de papa con tracción animal Comunidad Coromata Baja

Expresan que el cultivo Papa, Haba, Oca, Quinoa, Cebada, Kañawa, avena y alfalfa en asociación, sujeto a rotaciones apropiadas, tienen mayor importancia en las familias de la Sub Central Coromata, como cultivos de seguridad alimentaria.

Las características de los niveles de uso de insumo para la producción fueron sintetizados (Cuadro 40).

Cuadro 40. Niveles de utilización de insumos en la producción de cultivos

Atributo	Insumos bajos	Insumos medios	Insumos elevados
Producto y producción	Cultivo de Papa, Cebada, Haba, Avena, Oca, Papalisa, Qañawa, Quinoa		
Orientación sobre mercado	Producción de subsistencia (Quinoa, Kañawa y Oca)	Producción de subsistencia más venta comercial de productos localmente (Papa, Haba)	Producción comercial
Intensidad de capital	No hay inversión	Bajo	Mediano
Intensidad de trabajo	Elevado. incluyendo trabajo familiar no remunerado	Medio. incluyendo trabajo familiar no remunerado	Bajo. Trabajo familiar remunerado si se utiliza
Fuente de energía	Trabajo Manual con herramientas manuales	Trabajo manual con herramientas manuales con implementos mejorados (fumigadoras portátiles)	Sin mecanización
Tecnología	Variedades tradicionales. Sin fertilizantes ni agroquímicos, escasas medidas de manejo técnico.	Variedades mejoradas. Adecuadas prácticas incluyendo algunos fertilizantes y agroquímicos	Variedades de altos rendimientos incluyendo híbridos, óptimo uso de fertilizantes y agroquímicos. Medidas de conservación y manejo completas
Infraestructura	Sin accesibilidad a los mercados	Accesibilidad a los mercados de Chachacomani, Huarina, Achacachi.	Accesibilidad a los mercados de La Paz, el Alto
Tenencia de tierra	Pequeña, fragmentada	10 a 15 has propiedad	Extensa consolidada
Nivel de ingresos	Muy bajo	Moderado	Elevado

Fuente: Elaboración propia basado en FAO (1997).



Foto 27. Cosecha manual de papa Comunidad Pairumani



Foto 28. Planta de papa huaych'a con tuberculos Comunidad Pairumani

La papa es el cultivo más difundido en la zona con variedades como Imilla negra, Luq'i y Huaych'a, ésta última es la más difundida actualmente y es suministrada por el municipio. y cooperativas comunales que se dedican a la producción orgánica de papa. La producción es de subsistencia.

En el caso de cultivos como Kañawa ésta es cultivada por pocas familias ya que exige un cuidadoso manejo especialmente en las labores de cosecha.

5.8. Inventario de los tipos de utilización de tierras actuales

De acuerdo a FAO (1997), se seleccionó los tipos de utilización de tierras (TUT), de tal manera que muestre la cobertura y uso actual de la tierra.

5.8.1. Ganadería extensiva con especies introducidas (vacunos y ovinos)



Foto 29. Tipo de Utilización de Tierras Comunidad Sipe Sipe

Este tipo de utilización se efectúa en Serranía Alta con disección fuerte, las cuales están forestadas con especies arbóreas introducidas como Pino (*Pinus radiata*) y Eucalipto (*Eucaliptus globulus*).

Se desarrollan actividades como el pastoreo de ovinos en número de 5 a 10 cabezas por unidad familiar (criollos, merinos) y vacunos criollos, la agricultura es practicada de manera ocasional con cultivos como la papa, con rendimientos que van desde 0.9 - 2 Tn/ha.



Foto 30. Tipo de utilización de Tierras Comunidad Berenguela-Patamanta



Foto 31. Tipo de utilización de Tierras Comunidad Coromata

Este Tipo de Utilización también se desarrolla en los paisajes de Llanura Aluvial con disección Moderada y Llanura de piedemonte con bofedal con disección ligera con especies introducidas (vacuna criolla 5 a 10 cabezas por familia y ovina criolla 5 a 8 cabezas por familia ya que cuenta con pastizales Chílliwares).

Por ser una zona de Bofedal. El pastoreo de animales es realizado en época seca de abril a diciembre por presentar suelos pantanosos lo cual exige a los pobladores a migrar a las partes más altas, en el que es más accesible el pastoreo, el ganado es principalmente criollo de en un número de 2-10 unidades animales por familia y ovinos de 5 a 20 cabezas por familia, la producción de leche es importante principalmente para autoconsumo y elaboración de queso, que es comercializado en las principales ferias de Chachacomani, Huarina y la ciudad de el Alto.

5.8.2. Agricultura anual extensiva con cultivos andinos



Foto 32. Tipo de Utilización de Tierras Comunidad Coromata Alta

Este tipo de utilización se presenta en serranías medias con disección moderada cuya actividad principal es la agricultura anual, también en menor proporción la ganadería ovina para venta de carne (criollos en un número promedio de 5-15 por unidad familiar) por la existencia de vegetación para pastoreo, la actividad agrícola es ocasional con cultivos de papa, haba cebada.

5.8.3. Agricultura anual intensiva con cultivos andinos e introducidos



Foto 33. Tipo de Utilización de Tierras Comunidad Pairumani

Este tipo de utilización es dada en la unidad fisiográfica de Piedemonte con disección moderada, la actividad predominante en esta unidad fisiográfica es la agricultura anual intensiva con cultivos andinos e introducidos con especies como la papa, haba, avena, cebada, oca con rendimientos que van de 0.8-2.5 Tn/ha.

5.8.4. Agricultura anual extensiva con cultivos andinos y ganadería extensiva



Foto 34. Tipo de Utilización de Tierras Comunidad Icrana



Foto 35. Tipo de utilización de Tierras Comunidad Pairumani

Este tipo de utilización se presenta en Planicie con Terraza de disección Ligera se desarrolla como actividad primordial la agricultura anual intensiva con cultivos andinos e introducidos y en menor proporción la ganadería debido a la existencia de praderas nativas y Bofedales (pastoreo de ganado vacuno criollo para la producción de leche con producción de 3 a 6 litros.

5.8.5. Agricultura anual intensiva con cultivos andinos e introducidos



Se desarrolla principalmente en Llanura de Abanico Aluvial con disección ligera está destinada a cultivos andinos e introducidos como la papa, haba, cebada, avena y ganadería extensiva con especies introducidas como vacunos y ovinos.

**Foto 36. Tipo de utilización de Tierras
Comunidad Berenguela-Patamanta**

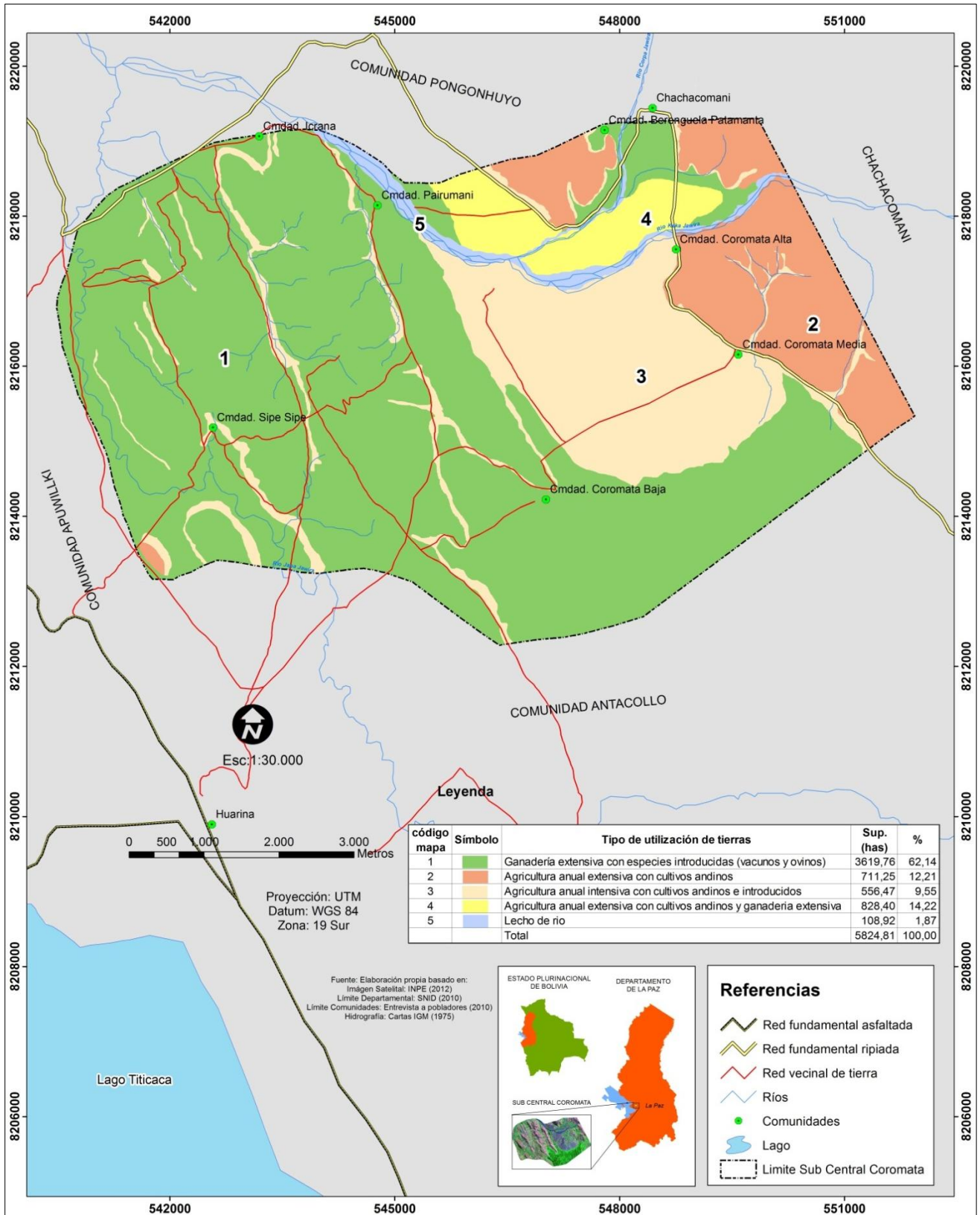
5.8.6. TUT's en Lecho de Rio en Llanura Aluvial con disección fuerte (ALALRF)



Esta unidad fisiográfica no presenta ningún uso agropecuario, se caracteriza por la presencia de depósitos de arena y grava que es utilizada para la construcción.

**Foto 37. Tipo de utilización
Comunidad Pairumani**

Mapa 9. Tipos de utilización de tierras en la Sub Central Coromata



5.8.7. Inventario de cultivos

El inventario de los cultivos se realizó de acuerdo a la importancia económica y seguridad alimentaria de la zona de estudio, se registraron y ordenaron en formularios socioeconómicos los cuales indican a los siguientes cultivos: Papa, Haba, Oca, Cañahua, Quinoa, Cebada, Papalisa, Avena y Alfalfa. Según esta base se recopiló datos secundarios sobre; adaptabilidad edafoclimática, y aspectos ecofisiológicos de los cultivos (Ver Cuadros 54 al 63).

5.8.8. Inventario de tierras

El inventario de tierras¹de acuerdo a FAO (1997), se realizó sobre la base de las Células Agroecológicas (CEAS), obtenida a través de la superposición de los mapas de zonas térmicas, zonas de precipitación, duración del periodo de crecimiento, suelos y geomorfología, procedimiento que se basa en la unión (suma) en SIG “*geoprocesing wizard*” y “*unión to thermes*” Miranda E.E, (2002).

Los resultados obtenidos indican que la Sub Central Coromata posee 55 CEAS (Mapa 20).

5.9 Determinación de la aptitud de uso de la tierra según FAO (1997)

A continuación se determinó la aptitud de las tierras de la Sub Central Coromata para cultivos de importancia para la seguridad alimentaria como ser cultivo de papa, haba, cebada, avena, oca, isaño, papalisa, quinoa, cañahua y alfalfa.

5.9.1 Proceso de adecuamiento según aptitud de uso

Los resultados obtenidos del proceso de adecuamiento se asemejan a una estadística de CEAS efectuada en computadora.

5.9.1.1. Celdas agroecológicas para los cultivos de interés (CEAS)

a) Celdas agroecológicas para el cultivo de papa

De un total de 55 CEAS encontradas para la Sub Central Coromata se estableció que 15 CEAS no tienen limitaciones para el cultivo de papa, estas tienen

¹ (FAO, 1997) Define tierra a un área de superficie terrestre en el contexto de la evaluación de tierra, incluye propiedades de la superficie, suelo, y clima. Así como de cualquier planta o animal residente en ella.

diferentes características en suelos, precipitación, temperatura y periodo de duración de crecimiento, éstas CEAS son: 3,9,12,20,23,26,30,31,36,39,48,51 y 53 (Ver mapa 23 y Cuadro 69).

5.9.1.4. Clasificación de aptitud de la tierra para cultivo de papa

La clasificación de la tierra según su aptitud para el cultivo de papa, obedecen a FAO (1994), consistente en un arreglo sistemático, con valores de rendimientos potenciales (RP) obtenidos para la papa y cada conjunto de CEAS con diferentes limitaciones.

Sobre los cuales según FAO (1997) se incluyen las normas de clasificación de aptitud de tierras y los niveles de insumos utilizados en la producción. Los resultados obtenidos se muestran en los Cuadros 41 y 42.

Según Miranda E.E, (2002), por medio de las operaciones “*dissolve feature base on an attribute*” en SIG se obtuvo el mapa de aptitudes de la tierra.

Cuadro 41. Clases de aptitud de la tierra para el cultivo de papa

CEA	RPc (qq/ha)	Norm. FAO*	RPn. (qq/ha.)	Cod	Clase de Aptitud	Rend. (%)
28	19,54		424,96	S1	Muy Apto	80-100
24		25 (%)	339,88	S2	Apto	60-80
6		50 (%)	254,91	S3	Moderadamente apto	40-60
25		75 (%)	169,94	S4	Marginalmente apto	20-40
18			84,97	Vms	Muy marginalmente apto	5-20
21			21,24	N	No Apto	0-5

Fuente: Elaboración propia (*) las clases S2, S3 y S4 de parámetros de suelo en función del Cultivo

Cuadro 42. Rendimientos potenciales del cultivo de papa bajo tres niveles de insumo

Cod.	Normas FAO*	Insumos		
		100%	62.50%	25%
	RPn. (qq/ha)	Altos (qq/ha)	Interm. (qq/ha)	Bajos (qq/ha)
S1	424,95	424,95	265,59	106,24
S2	339,96	339,96	212,48	84,99
S3	254,97	254,97	159,36	63,74
S4	169,98	169,98	106,24	42,50
Vms	84,99	84,99	53,12	21,25
N	21,248	21,25	13,28	5,31

Fuente: Elaboración propia (2013); (*) Rendimiento potencial con bajos insumos = 25% y rendimiento potencial con insumos intermedios = 62.5 % del rendimiento potencial con altos insumos.

Los resultados obtenidos sobre la aptitud de tierras para los cultivos de papa, muestran que los rendimientos en condiciones ideales es de 424.95 qq/ha y según FAO (1997) de acuerdo a los niveles de insumos utilizados (bajos, intermedios y altos) los rendimientos potenciales se reducen en un 25 y 62.5 por ciento respectivamente, se muestra en las siguientes cuadros y mapas de aptitudes para cada cultivo (Cuadro 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51 y 52, mapas 10, 11,12, 13, 14 15, 16, 17, 18 y 19).

Cuadro 43. Aptitud de tierras para el cultivo de papa Sub Central Coromata

Id	Cod-Cultiv.	Cod. Apt	Aptitudes	Max Rend	Ins-interm (qq/ha)	Poco-Ins	Superficie (ha)
1	PPS1	S1	Muy apta	424,95	265,59	106,24	261,15
2	PPS2	S2	Apta	339,96	212,48	84,99	1389,96
3	PPS3	S3	Moderadamente apta	254,97	159,36	63,74	295,32
4	PPVms	Vms	Poco apta	169,98	106,24	42,50	2128,70
5	PPS4	S4	Muy poco apta	84,99	53,12	21,25	711,25
6	PPN	N	No apta	21,25	13,28	5,31	1038,42

Fuente: elaboración propia (2013).

Cuadro 44. Aptitud de tierras para el cultivo de cebada Sub Central Coromata

Id	Cod- Cultiv.	Cod. Apt	Aptitudes	Max Rend.	Ins- interm (qq/ha)	Poco-Ins	Superficie (ha)
Cultivo de Cebada							
1	CCS1	S1	Muy apto	254,07	158,79	63,52	261,15
2	CCS2	S2	Apto	203,26	127,04	50,81	1389,96
3	CCS3	S3	Moderadamente apta	152,44	95,28	38,11	295,32
4	CCVms	Vms	Poco apta	101,63	63,52	25,41	2128,70
5	CCS4	S4	Muy poco apta	50,81	31,76	12,70	711,25
6	CCN	N	No apta	12,70	7,94	3,18	1038,42

Fuente: elaboración propia (2013).

Cuadro 45. Aptitud de tierras para el cultivo de avena Sub Central Coromata

Id	Cod- Cultiv.	Cod. Apt.	Aptitudes	Max Rend	Ins- interm (qq/ha)	Poco-Ins	Superficie (ha)
Cultivo de Avena							
1	AAS1	S1	Muy apta	234,86	146,79	58,72	261,15
2	AAS2	S2	Apta	187,89	117,43	46,97	1389,96
3	AAS3	S3	Moderadamente apta	140,92	88,07	35,23	295,32
4	AAVms	Vms	Poco apta	93,94	58,72	23,49	2128,70
5	AAS4	S4	Muy poco apta	46,97	29,36	11,74	711,25
6	AAN	N	No Apta	11,74	7,34	2,94	1038,42

Fuente: elaboración propia (2013).

Cuadro 46. Aptitud de tierras para el cultivo de haba Sub Central Coromata

Id	Cod- Cultiv.	Cod. Apt.	Aptitudes	Max Rend	Ins- interm (qq/ha)	Poco-Ins	Superficie (ha)
Cultivo de Haba							
1	HHS1	S1	Muy Apta	324,00	202,50	81,00	261,15
2	HHS2	S2	Apta	259,20	162,00	64,80	1389,96
3	HHS3	S3	Moderadamente apta	194,40	121,50	48,60	295,32
4	HHVms	Vms	Poco apta	129,60	81,00	32,40	2128,70
5	HHS4	S4	Muy poco apta	64,80	40,50	16,20	711,25
6	HHN	N	No Apta	16,20	10,13	4,05	1038,42

Fuente: elaboración propia (2013).

Cuadro 47. Aptitud de tierras para el cultivo de oca Sub Central Coromata

Id	Cod- Cultiv.	Cod. Apt.	Aptitudes	Max	Ins-	Poco-Ins	Superficie (ha)
				Rend	interm		
Cultivo de Oca				(qq/ha)			
1	OOS1	S1	Muy apta	404,21	252,63	101,05	261,15
2	OOS2	S2	Apta	323,37	202,11	80,84	1389,96
3	OOS3	S3	Moderadamente apta	242,53	151,58	60,63	295,32
4	OOVms	Vms	Marginalmente apta	161,68	101,05	40,42	2128,70
5	OOS4	S4	Muy Marginalmente apta	80,84	50,53	20,21	711,25
6	OON	N	No apta	20,21	12,63	5,05	1038,42

Fuente: elaboración propia (2013).

Cuadro 48. Aptitud de tierras cultivo de isaño Sub Central Coromata

Id	Cod- Cultiv.	Cod. Apt.	Aptitudes	Max	Ins-	Poco-Ins	Superficie (ha)
				Rend	interm		
Cultivo de Isaño				(qq/ha)			
1	IIS1	S1	Muy apta	236,79	147,99	59,20	261,15
2	IIS2	S2	Apta	189,43	118,40	47,36	1389,96
3	IIS3	S3	Moderadamente apta	142,07	88,80	35,52	295,32
4	IIVms	Vms	Poco apta	94,72	59,20	23,68	2128,70
5	IIS4	S4	Muy poco apta	47,36	29,60	11,84	711,25
6	IIN	N	No apta	11,84	7,40	2,96	1038,42

Fuente: elaboración propia (2013).

Cuadro 49. Aptitud de tierras cultivo de papalisa Sub Central Coromata

Id	Cod- Cultiv.	Cod. Apt.	Aptitudes	Max	Ins-	Poco-Ins	Superficie (ha)
				Rend	interm		
Cultivo de Papalisa				(qq/ha)			
1	LLS1	S1	Muy apta	315,78	197,36	78,95	261,15
2	LLS2	S2	Apta	252,62	157,89	63,16	1389,96
3	LLS3	S3	Moderadamente apta	189,47	118,42	47,37	295,32
4	LLVms	Vms	Poco apta	126,31	78,95	31,58	2128,70
5	LLS4	S4	Muy pocoapta	63,16	39,47	15,79	711,25
6	LLN	N	No apta	15,79	9,87	3,95	1038,42

Fuente: elaboración propia (2013).

Cuadro 50. Aptitud de tierras cultivo de quinua Sub Central Coromata

Id	Cod- Cultiv.	Cod. Apt.	Aptitudes	Max Rend	Ins- interm	Poco-Ins	Superficie (ha)
Cultivo de Quinua				(qq/ha)			
1	QQS1	S1	Muy apta	185,76	116,10	46,44	261,15
2	QQS2	S2	Apta	148,61	92,88	37,15	1389,96
3	QQS3	S3	Moderadamente apta	111,46	69,66	27,86	295,32
4	QQVms	Vms	Poco apta	74,30	46,44	18,58	2128,70
5	QQS4	S4	Muy poco apta	37,15	23,22	9,29	711,25
6	QQN	N	No apta	9,29	5,81	2,32	1038,42

Fuente: elaboración propia (2013).

Cuadro 51. Aptitud de tierras cultivo de kañahua Sub Central Coromata

Id	Cod- Cultiv.	Cod. Apt.	Aptitudes	Max Rend	Ins- interm	Poco-Ins	Superficie (ha)
Cultivo de Kañahua				(qq/ha)			
1	KKS1	S1	Muy apta	217,04	135,65	54,26	261,15
2	KKS2	S2	Apta	173,63	108,52	43,41	1389,96
3	KKS3	S3	Moderadamente apta	130,22	81,39	32,56	295,32
4	KKVms	Vms	Poco apta	86,82	54,26	21,70	2128,70
5	KKS4	S4	Muy poco apta	43,41	27,13	10,85	711,25
6	KKN	N	No apta	10,85	6,78	2,71	1038,42

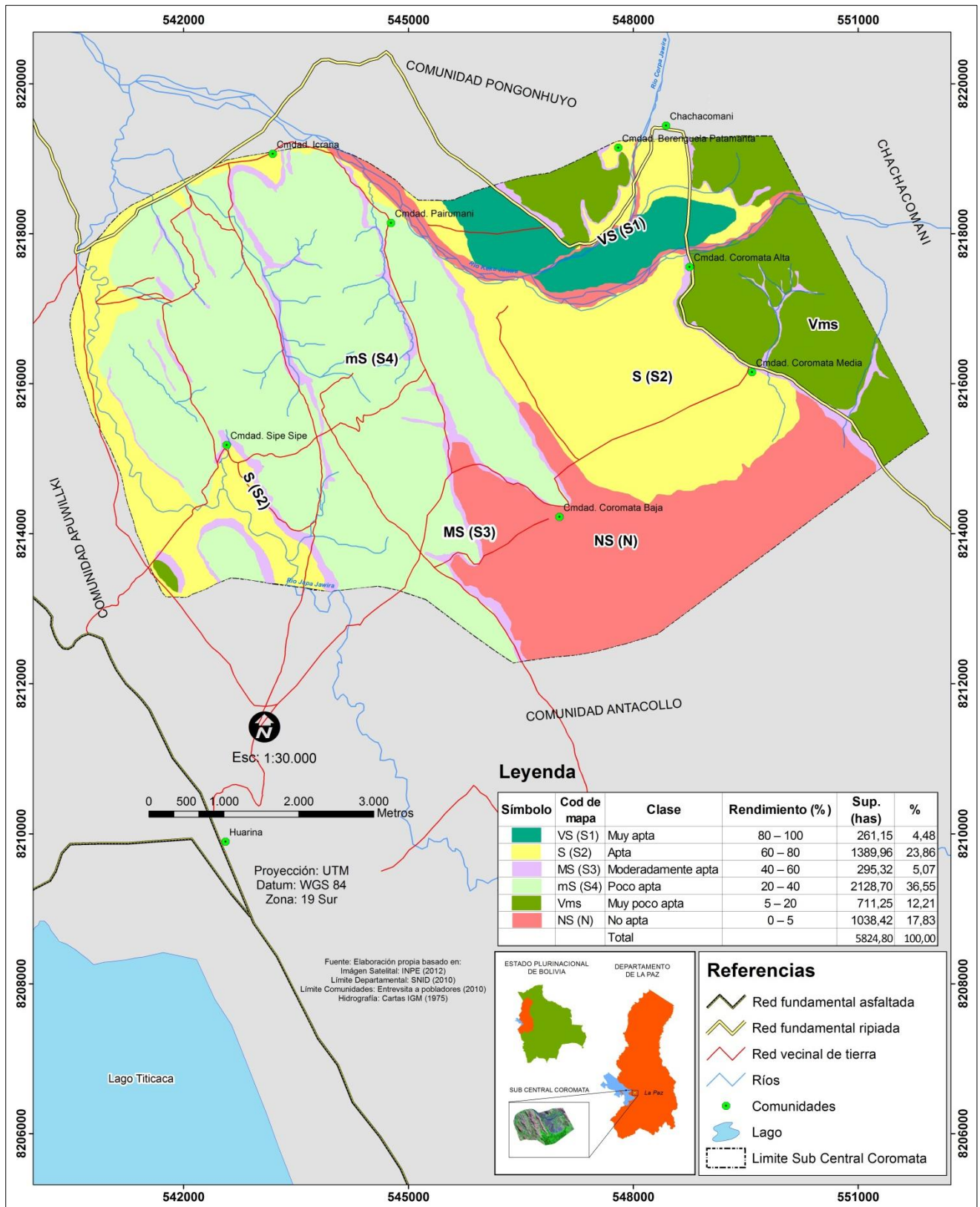
Fuente: elaboración propia (2013).

Cuadro 52. Aptitud de tierras cultivo de alfalfa Sub Central Coromata

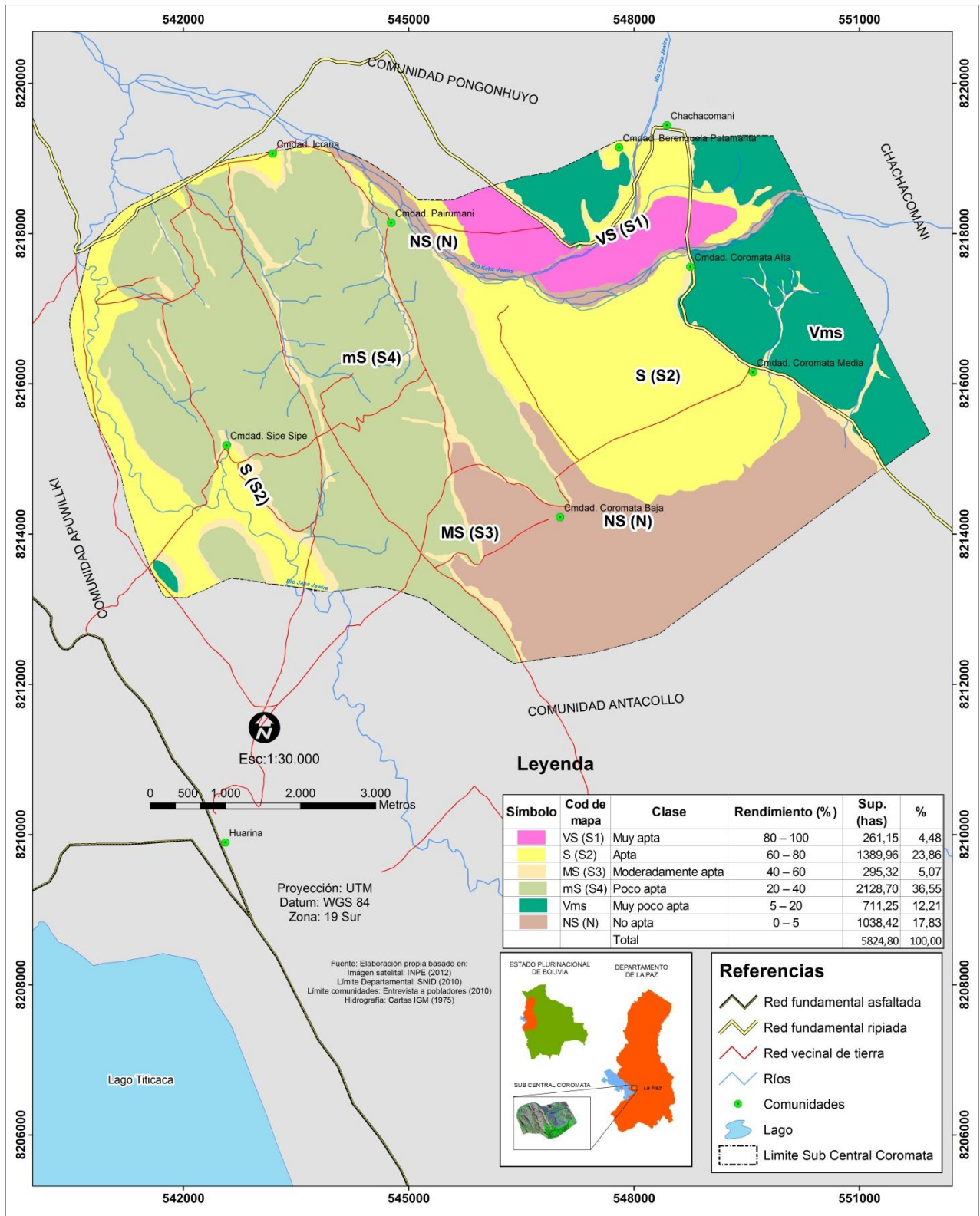
Id	Cod- Cultiv.	Cod. Apt.	Aptitudes	Max Rend	Ins- interm	Poco-Ins	Superficie (ha)
Cultivo de Kañahua				(qq/ha)			
1	FFS1	S1	Muy apta	266,89	166,81	66,72	261,15
2	FFS2	S2	Apta	213,51	133,45	53,38	561,56
3	FFS3	S3	Moderadamente apta	160,13	100,08	40,03	828,40
4	FFVms	Vms	Poco apta	106,76	66,72	26,69	295,32
5	FFS4	S4	Muy poco apta	53,38	33,36	13,34	711,25
6	FFN	N	No apta	13,34	8,34	3,34	3167,12

Fuente: elaboración propia (2013).

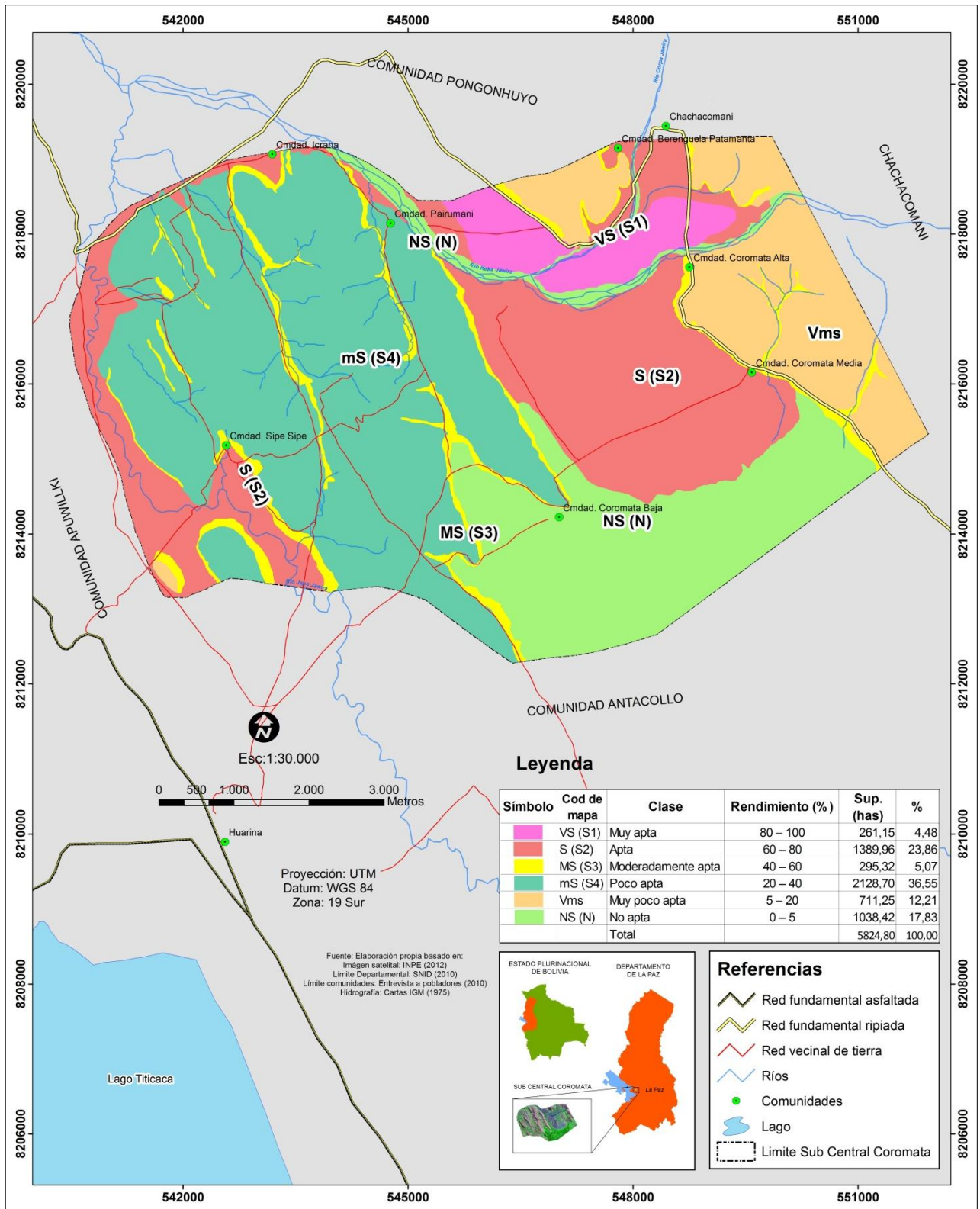
Mapa 10. Aptitud de las tierras para cultivo de Papa Sub Central Coromata



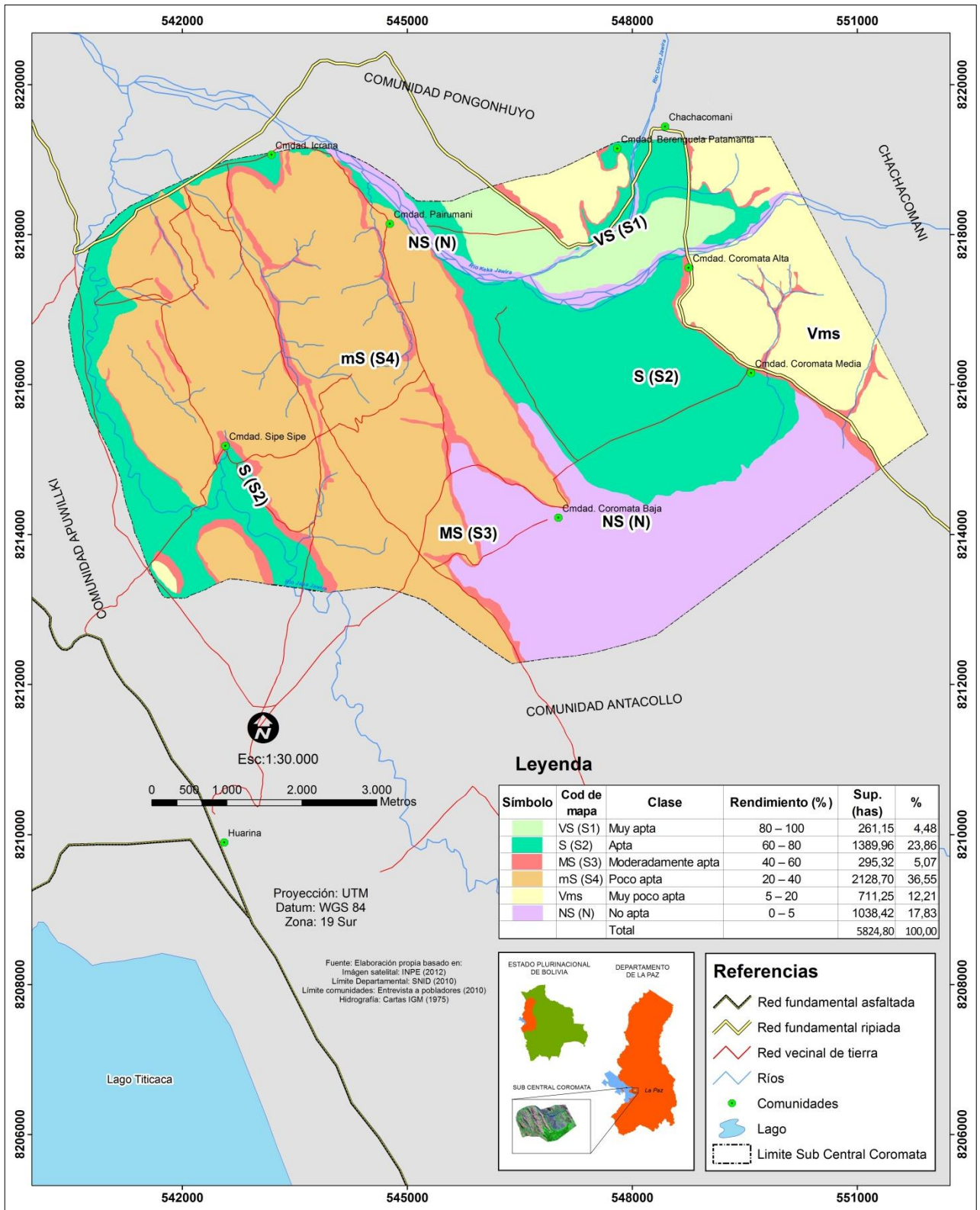
**Mapa N° 12. Aptitud de las tierras para cultivo de cebada Sub Central
Coromata**



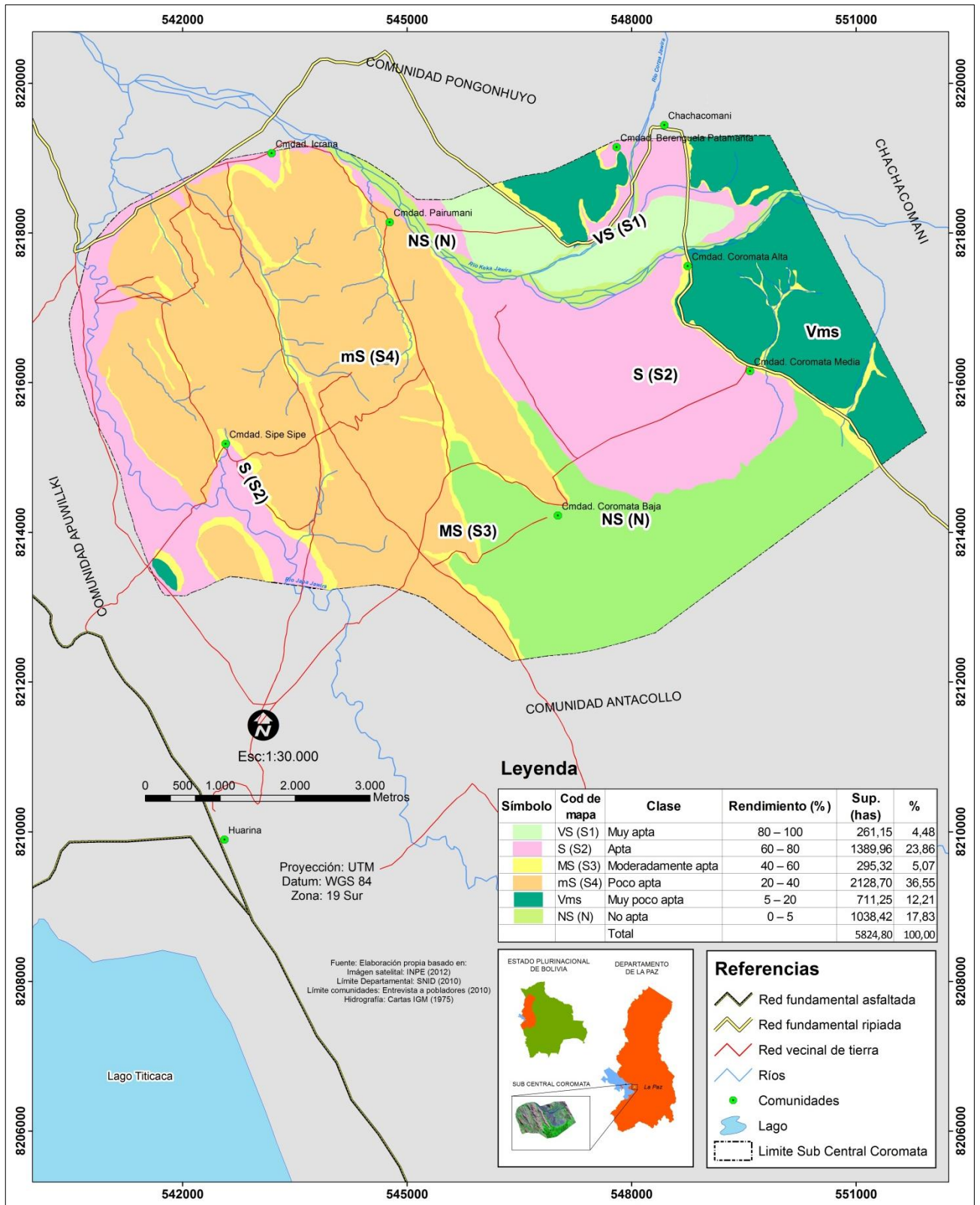
Mapa N° 13. Aptitud de las tierras para cultivo de Avena Sub Central
Coromata



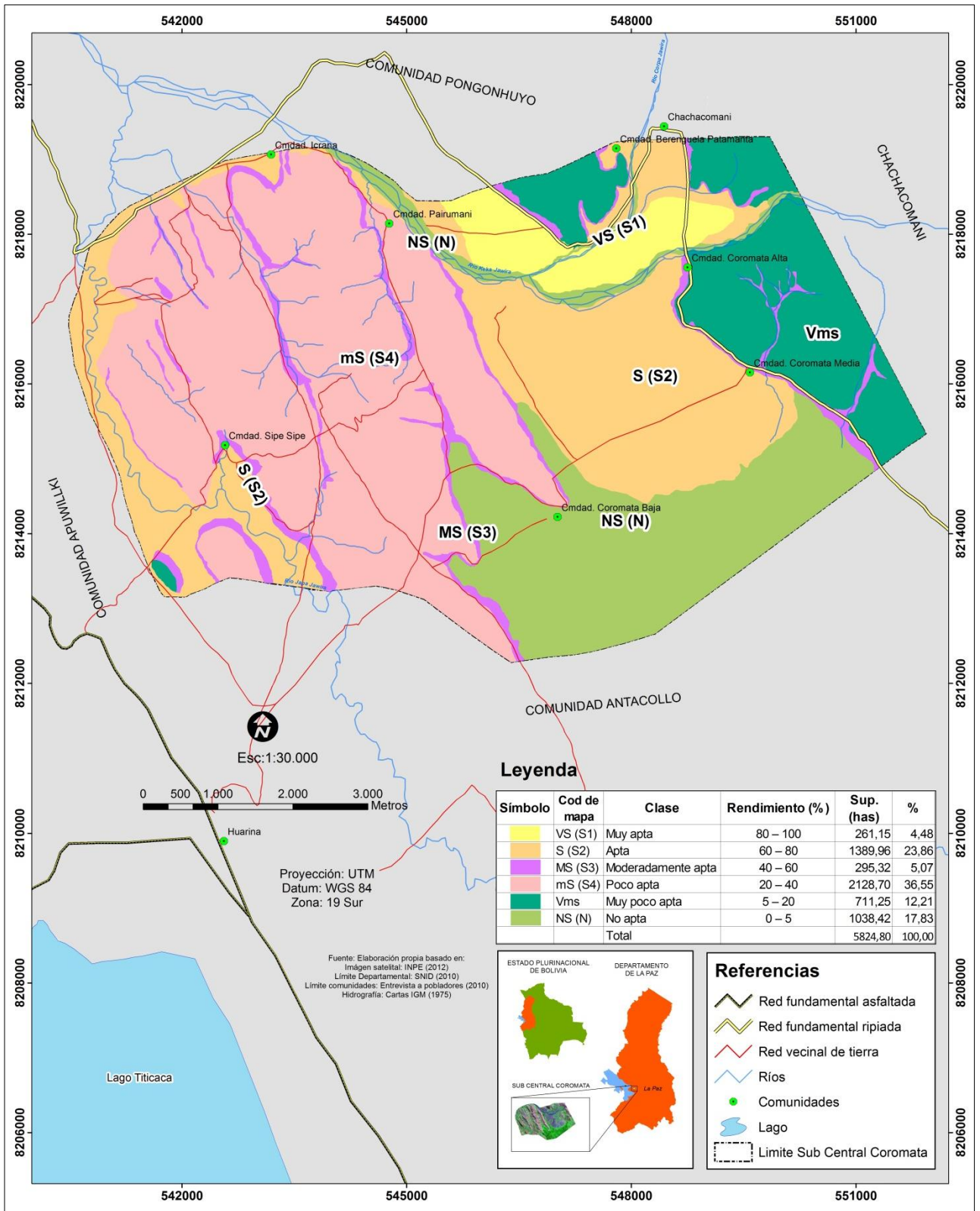
Mapa N° 14. Aptitud de las tierras para cultivo de papalisa Sub Central Coromata



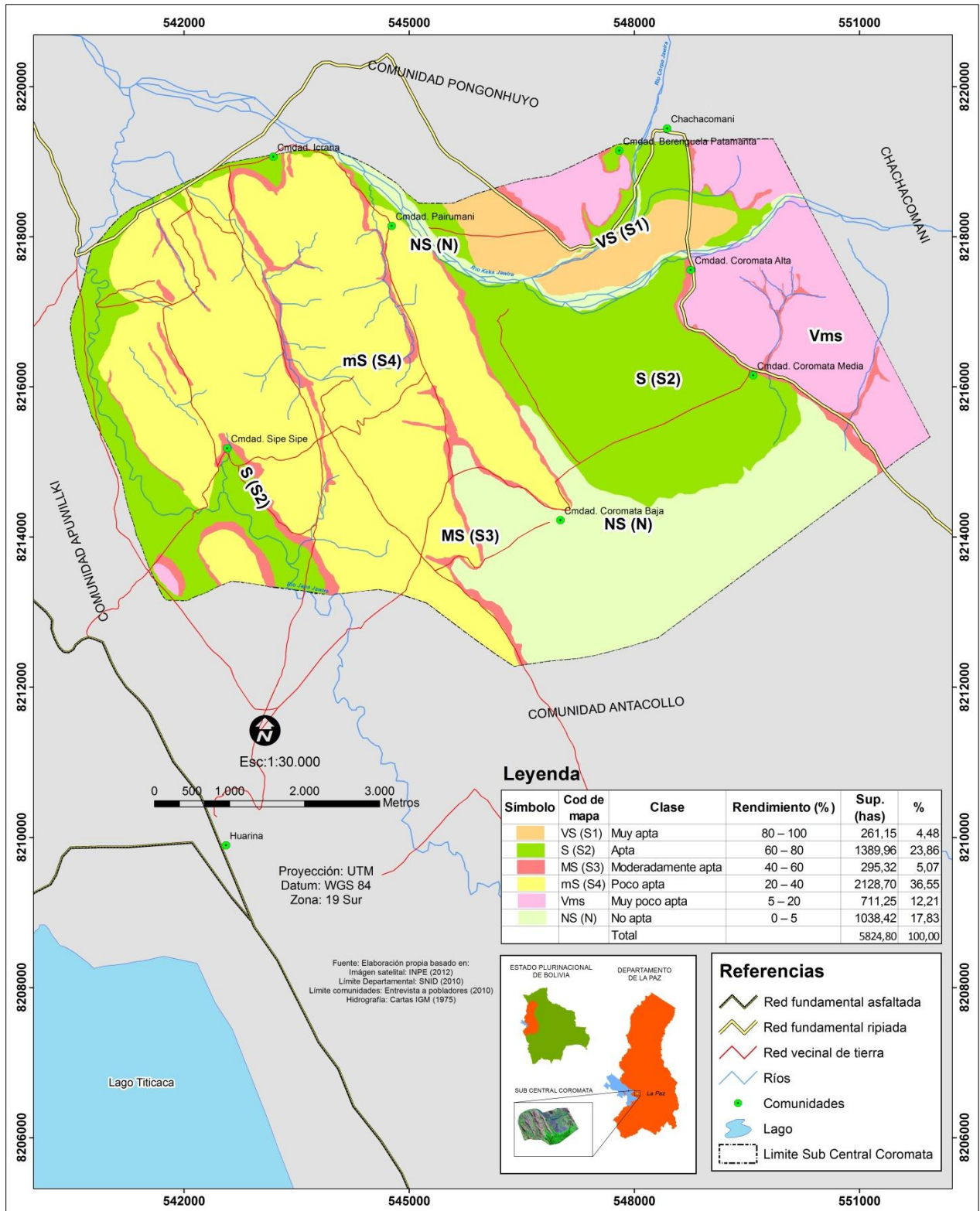
Mapa N° 15. Aptitud de las tierras para cultivo de Oca Sub Central Coromata



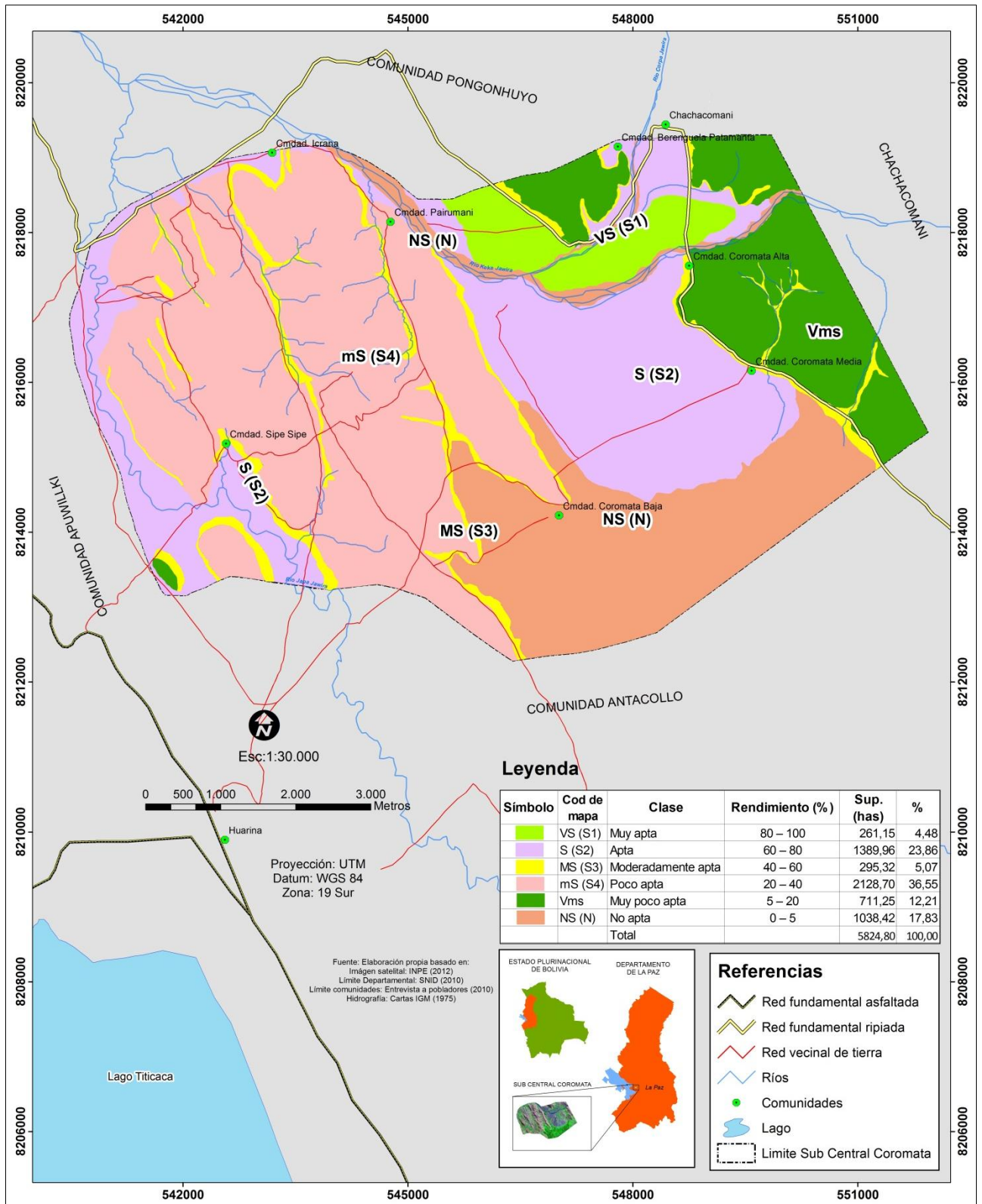
**Mapa N° 16. Aptitud de las tierras para cultivo de Isaño Sub Central
Coromata**



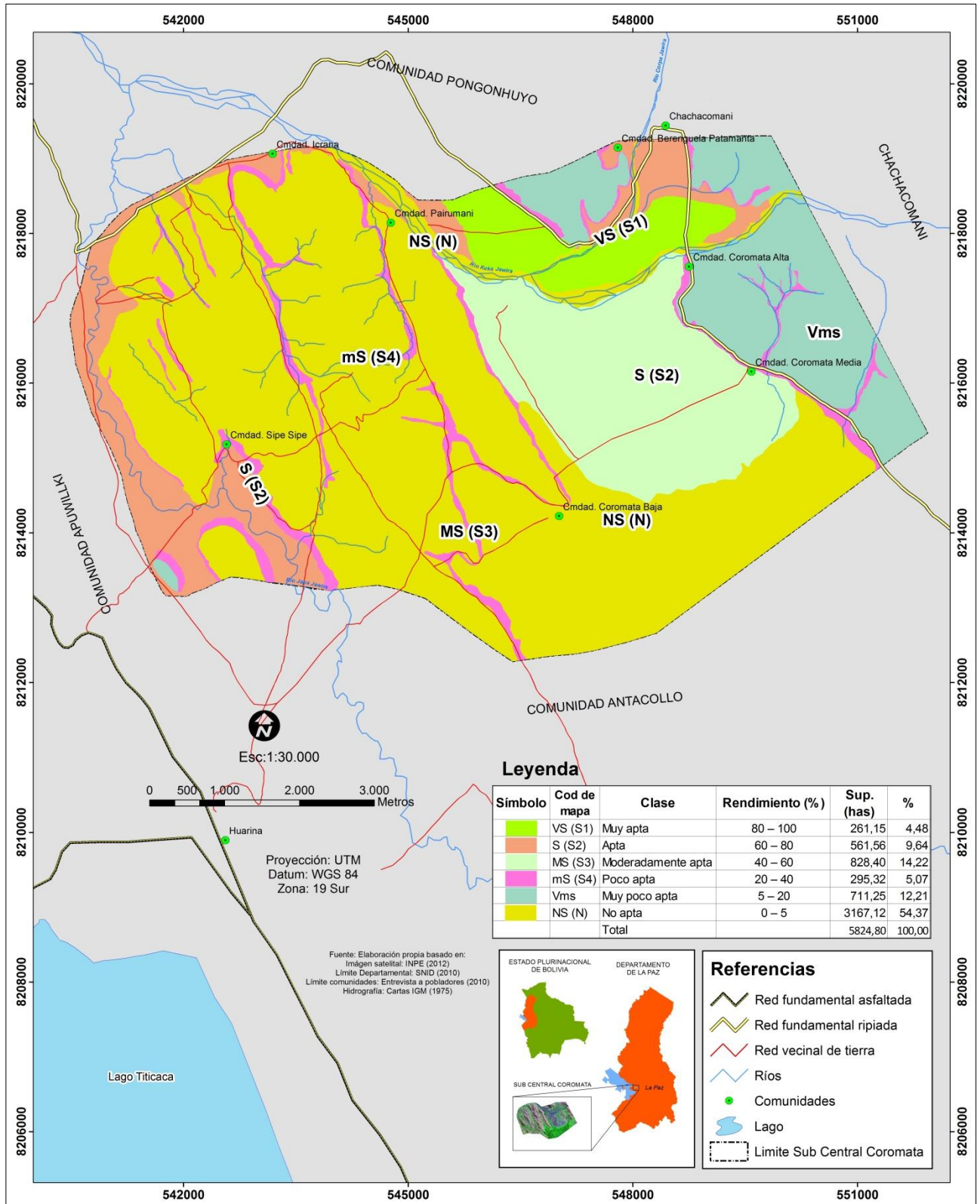
Mapa N° 17. Aptitud de las tierras para cultivo de Quinua Sub Central Coromata



**Mapa N° 18. Aptitud de las tierras para cultivo de Kañahua Sub Central
Coromata**



Mapa N° 19. Aptitud de las tierras para cultivo de Alfalfa Sub Central Coromata



5.10. Determinación de Zonas agroecológicas

De acuerdo a FAO (1997) se han determinado 6 zonas agroecológicas identificadas en categorías y sub categorías (Cuadro 53).

Cuadro 53. Categorías y subcategorías de zonificación agroecológica

Código	Categorías y sub categorías de zonificación	Sup. (ha)	%
B. TIERRAS DE USO AGROPECUARIO EXTENSIVO			
B1.	Uso agrícola extensivo		
B11.	Uso agrícola extensivo con cultivos andinos e introducidos.	964,69	16,56
B2.	Uso ganadero extensivo		
B21.	Uso ganadero extensivo con especies nativas e introducidas.	1215,85	20,87
B23.	Uso ganadero extensivo con especies introducidas.	933,06	16,02
B3.	Uso ganadero extensivo y agrícola extensivo		
B31.	Uso ganadero extensivo con especies nativas e introducidas y agrícola extensivo con cultivos andinos e introducidos.	1789,19	30,71
B32.	Uso ganadero extensivo con especies nativas e introducidas y agrícola extensivo con cultivos andinos	800,66	13,74
E. TIERRAS DE USO RESTRINGIDO			
E2	Sin ningún uso agropecuario	121,82	2,09
TOTAL		5824,80	100,0

Fuente: Elaboración propia (2013).

Se identificó una zona agroecológica con tierras de uso ganadero agrícola extensivo con cultivos andinos e introducidos que alcanza aproximadamente a 964,69 hectáreas representando el 16,56 % de la superficie total de la Sub Central Asimismo se encontró tierras de uso ganadero extensivo con especies nativas e introducidas que se extiende a una superficie de 1215,85 que representa el 20,87 % del total.

De la misma forma están las tierras de uso ganadero extensivo con especies introducidas con 933,06 hectáreas de superficie que representa el 16,02 % del total.

Otra zona agroecológica identificada tiene tierras con uso ganadero extensivo con especies nativas e introducidas y agrícola extensivo con cultivos andinos e introducidos con una superficie de 1789,19 hectáreas que significa el 30,71 % del total.

También la zona agroecológica de tierras de uso ganadero extensivo con especies nativas e introducidas y agrícola extensivo con cultivos andinos que alcanza a 800,66 hectáreas que significa el 13,74 % del total de la Sub Central Coromata.

Las tierras que pertenecen a la zona agroecológica de tierras sin ningún uso agropecuario presentan una extensión de 121,82 hectáreas que representa el 2,09 % del total de la superficie (Ver mapa 20).

De acuerdo a ZONISIG (1997) la zona de estudio corresponde a las siguientes zonas agroecológicas A21, de tierras de uso agropecuario intensivo, uso agrícola intensivo (en las comunidades de Coromata Media, Coromata Baja y Coromata Alta) con especies nativas e introducidas y agrícolas extensiva con cultivos andinos e introducidos.

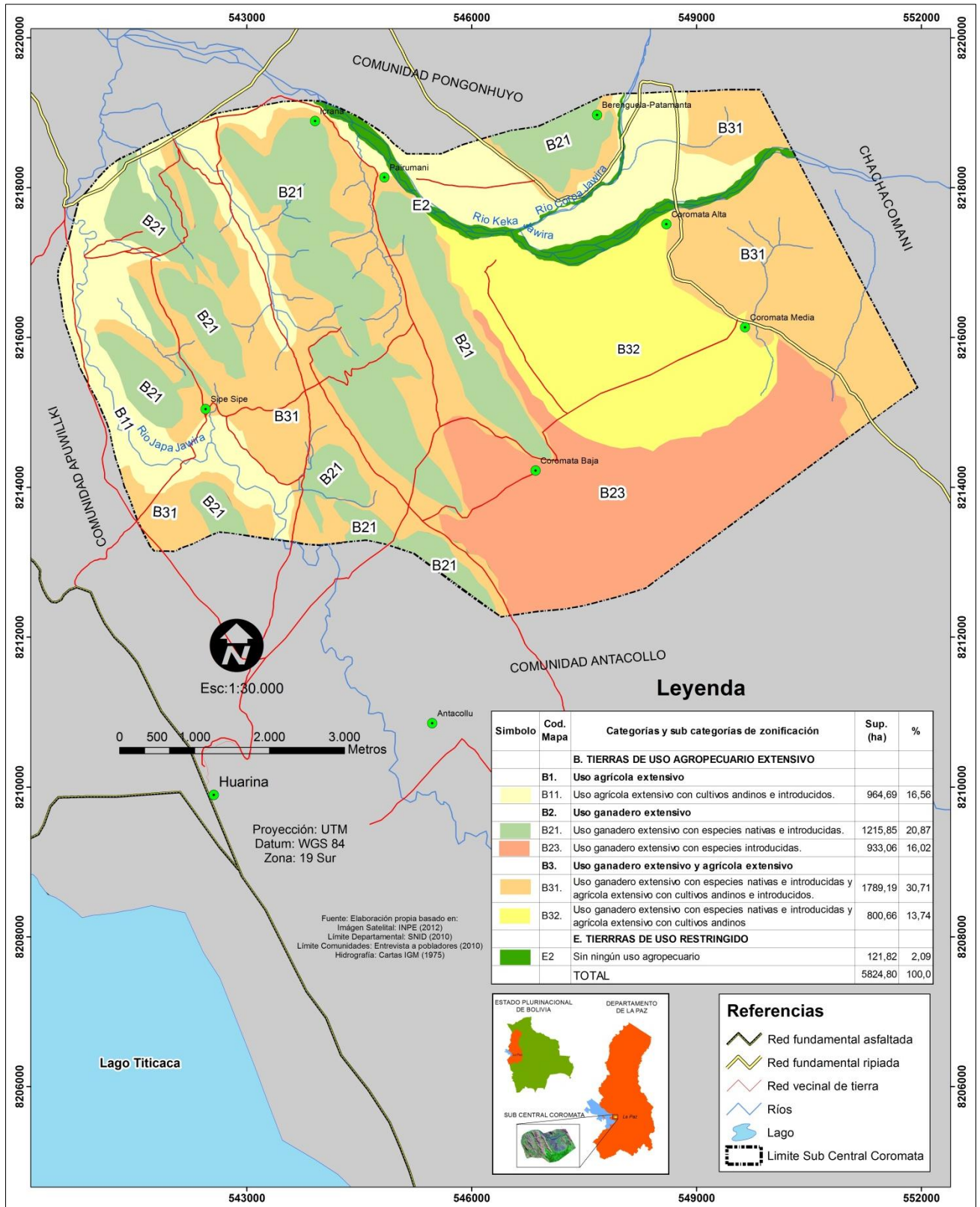
De igual forma corresponde a B21 con tierras de uso agropecuario extensivo con uso ganadero extensivo con especies nativas e introducidas (Coromata Media, Pairumani, Coromata Alta y Berenguela-Patamanta).

También corresponde a B31 con tierras de uso agropecuario extensivo con uso ganadero extensivo con especies nativas e introducidas y agrícola extensivo con cultivos andinos e introducidos (en las comunidades Sipe Sipe, Pairumani, Coromata Baja e Icrana).

Como también corresponde a B35 de tierras de uso agropecuario extensivo con uso ganadero extensivo con especies introducidas y agrícolas extensivo con cultivos andinos e introducidos (Sipe Sipe Coromata Media)

Estas unidades de zonas agroecológicas asignadas por ZONISIG (1997) no coinciden con lo identificado en el presente estudio debido a la escala de estudio 1: 2500

Mapa 20. Zonas agroecológicas Sub Central Coromata



6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Dentro de la extensión territorial de la Sub Central Coromata se presenta ocho unidades de paisaje claramente diferenciados: Serranía Alta con disección fuerte, Serranía Media con disección moderada, Piedemonte con disección moderada, Terraza Aluvial con disección ligera, Llanura Aluvial con disección moderada, Llanura de Abanico aluvial con disección moderada, Llanura de Piedemonte con Bofedal con disección ligera y Lecho de Rio de Llanura aluvial con disección fuerte.
- Los paisajes de Serranías altas y medias con disección fuerte a moderada, presentan suelos con uso agropecuario extensivo, la vegetación nativa predominante está dada por especies vegetales gramínoideas (sicuya, cebadilla y otros), cespitosas (kailla, yaretilla, t'ola, garbancillo, wira wira), especies arbóreas introducidas (Eucaliptos y pino) y cultivos de papa, kañahua y oca. Los suelos poseen escasa profundidad con riesgo de erosión laminar y drenaje de bueno a moderado, presentan texturas arcillo arenosas con una profundidad efectiva de 20 a 22 centímetros

El horizonte superficial o capa arable presenta pH de ligeramente ácidos a casi neutro, fertilidad potencial se clasifica como baja, el contenido de materia orgánica es muy bajo, el nitrógeno está en nivel moderado, el fósforo asimilable es pobre.

El paisaje de Piedemonte con disección moderada presenta suelos con uso agrícola intensivo la vegetación natural predominante está conformada por gramíneas cespitosas (Paja ichu, paja chilliwa, chiji blanco) y chilliwares y sicuyales con cultivos de papa, haba, avena, cebada, oca y kañahua, estos suelos son moderadamente profundos con capa arable con riesgo de erosión laminar, eólica y presentan drenaje bueno a moderado, la profundidad efectiva alcanza de 20 a 35 cm.

Los horizontes superficiales o las capas arables presentan *pH* casi neutros

a neutros, la fertilidad potencial se clasifica como moderada, el contenido de materia orgánica es del nivel muy bajo, el nitrógeno total es de nivel moderado, y el contenido de fósforo asimilable es pobre.

En el paisaje de Terrazas aluviales con disección ligera, con uso agrícola extensivo, la vegetación natural presente está constituida por Ichu (*Jaraba ichu*) Chiji negro (*Muhlebergia fastigiata*), Chiji blanco (*Distichlis humilis*) y cultivos de papa, haba. Los suelos en esta unidad fisiográfica son poco a moderadamente profundos con riesgo de erosión eólica, presenta una profundidad efectiva de 20 a 25 centímetros

Los horizontes superficiales presentan valores de *pH* de ligeramente ácidos casi neutros, con drenaje bueno a moderado, capa arable en riesgo de erosión eólica, presentan texturas arcillo limosas con alto contenido de grava, la fertilidad potencial se la clasifica como moderada. Los contenidos de materia orgánica son de nivel muy bajos y el contenido nitrógeno total es normal, asimismo el fósforo asimilable es muy alto.

En los paisajes de Llanuras aluviales y Abanico aluvial, ambos con disección Moderada, con uso agropecuario extensivo, la vegetación predominante está dada por Sicuyales, Chilliwares y cultivos de alfalfa, cebada, Los suelos poco a moderadamente profundos con riesgo de erosión laminar y en surcos, presentan una profundidad efectiva de 20 a 25 centímetros.

En horizontes superficiales presentan valores de *pH* de ácidos a casi neutros, con drenaje bueno a moderado, capa arable en riesgo de erosión eólica, presentan texturas arcillo limosas a francos con poco a mucho contenido de grava, la fertilidad potencial es del nivel moderada. Los contenidos de materia orgánica son muy bajos y el contenido nitrógeno total es normal, asimismo el fósforo asimilable es de nivel alto.

En el paisaje de Piedemonte inferior con disección ligera, posee uso únicamente ganadero intensivo (vacunos y ovinos), la vegetación nativa está conformada por la asociación vegetal de la clase Bofedal (Paja ch'illiwa

(*Festuca dolychophylla*), *Plantago* (*Plantago tubulosa*), *Bromus catharticus*, *Carex spp.*, *Deyeuxia curvula*, *Deyeuxia ovata*, *Eleocharis albibracteata*, *Juncus spp.*), presentan suelos moderadamente profundos.

Los horizontes superficiales presentan valores de *pH* de ligeramente ácidos a casi neutros, con drenaje imperfecto, presentan texturas franco a franco arcillosas con bajo contenido de grava, la fertilidad potencial es de nivel moderada. Los contenidos de materia orgánica son muy bajas y el contenido nitrógeno total es normal, asimismo el fósforo asimilable es muy pobre.

- La extensión territorial de la Sub Central Coromata está atravesada por el Río Keka, confluyendo en la misma el Río Corpa, sus aguas se clasifican, de acuerdo a FAO (1987), como apta para regadío ya que no tiene restricciones de uso.
- La baja variabilidad de los parámetros climáticos (precipitación, temperatura, radiación y solar) no fueron determinantes para la realización de la Zonificación Agroecológica (ZAE) de la Sub Central Coromata, por lo cual fueron considerados como un factor homogéneo.
- La Sub Central Coromata cuenta con siete comunidades: Coromata Baja, Cormata Alta, Coromata Media, Sipe Sipe, Pairumani, Icrana y Berenguela Patamanta, siendo la población aproximada de 2.561 habitantes, afectada por la migración con un valor de -13%.

La principal actividad económica de los pobladores de las comunidades de la Sub Central Coromata está conformada de la siguiente manera: Icrana, Sipe Sipe, Pairumani y Berenguela-Patamanta está basada en la práctica del subsistema de producción agrícola y las comunidades de Coromata Baja y Coromata Media practican principalmente el sub sistema de producción pecuario, siendo sus tierras aptas por la presencia de pastizales y bofedales.

El subsistema agrícola está dada por la propiedad individual denominada sayañas (5 a 10 has), ésta en la actualidad fue fraccionada en propiedades individuales de 1 a 5 hectáreas llegando al minifundio.

En el subsistema agrícola de la Sub Central Coromata existen escasas medidas de manejo técnico como el desconocimiento de variedades mejoradas, uso apropiado de agroquímicos, la inadecuada infraestructura (silos de almacenamiento). La tenencia de tierra es pequeña y fragmentada más 3 a 5 has de propiedad, nivel de ingresos muy bajo a moderado. Sin embargo se aprecia la existencia de accesibilidad a los mercados de Huarina, Achacachi, La Paz y El Alto.

El subsistema pecuario carece de manejo técnico, existencia de ganado criollo para doble propósito, existe prácticas de conservación de forraje principalmente (heno de cebada y avena almacenados en parvas), no existe la práctica de medidas de conservación de praderas nativas y el ganado es criado a la intemperie.

La maquinaria (tractor agrícola) en la mayoría de las ocasiones es alquilada para la roturación de las tierras que serán utilizados para el cultivo de papa, la tracción animal (yunta) es utilizada para realizar labores culturales como siembra (sataña), aporque (pillchaña) y cosecha (jiskhaña), existe control fitosanitario de plagas principalmente gorgojo de los andes, pero con aplicaciones de dosis inapropiadas de pesticidas, existe uso de fertilizantes (urea, fosfato y triple) y pocas cantidades de fertilizantes orgánicos como huano (estiércol de origen vacuno y ovino).

- Los tipos de utilización de la tierra están dadas por Ganadería extensiva con especies introducidas (vacunos y ovinos) se encuentran localizadas en serranías altas, de la misma forma en llanura aluvial y llanura de piedemonte estos por presentar Bofedales y pastura conformados por chilliwares.

Otro tipo de utilización de tierras identificado es la Agricultura anual extensiva con cultivos andinos en serranías medias con disección

moderada cuya actividad principal es la agricultura anual, también en menor proporción la ganadería ovina para venta de carne, asimismo el Tipo de Utilización de Tierras es la Agricultura anual intensiva con cultivos andinos e introducidos localizada en la unidad fisiográfica de Piedemonte con disección moderada, con cultivos andinos e introducidos con especies como la papa, haba, avena, cebada, oca

El Tipo de Utilización de tierras de Agricultura anual extensiva con cultivos andinos y ganadería extensiva en Planicie con Terraza de disección Ligera con cultivos andinos e introducidos y en menor proporción la ganadería

La Agricultura anual intensiva con cultivos andinos e introducidos se desarrolla principalmente en Llanura de Abanico Aluvial con disección ligera está destinada a cultivos andinos e introducidos como la papa, haba, cebada, avena y ganadería extensiva con especies introducidas como vacunos y ovinos. Y por último el Tipo de Utilización de Tierras en Lecho de Rio en Llanura Aluvial con disección fuerte es de ningún uso agropecuario, con depósitos de arena y grava.

- De acuerdo a la metodología de Zonificación agroecológica (ZAE) de la FAO, la Sub Central Coromata se clasifica en 6 zonas agroecológicas.

Se identificó una zona agroecológica con tierras de uso ganadero agrícola extensivo con cultivos andinos e introducidos.

Asimismo se encontró tierras de uso ganadero extensivo con especies nativas e introducidas.

De la misma forma están las tierras de uso ganadero extensivo con especies introducidas.

Otra zona agroecológica se caracteriza por las tierras con uso ganadero extensivo con especies nativas e introducidas y agrícola extensivo con cultivos andinos e introducidos.

También la zona agroecológica de tierras de uso ganadero extensivo con especies nativas e introducidas y agrícola extensivo con cultivos andinos.

Y por último las tierras que pertenecen a la zona agroecológica de tierras sin ningún uso agropecuario.

De acuerdo a la clasificación por la aptitud de uso de tierras, considerando ocho cultivos priorizados en orden de importancia para la seguridad alimentaria (papa, haba, cebada, avena, oca, papalisa, isaño, quinua y ñahua), el área de estudio se divide en la siguientes aptitudes:

- Para el cultivo de papa las tierras moderadamente y muy aptas (S1a S3) que corresponden a rendimientos con insumos altos de 254.91 a 424.96 (qq/ha) y 265.59 a 159.36 (qq/ha) con insumos intermedios; y de 106.24 a 63.74 (qq/ha) con pocos insumos, y de no a marginalmente apto (N a S4) presentan rendimientos con utilización de tres niveles de utilización de insumos altos son menores a 21.25 (qq/ha), con insumos intermedios 13.28 (qq/ha) y con pocos insumos 5.31 (qq/ha).
- El Tipo de Utilización de Utilización de Tierras de Ganadería extensiva con especies introducidas (vacunos y ovinos) ubicadas en Serranía Alta con disección fuerte, Llanura Aluvial con disección moderada y Llanura de Piedemonte con Bofedal con disección ligera no corresponde a la propuesta de zonificación agroecológica de Uso agrícola extensivo con cultivos andinos e introducidos, para cumplir esta clasificación debe cumplir requerimientos como adoptar la utilización de variedades apropiadas a la zona, práctica de conservación de suelos surcos en sentido de curvas de nivel, control integrado de plagas, enmiendas orgánicas, rotación de cultivos por poseer buenos suelos.

El Tipo de Utilización de Utilización de Tierras de Agricultura anual extensiva con cultivos andinos se presenta en Serranías Medias con disección moderada no corresponde a la propuesta de zonificación agroecológica de Uso ganadero extensivo con especies nativas e introducidas y agrícola extensivo con cultivos andinos e introducidos, para cumplir esta clasificación se debe mejoramiento de praderas, aplicación de abonado de las mismas, mejoramiento de ganado, infraestructura de cobijo

de animales y difundir la utilización de variedades mejoradas, y rotación de cultivos.

El Tipo de Utilización de Utilización de Tierras de Agricultura anual intensiva con cultivos andinos e introducidos ubicada en la unidad fisiográfica de Piedemonte con disección moderada y Llanura de Abanico Aluvial con disección ligera, no corresponde a la propuesta de zonificación agroecológica de Uso ganadero extensivo con especies nativas e introducidas y agrícola extensivo con cultivos andinos e introducidos, para cumplir esta clasificación se debe adoptar la utilización de mejoramiento de praderas, aplicación de abonado de las mismas, mejoramiento de ganado y variedades apropiadas a la zona, práctica de conservación de suelos

El Tipo de Utilización de Utilización de Tierras de Agricultura anual extensiva con cultivos andinos y ganadería extensiva practicada en Terraza de disección Ligera no corresponden a la propuesta de zonificación agroecológica de Uso agrícola extensivo con cultivos andinos e introducidos, para alcanzar esta clasificación debe cumplir los siguientes requerimientos como utilización de variedades adaptadas a la zona, práctica de conservación de suelos surcos en sentido de curvas de nivel, control integrado de plagas, enmiendas orgánicas, rotación de cultivos.

Y El Tipo de Utilización de Utilización de Tierras en Lecho de Rio en Llanura Aluvial con disección fuerte no presenta ningún uso agropecuario

6.1. Recomendaciones

- Realizar estudio de la Zonificación Agroecológica (ZAE) que se constituye en un insumo para la elaboración del Plan de Uso de Suelos (PLUS) y Plan de Ordenamiento Municipal o Plan de Ordenamiento Predial (POP), para estos fines se recomienda que la participación de los pobladores y comunidades debe ser activa.
- Realizar estudios de rendimiento de campos nativos de pastoreo evaluando capacidad de carga, capacidad de soporte, asimismo, de la estructura del hato ganadero y su condición de peso, entre otros.
- La evaluación de índice de área foliar se debe realizar con colecta de datos en campo en los cultivos y pastos nativos de interés.
- Estudiar la calidad de aguas tanto superficial como sub superficial, para consumo humano como para riego.
- Diseñar un software para la evaluación integral de la aptitud de uso de tierras.
- Realizar estudios referidos a la producción y comercialización de sub productos del cultivo de papa como la Tunta.
- De acuerdo al diagnóstico biofísico y socioeconómico del área de estudio se plantea las siguientes recomendaciones:

Mejorar la calidad de las pasturas eliminando malezas y haciendo pastoreo rotativo. Abonar pastizales con huano (materia orgánica)

Efectuar prácticas de manejo que disminuyan las pérdidas de agua en el suelo y consiguiente riesgo de erosión.

Emplear de huano abono en mayores cantidades y practicar la rotación y asociación de cultivos.

Aplicar el control integrado de plagas y fomentar las prácticas tradicionales de los pueblos andinos en la organización y lucha contra las adversidades climáticas como granizadas y heladas.

7. BIBLIOGRAFÍA

AITKEN SOUX. 1987. "Manual Agrícola". La Paz- Bolivia. 12-45 pp

CHUVIEGO, E. (1994). Fundamentos de Teledetección Espacial. Madrid: RIALP. S.A. 497pp.

CUMAT, 1985. Manual de levantamientos semi detallado de clasificación y metodología de Capacidad de uso mayor de la Tierra. Título III USAID-BOLIVIA, La Paz-Bolivia 98pp.

DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT (DZEL) 2003. "Aplicación De La Teledetección y de los Sistemas de Información Geográfica en la Gestión De Recursos Naturales". Alemania. 23-46pp.

FAO 1997. BOLETIN DE SUELOS DE LA 73. Zonificación agro-ecológica Guía General Servicio de Recursos, Manejo y Conservación de suelos. Dirección de Fomento de Tierras y Aguas, FAO Roma, Italia.

FAO 1977. Guía Para la Descripción de Perfiles de Suelo, Roma, Italia.

FAO 1987. La Calidad del Agua en la Agricultura, Estudio FAO, Riego y Drenaje N° 29, Roma Italia.

FAO 1996. Principios de Manejo de Praderas Naturales. 2da Edición. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.

GASTO, J., COSIO, F. Y PANAIRO, D. (1993). Clasificación de Ecorregiones y Determinación de Sitio y Condición. Santiago: FEPP. pp 209.

JICA 1997. Estudio de Factibilidad para el Desarrollo agrícola en el área de Achacachi, Departamento de La Paz, Informe Principal, pp 4 – 10.

KASSAM A.H. 1977. Net biomass production and yield of crops. Present and Potential Land Use by Agroecological Zones Project. AGLS. Rome. FAO. 23-25 pp.

MORALES, B. C. (2005). Bolivia Medio Ambiente y Ecología Aplicada. La Paz: Instituto de Ecología U.M.S.A y Liga de Defensa Del Medio Ambiente. pp. 18, 89.

- M.D.S.P 2001. Guía Metodológica para la Formulación de los Planes Municipales de Ordenamiento Territorial en Áreas Rurales, La Paz Bolivia 2001.
- NAVARRO G. y MALDONADO M.(2002). "Geografía Ecológica de Bolivia". Editorial Centro de Ecología Simón I. Patiño. Cbba - Bolivia 152
- ORDOÑEZ 1995. Aplicación de un Sistema de Información Geográfica en la planificación del uso de tierras I del Municipio de Alvarado. Bogotá. 15-20 pp.
- PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL 2005 - 2010. Municipio de Achacachi
- PROGRAMA ERST. 1982. Recursos Naturales del Departamento de La Paz. La Paz. 45-113 pp.
- PEÑARANDA R. 2003. "Aprovechamiento de los Recursos Hídricos y conservación de suelos". La Paz – Bolivia. 130-135 pp.
- QUISPE, C. 1997. Parámetros agrofisiológicos del desarrollo y crecimiento de los cultivos: papa (*Solanum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa*), e isaño (*Tropaeolumtuberosum R.*), en Toralapa, Cochabamba. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, La Paz. 110 pp.
- SERVICIO GEODÉSICO INTERAMERICANO (SGI), 1998. "Clasificación Terrestre". Bogota 45-57 pp.
- SCHWAB. G. 1990."Ingeniería de conservación de suelos y agua" Mexico. 37-45 pp.
- UNESCO. 1973. "Clasificación Internacional y Cartografía De La Vegetación". París. 12-31 pp.
- UNZUETA Q. ORLANDO, 1975. Mapa Ecológico de Bolivia, La Paz – Bolivia.171-177 p.
- USDA-SMSS. 1982. Department of Agriculture. Soil Management Support Services. Keys to soil taxonomy. Washington. 1990.
- VILLALPANDO. J. 1988. "Evaluación De Recursos Climáticos En Bolivia". La Paz.

15-32 pp.

ZONISIG 1998. Proyecto de Zonificación Agroecológica y Establecimiento de Una Base de Datos y Red de Sistema de Información Geográfica en Bolivia. 1ra Edición. DHV Consultores – ITC Holanda

ZONISIG (2001). Procedimientos metodológicos de la zonificación agroecológica y socioeconómica. La Paz: DHV Consultores-ITC, Cooperación del Gobierno de los Países Bajos, Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación. 6 pp.

ANEXOS

Cuadro 54. Inventario del cultivo de Papa

FACTOR	CULTIVO DE PAPA
CLIMATICO	ADAPTABILIDAD
Temperatura	12-25 °C
Precipitación	1200 mm
Grupo de Adaptación	I
Ciclo de cultivo (N)	150 días
Índice de área foliar (IAF)	3,4
Índice de cosecha (IC)	0,68
Ruta fotosintética (C4)	0,00108
EDAFOLÓGICO	
Profundidad efectiva	30-45 Cm
Textura	Franco Arcilloso, Franco arenoso
pH	6 -7,5
Fragmentos rocosos	Menores 2%
Drenaje	Bueno a moderado
Topografía	Regular a ondulada
Altitud	1500 -3900 m.s.n.m.

Cuadro 55. Inventario del cultivo de Cebada

FACTOR	CULTIVO DE CEBADA
CLIMATICO	ADAPTABILIDAD
Temperatura	6 - 12 °C
Precipitación	1200 mm
Grupo de Adaptación	IV
Ciclo de cultivo (N)	120 días
Índice de área foliar (IAF)	4
Índice de cosecha (IC)	0,5
Ruta fotosintética (C4)	0,00108
EDAFOLÓGICO	
Profundidad efectiva	25-30 Cm
Textura	Franco Arcilloso, Franco arenoso
pH	6 -7,5
Fragmentos rocosos	Menores 2%
Drenaje	Bueno a moderado
Topografía	Regular a ondulada
Altitud	1500 -3900 m.s.n.m.

Cuadro 56. Inventario del cultivo de Quinua

FACTOR	CULTIVO DE QUINUA
CLIMATICO	ADAPTABILIDAD
Temperatura	12-20 °C
Precipitación	200-250 mm
Grupo de Adaptación	I
Ciclo de cultivo (N)	160-240
Índice de área foliar (IAF)	4
Índice de cosecha (IC)	0,3
Ruta fotosintética (C4)	0,00108
EDAFOLÓGICO	
Profundidad efectiva	30-40 Cm
Textura	Franco Arcilloso, Franco arenoso
pH	6 – 9 Amplio rango de crecimiento y producción a diferentes pH del suelo
Fragmentos rocosos	Menores 2%
Drenaje	Bueno a moderado
Topografía	Regular a ondulada
Altitud	1500 -4300 m.s.n.m.

Cuadro 57. Inventario del cultivo Kañahua

FACTOR	CULTIVO DE KAÑAHUA
CLIMATICO	ADAPTABILIDAD
Temperatura	-5-18 °C
Precipitación	500-700 mm
Grupo de Adaptación	I
Ciclo de cultivo (N)	180 días
Índice de área foliar (IAF)	4
Índice de cosecha (IC)	0,29
Ruta fotosintética (C4)	0,00108
EDAFOLÓGICO	
Profundidad efectiva	20-30 Cm
Textura	Franco arenosa a arenosa
pH	4,8 -8,5 Resistente a acidez y sal.
Fragmentos rocosos	Menores 5%
Drenaje	Bueno a moderado
Topografía	Regular a ondulada
Altitud	3200 -4200 m.s.n.m.

Cuadro 58. Inventario del cultivo de Avena

FACTOR	CULTIVO DE AVENA
CLIMATICO	ADAPTABILIDAD
Temperatura	12-20 °C
Precipitación	500-700 mm
Grupo de Adaptación	II
Ciclo de cultivo (N)	140 días
Índice de área foliar (IAF)	4.2
Índice de cosecha (IC)	0.4
Ruta fotosintética (C4)	0,00108
EDAFOLÓGICO	
Profundidad efectiva	15-25 Cm
Textura	Franco Arcilloso, Franco arenoso
pH	6 -7,5
Fragmentos rocosos	Menores 5%
Drenaje	Bueno a moderado
Topografía	Regular a ondulada
Altitud	1500 -3900 m.s.n.m.

Cuadro 59. Inventario del cultivo de Papalisa

FACTOR	CULTIVO DE PAPALISA
CLIMATICO	ADAPTABILIDAD
Temperatura	8-20 °C
Precipitación	300-400 mm
Grupo de Adaptación	I
Ciclo de cultivo (N)	150 días
Índice de área foliar (IAF)	3
Índice de cosecha (IC)	0.5
Ruta fotosintética (C4)	0,00108
EDAFOLÓGICO	
Profundidad efectiva	15-35 Cm
Textura	Franco Arcilloso, Franco arenoso
pH	6 -7,5
Fragmentos rocosos	Menores 5%
Drenaje	Bueno a moderado
Topografía	Regular a ondulada
Altitud	2900 -3900 m.s.n.m.

Cuadro 60. Inventario del cultivo de Oca

FACTOR	CULTIVO DE OCA
CLIMATICO	ADAPTABILIDAD
Temperatura	12-20 °C
Precipitación	400-800 mm
Grupo de Adaptación	I
Ciclo de cultivo (N)	150 días
Índice de área foliar (IAF)	2,5
Índice de cosecha (IC)	0,64
Ruta fotosintética (C4)	0,00108
EDAFOLÓGICO	
Profundidad efectiva	30-45 Cm
Textura	Franco Arcilloso, Franco arenoso
pH	6 -7,5
Fragmentos rocosos	Menores 2%
Drenaje	Bueno a moderado
Topografía	Regular a ondulada
Altitud	2900 -3900 m.s.n.m.

Cuadro 61. Inventario del cultivo Isaño

FACTOR	CULTIVO DE ISAÑO
CLIMATICO	ADAPTABILIDAD
Temperatura	8-20 °C
Precipitación	400-700 mm
Grupo de Adaptación	I
Ciclo de cultivo (N)	145 días
Índice de área foliar (IAF)	4.3
Índice de cosecha (IC)	0,4
Ruta fotosintética (C4)	0,00108
EDAFOLÓGICO	
Profundidad efectiva	30-40 Cm
Textura	Franco Arcilloso, Franco arenoso
pH	6 -7,5
Fragmentos rocosos	Menores 2%
Drenaje	Bueno a moderado
Topografía	Regular a ondulada
Altitud	2900 -3900 m.s.n.m.

Cuadro 62. Inventario del cultivo de Haba

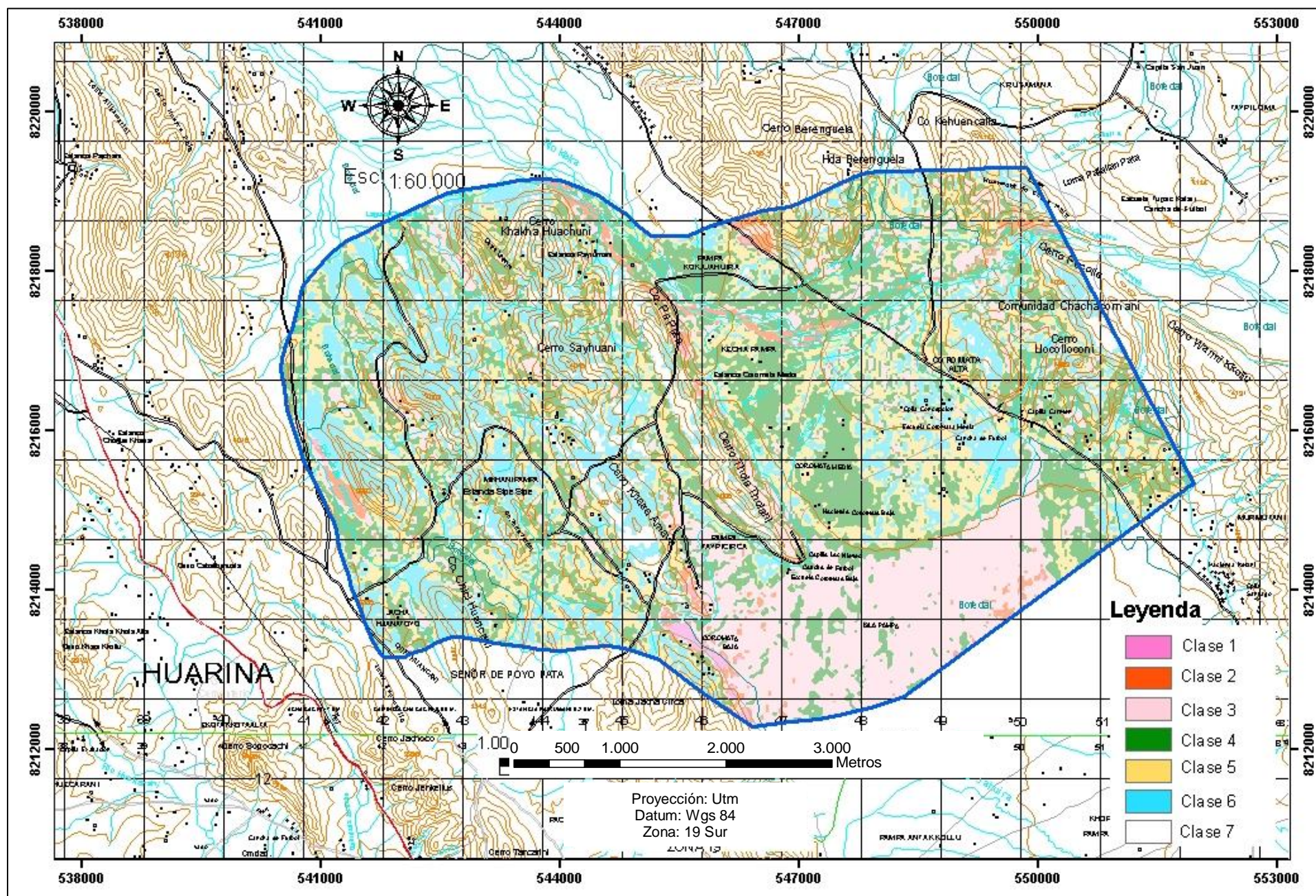
FACTOR	CULTIVO DE HABA
CLIMATICO	ADAPTABILIDAD
Temperatura	12-25 °C
Precipitación	1200 mm
Grupo de Adaptación	II
Ciclo de cultivo (N)	180 días
Índice de área foliar (IAF)	3,5
Índice de cosecha (IC)	0,6
Ruta fotosintética (C4)	0,00208
EDAFOLÓGICO	
Profundidad efectiva	30-40 Cm
Textura	Franco Arcilloso, Franco arenoso
pH	6 -7,5
Fragmentos rocosos	Menores 2%
Drenaje	Bueno a moderado
Topografía	Regular a ondulada
Altitud	1500 -3900 m.s.n.m.

Cuadro 63. Inventario del cultivo de Alfalfa

FACTOR	CULTIVO DE ALFALFA
CLIMATICO	ADAPTABILIDAD
Temperatura	12-25 °C
Precipitación	1200 mm
Grupo de Adaptación	II
Ciclo de cultivo (N)	150 días
Índice de área foliar (IAF)	3,4
Índice de cosecha (IC)	0,68
Ruta fotosintética (C4)	0,00108
EDAFOLÓGICO	
Profundidad efectiva	30-45 Cm
Textura	Franco Arcilloso, Franco arenoso
pH	7.5 - 8
Fragmentos rocosos	Menores 2%
Drenaje	Bueno a moderado
Topografía	Regular a ondulada
Altitud	1500 -3900 m.s.n.m.

Fuente: Aitken soux. (1987).

Mapa 21. Mapa Base Sub Central Coromata



Proyección: Utm
 Datum: Wgs 84
 Zona: 19 Sur

Mapa 22. Mapa Geológico de la Sub Central Coromata

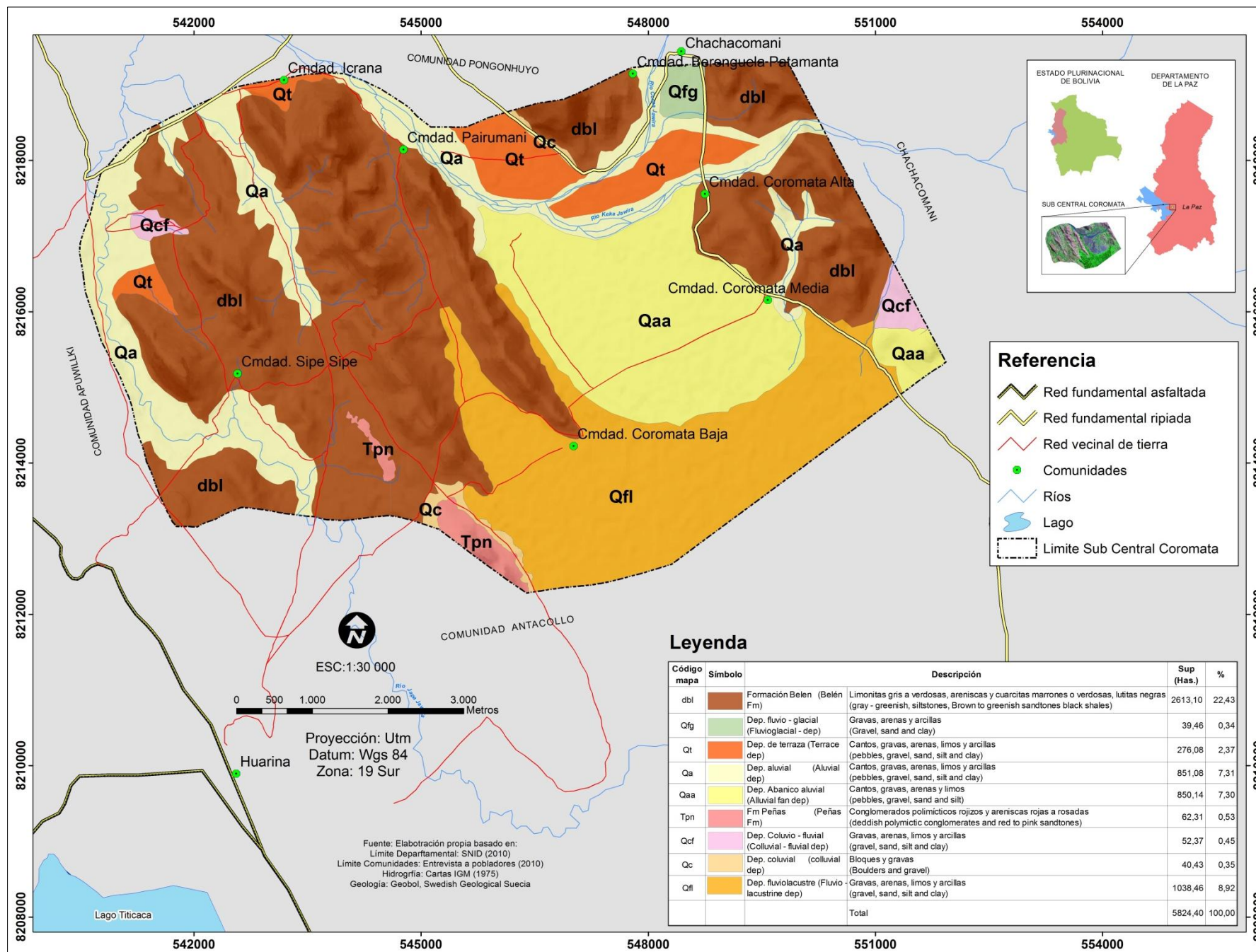




Foto 38. Vista de Serranías, piedemonte y planicie de la Sub Central Coromata



Foto 39. Entrevista a pobladores para el llenado de formulario socioeconómico



**Foto 40. Vista de vegetación (Sicuyal Ch'illiwari)
en unidad fisiográfica de Abanico Aluvial**



Foto 41. Vista de Río Keka Jawira en la comunidad Icrana

Cuadro 64. Resumen de propiedades físico-químicas de suelos de la Sub Central Coromata dentro de cada Unidad Fisiográfica

Perfil	co1	co2	co3	co4	co5	co6	co7	co8	co9	co10	co11
	ASAF	ASMM	APM2	APM3	ASMM1	APM	APTL	ALLAM	ALPL	ALAAL	APTL1
Horizonte	A1	A1	Ap	Ap	Ao	Ap	Ap	A1	A1	Ap	Ap
Profundidad (cm)	0-40	0-15	0-20	0-35	0-40	0-20	0-30	0-23	0-35	0-25	0-25
Arena (%)	29	42	37	38	42	44	41	42	37	45	41
Limo (%)	51	23	34	29	26	30	25	23	29	25	25
Arcilla (%)	20	35	29	33	32	28	34	35	34	30	34
Clase Textural	YA	F	FY	FY	F	FY	F	FY	FY	F	F
Grava (%)	30	15,8	10	16,1	15	10	17,1	10,2	2,8	15,8	18
Carbonatos libres	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
pH en agua 1:5	5,90	4,87	5,70	5,80	6,70	6,86	5,42	5,82	5,35	4,87	6,22
pH en KCl 1N 1:5	5,08	4,55	5,01	5,16	4,53	6,20	5,18	5,11	5,19	4,55	5,01
C.E. 1:5 (dS m ⁻¹)	0,026	0,036	0,021	0,135	0,016	0,020	0,088	0,035	0,119	0,030	0,024
Al + H (cmol(+) kg ⁻¹)	0,09	0,10	0,12	0,07	0,08	0,09	0,08	0,08	0,07	0,10	0,06
Ca (cmol(+) kg ⁻¹)	4,20	4,60	4,10	4,79	4,20	4,50	5,24	5,20	6,24	4,60	5,10
Mg (cmol(+) kg ⁻¹)	2,10	2,30	2,30	2,10	2,01	1,82	1,85	1,50	3,75	1,50	1,72
Na (cmol(+) kg ⁻¹)	0,12	0,14	0,12	0,15	0,11	0,16	0,24	0,21	0,25	0,22	0,21
K (cmol(+) kg ⁻¹)	0,52	0,51	0,49	0,53	0,49	0,25	0,36	0,30	0,25	0,28	0,25
TBI (cmol(+) kg ⁻¹)	6,94	7,56	7,01	7,57	6,80	6,73	7,69	7,51	10,48	6,60	7,28
CIC (cmol(+) kg ⁻¹)	8,20	7,66	8,02	7,40	7,57	7,01	7,77	7,90	10,55	7,50	8,40
SAT BAS %	95,6	98,7	97,0	98,2	98,3	99,0	99,0	99,0	99,3	98,0	99,0
Mat Org. %	4,52	4,52	4,02	3,90	4,10	4,30	3,54	3,64	3,88	3,25	3,40
Nitrogeno total %	0,22	0,25	0,20	0,21	0,18	0,20	0,24	0,22	0,22	0,15	0,20
Fósforo asimil ppm	8,01	8,11	7,30	8,11	8,12	8,01	59,58	9,51	1,11	25,90	20,30

Fuente: Elaboración propia en base análisis de suelos laboratorio IBTEN.

Cuadro 65. Resumen de propiedades fisico quimicas de aguas de los principales rios sub central coromata

Parámetro	Río Keka		Río Corpa		Rio Keka		Río Corpa	
		Unid.		Unid.		Unid.		Unid.
pH	6,56		6,28					
CE	0,041	dS/cm	0,056	dS/cm				
Na+	1,98	mg/l	1,83	mg/l	0,08613	meq/L	0,079603	meq/L
K+	2,07	mg/l	1,27	mg/l	0,05294	meq/L	0,032482	meq/L
Calcio	8,72	mg/l	9,14	mg/l	0,43515	meq/L	0,456111	meq/L
Magnesio	1,51	mg/l	1,43	mg/l	0,12425	meq/L	0,117671	meq/L
Cloruros	2,11	mg/l	2,93	mg/l	0,05952	meq/L	0,082645	meq/L
Carbonatos	0	mg/l	0	mg/l				
Bicarbonatos	19,87	mg/l	26,59	mg/l	0,32574	meq/L	0,435902	meq/L
Sulfatos	6,99	mg/l	1,83	mg/l	0,14563	meq/L	0,038125	meq/L
Sólidos suspendidos	6,4	mg/l	5,7	mg/l				
Solidos totales	45,93	mg/l	40,07	mg/l				
Sólidos disueltos	39,53	mg/l	42,37	mg/l				
Boro	0,33	mg/l	0,34	mg/l	0,09157	meq/L	0,094348	meq/L

Fuente: Elaboración propia en base análisis de aguas laboratorio IBTEN.

Cuadro 66. Certificado de Análisis de Suelos Sub Central Coromata

Anexos



MINISTERIO DE EDUCACION
 INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
 CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
 UNIDAD DE ANALISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO : *ROGELIO NINA HUANCA*
 PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ, Provincia OMASUYOS, COROMATA.*

Nº SOLICITUD: *172 / 2010*
 FECHA DE RECEPCION: *08 / octubre / 2010*
 FECHA DE ENTREGA: *25 / octubre / 2010*

Nº Factura : *3940 - 10*

Nº Lab	CODIGO	ARENA %	ARCILLA %	LIMO %	CLASE TEXTURAL	GRAVA %	CARBO LIBRES	pH en agua 1:5	pH en KCl 1:1 1:5	C.E. JS/m	CATIONES DE CAMBIO (meq / 100 gr suelo)						SAT BAS %	Materia orgánica %	Nitrogeno total %	Fósforo Asimil ppm	
											Al + H	Ca	Mg	Na	K	TBI					CIC
712 /2010	001	29	51	20	YA	30	P	5,91	5,08	0,026	0,09	4,20	2,10	0,12	0,52	6,94	8,20	95,6	4,52	0,22	8,01
713 /2010	002	42	23	35	F	15,8	P	4,87	4,55	0,036	0,10	4,60	2,30	0,14	0,51	7,56	7,66	98,7	4,52	0,25	8,11
714 /2010	003	37	34	29	FY	10,0	P	5,70	5,01	0,021	0,12	4,10	2,30	0,12	0,49	7,01	8,02	97,0	4,02	0,20	7,30
715 /2010	004	38	29	33	FY	16,1	P	5,60	5,16	0,135	0,07	4,79	2,10	0,15	0,53	7,57	7,40	98,2	3,90	0,21	8,11
716 /2010	005	42	26	32	F	15,0	P	6,70	4,53	0,016	0,08	4,20	2,01	0,11	0,49	6,60	7,57	98,3	4,10	0,18	8,12
717 /2010	006	44	30	28	FY	10,0	P	6,66	6,20	0,020	0,09	4,50	1,82	0,16	0,25	6,73	7,01	99,0	4,30	0,20	8,01
718 /2010	007	41	25	34	F	17,1	P	5,42	5,16	0,083	0,08	5,24	1,85	0,24	0,36	7,69	7,77	99,0	3,54	0,24	8,58
719 /2010	008	42	23	35	FY	10,2	P	5,62	5,11	0,035	0,08	5,20	1,50	0,21	0,30	7,51	7,90	99,0	3,94	0,22	9,51
720 /2010	009	37	29	34	FY	2,8	P	5,35	5,19	0,119	0,07	6,24	3,75	0,25	0,25	10,48	10,55	99,3	3,98	0,22	1,11
721 /2010	010	45	25	30	F	15,8	P	4,87	4,55	0,030	0,10	4,60	1,50	0,22	0,28	6,60	7,50	98,0	3,25	0,15	25,90
722 /2010	011	41	25	34	F	16,0	P	6,22	5,01	0,024	0,08	5,10	1,72	0,21	0,25	7,28	8,40	99,0	3,40	0,20	20,30

OBSERVACIONES.-

- ** Cationes de Cambio extraidos con acetato de amonio 1N.
- C.E. Conductividad eléctrica en deciSiemens por metro.
- C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.
- T.B.I. Total de Bases de Intercambio.

CARBONATOS LIBRES

- A Ausente
- P Presente
- PP Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

- | | | | |
|------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| F: Franco | Y : Arcilloso | FA : Franco Arenoso | YL : Arcilloso Limoso |
| L: Limoso | YA : Arcilloso Arenoso | AF : Arenoso Franco | FYL : Franco Arcilloso Limoso |
| A: Arenoso | FYA : Franco Arcilloso Arenoso | FY : Franco Arcilloso | FL : Franco Limoso |



[Signature]

RESPONSABLE DE LABORATORIO
 JORGE CHUNGARA

Cuadro 67. Certificado de Análisis de Aguas Río Keka Sub Central Coromata



IBTEN

MINISTERIO DE EDUCACION

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

ANALISIS FISICO QUIMICO DE AGUAS

INTERESADO : *ROGELIO NINA HUANCA*
ORIGEN : *Departamento LA PAZ, Prcia. OMASUYOS,*
Comunidad COROMATA

NUMERO DE SOLICITUD : *167A / 2010*
FECHA DE RECEPCION : *30 / sept. / 2010*
FECHA DE ENTREGA : *15 / octubre / 2010*

Nº Factura : *3923 - 10*

DESCRIPCIÓN : *MUESTRA DE AGUA - RK - 01 - Río KEKA*

Nº Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
700-01 /2010	pH	6,56	-	Potenciometria
700-02 /2010	Conductividad eléctrica	0,041	mS/cm	Potenciometria
700-03 /2010	Sodio	1,98	mg / L	Flamometria
700-04 /2010	Potasio	2,07	mg / L	Flamometria
700-05 /2010	Calcio	8,72	mg / L	Absorción atómica
700-06 /2010	Magnesio	1,51	mg / L	Absorción atómica
700-07 /2010	Cloruros	2,11	mg / L	Método argentométrico
700-08 /2010	Carbonatos	0,00	mg / L	Volumetria
700-09 /2010	Bicarbonatos	19,87	mg / L	Volumetria
700-10 /2010	Sulfatos	6,99	mg / L	Espectrofotometria UV-Visible
700-11 /2010	Sólidos Suspendidos	6,40	mg / L	Gravimétrico
700-12 /2010	Sólidos Totales	45,93	mg / L	Gravimétrico
700-13 /2010	Sólidos Disueltos	39,53	mg / L	Gravimétrico
700-14 /2010	Boro	0,33	mg / L	Espectrofotometria UV-Visible

OBSERVACIONES.- Las aguas son de buena calidad, aptas para riego; requieren de análisis bacteriológico para saber si son potables.



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.

Of. Av. 6 de Agosto 2905 , Telf: 2433481 - 2430309 - 2433877 - 2128383 Fax: (0591-2) 2433063 , La Paz - Bolivia
Casilla 4821 , Telf.-2800095 CIN-Viacha , E-mail: ibten@entelnet.bo

Cuadro 68. Certificado de Análisis de Aguas Río Corpa Sub Central



IBTEN

MINISTERIO DE EDUCACION

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

ANALISIS FISICO QUIMICO DE AGUAS

INTERESADO : **ROGELIO NINA HUANCA**
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ, Prcvia. OMASUYOS,
Comunidad COROMATA*

NUMERO DE SOLICITUD : **167B / 2010**
FECHA DE RECEPCION : **30 / sept. / 2010**
FECHA DE ENTREGA : **15 / octubre / 2010**

Nº Factura : 3923 - 10

DESCRIPCIÓN : **MUESTRA DE AGUA - RCJ01 - 01 - Río CORPA**

Nº Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
701-01 /2010	pH	6,28	-	Potenciometría
701-02 /2010	Conductividad eléctrica	0,056	mS/cm	Potenciometría
701-03 /2010	Sodio	1,83	mg / L	Flamometría
701-04 /2010	Potasio	1,27	mg / L	Flamometría
701-05 /2010	Calcio	9,14	mg / L	Absorción atómica
701-06 /2010	Magnesio	1,43	mg / L	Absorción atómica
701-07 /2010	Cloruros	2,93	mg / L	Método argentométrico
701-08 /2010	Carbonatos	0,00	mg / L	Volumetría
701-09 /2010	Bicarbonatos	26,59	mg / L	Volumetría
701-10 /2010	Sulfatos	1,83	mg / L	Espectrofotometría UV-Visible
701-11 /2010	Sólidos Suspendidos	5,70	mg / L	Gravimétrico
701-12 /2010	Sólidos Totales	48,07	mg / L	Gravimétrico
701-13 /2010	Sólidos Disueltos	42,37	mg / L	Gravimétrico
701-14 /2010	Boro	0,34	mg / L	Espectrofotometría UV-Visible

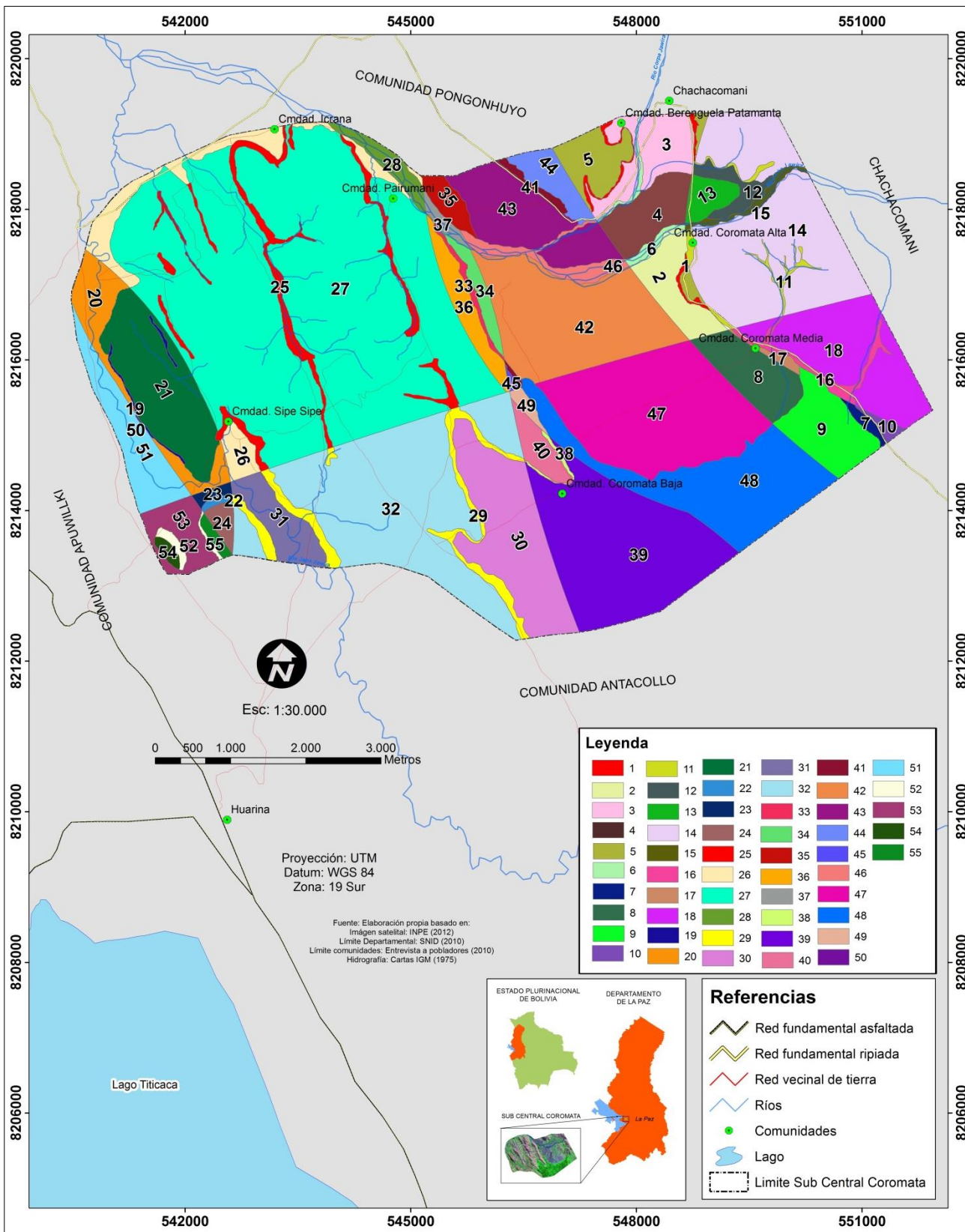
OBSERVACIONES.- Las aguas son de buena calidad, aptas para riego; requieren de análisis bacteriológico para saber si son potables.



RESPONSABLE DE LABORATORIO
JORGE CHUNGARA C.

Of. Av. 6 de Agosto 2905 , Telf.: 2433481 - 2430309 - 2433877 - 2128383 Fax: (0591-2) 2433063 , La Paz - Bolivia
Casilla 4821 , Telf. -2800095 CIN-Viacha , E-mail: ibten@entelnet.bo

Mapa 23. Celdas Agroecológicas de la Sub Central Coromata



Cuadro 69. Base de datos de Celdas Agroecológicas Sub Central Coromata

F	Pp	DPC	Isot	Rad	PO	US	AN	TE	FR	PE	DR	PH	CE	Hor	Car	Al	Ca	Mg	Na	K	TBI	CIC	SA	Mat	Nitr	Fós	CEA	Sup
0	565	230	7,8	463	P	cultivos	S	FA	10	20	Moderado	6,86	0,02	Ap	P	0,09	4,5	1,82	0,16	0,25	6,73	7,01	99	4,3	0,2	8,01	1	14,87
1	565	230	7,8	463	SS	Pastoreo cultivos	S	F	28	35	Bien drenac	4,87	0,03	Ap	P	0,1	4,6	1,5	0,22	0,28	6,6	7,5	98	3,25	0,21	25,9	2	69,9
2	565	230	7,8	463	SM	Pastoreo cultivos	S	FY	10,2	23	Moderado	5,82	0,035	A1	P	0,08	5,2	1,5	0,21	0,3	7,51	7,9	99	3,64	0,22	9,51	3	89,19
3	565	230	7,8	463	SM	Cultivos	S	YL	17,1	30	Bien drenac	4,52	0,08	Ap	P	0,08	5,24	1,85	0,24	0,36	6,79	7,77	99	3,54	0,24	59,58	4	75,81
4	565	230	7,8	463	PM	cultivos pastore	S	YA	15,8	15	Moderado	4,87	0,036	A1	P	0,1	4,6	2,3	0,14	0,51	7,56	7,66	95,6	4,52	0,25	8,11	5	71,18
5	565	230	7,8	463			N																				6	15,97
6	565	230	7,8	460	P	Cultivos	S	FA	10	20	Moderado	6,86	0,02	Ap	P	0,09	4,5	1,82	0,16	0,25	6,73	7,01	99	4,3	0,2	8,01	7	8,73
7	565	230	7,8	460	SS	Pastoreo cultivos	S	F	28	35	Bien drenac	4,87	0,03	Ap	P	0,1	4,6	1,5	0,22	0,28	6,6	7,5	98	3,25	0,21	25	8	85,4
8	565	230	7,8	460	SM	Pastoreo	S	FY	15,8	25	Imperfectan	5,35	0,119	Ap	P	0,07	6,24	3,75	0,25	0,25	10,48	10,55	99,3	3,88	0,22	1,11	9	97,18
9	565	230	7,8	460	PM	cultivos pastore	S	YA	15,8	15	Moderado	4,87	0,036	A1	P	0,1	4,6	2,3	0,14	0,51	7,56	7,66	95,6	4,52	0,25	8,11	10	8,24
10	565	230	7,1	463	P	Cultivos	S	FA	10	20	Moderado	6,86	0,02	Ap	P	0,09	4,5	1,82	0,16	0,25	6,73	7,01	99	4,3	0,2	8,01	11	17,70
11	565	230	7,1	463	SM	Pastoreo cultivos	S	FY	10,2	23	Moderado	5,82	0,035	A1	P	0,08	5,2	1,5	0,21	0,3	7,51	7,9	99	3,64	0,22	9,51	12	28,8
12	565	230	7,1	463	SM	Cultivos	S	YL	17,1	30	Bien drenac	4,52	0,08	Ap	P	0,08	5,24	1,85	0,24	0,36	6,79	7,77	99	3,54	0,24	59,58	13	29,8
13	565	230	7,1	463	PM	cultivos pastore	S	YA	15,8	15	Moderado	4,87	0,036	A1	P	0,1	4,6	2,3	0,14	0,51	7,56	7,66	95,6	4,52	0,25	8,11	14	384,7
14	565	230	7,1	463			N																				15	13,96
15	565	230	7,1	460	P	Cultivos	S	FA	10	20	Moderado	6,86	0,02	Ap	P	0,09	4,5	1,82	0,16	0,25	6,73	7,01	99	4,3	0,2	8,01	16	24,11
16	565	230	7,1	460	SS	Pastoreo cultivos	S	F	28	35	Bien drenac	4,87	0,03	Ap	P	0,1	4,6	1,5	0,22	0,28	6,6	7,5	98	3,25	0,21	25,9	17	7,42
17	565	230	7,1	460	PM	cultivos pastore	S	YA	15,8	15	Moderado	4,87	0,036	A1	P	0,1	4,6	2,3	0,14	0,51	7,56	7,66	95,6	4,52	0,25	8,11	18	196,2
18	711	225	8,2	463	P	Cultivos	S	FA	10	20	Moderado	6,86	0,022	Ap	P	0,09	4,5	1,82	0,16	0,25	6,73	7,01	99	4,3	0,2	8,01	19	6,55
19	711	225	8,2	463	SM	Pastoreo cultivos	S	FY	10,2	23	Moderado	5,82	0,035	A1	P	0,08	5,2	1,5	0,21	0,3	7,51	7,9	99	3,64	0,22	9,51	20	81,98
20	711	225	8,2	463	PS	cultivos pastore	S	YA	30	20	Moderado	5,9	0,026	A1	P	0,09	4,2	2,1	0,12	0,52	6,94	8,2	95,6	4,52	0,22	8,01	21	187,0
21	711	225	8,2	460	P	cultivos pastore	S	FA	10	20	Moderado	6,86	0,02	Ap	P	0,09	4,5	1,82	0,16	0,25	6,73	7,01	99	4,3	0,2	8,01	22	4,39
22	711	225	8,2	460	SM	Pastoreo cultivos	S	FY	10,2	23	Moderado	5,82	0,035	A1	P	0,08	5,2	1,5	0,21	0,3	7,51	7,9	99	3,64	0,22	9,51	23	7,59
23	711	225	8,2	460	PS	cultivos pastore	S	YA	30	20	Moderado	5,9	0,026	A1	P	0,09	4,2	2,1	0,12	0,52	6,94	8,2	95,6	4,52	0,22	8,01	24	15,29
24	711	235	8,2	463	P	Cultivos	S	FA	10	20	Moderado	6,86	0,02	Ap	P	0,09	4,5	1,82	0,16	0,25	6,73	7,01	99	4,3	0,2	8,01	25	104,1
25	711	235	8,2	463	SM	Pastoreo cultivos	S	FY	10,2	23	Moderado	5,82	0,035	A1	P	0,08	5,2	1,5	0,21	0,3	7,51	7,9	99	3,64	0,22	9,51	26	106,7
26	711	235	8,2	463	PS	cultivos pastore	S	YA	30	20	Moderado	5,9	0,026	A1	P	0,09	4,2	2,1	0,12	0,52	6,94	8,2	95,6	4,52	0,22	8,01	27	1360,
27	711	235	8,2	463			N																				28	30,3
28	711	235	8,2	460	P	cultivos	S	FA	10	20	Moderado	6,86	0,02	Ap	P	0,09	4,5	1,82	0,16	0,25	6,73	7,01	99	4,3	0,2	8,01	29	72,97
29	711	235	8,2	460	SM	Pastoreo	S	FY	15,8	25	Imperfectan	5,35	0,119	Ap	P	0,07	6,24	3,75	0,25	0,25	10,48	10,55	99,3	3,88	0,22	1,11	30	221,4
30	711	235	8,2	460	SM	Pastoreo cultivos	S	FY	10,2	23	Moderado	5,82	0,035	A1	P	0,08	5,2	1,5	0,21	0,3	7,51	7,9	99	3,64	0,22	9,51	31	66,5
31	711	235	8,2	460	PS	cultivos pastore	S	YA	30	20	Moderado	5,9	0,026	A1	P	0,09	4,2	2,1	0,12	0,52	6,94	8,2	95,6	4,52	0,22	8,01	32	465,6
32	711	235	7,8	463	P	cultivos	S	FA	10	20	Moderado	6,86	0,2	Ap	P	0,09	4,5	1,82	0,16	0,25	6,73	7,01	99	4,3	0,2	8,01	33	114,4
33	711	235	7,8	463	SS	Pastoreo cultivos	S	F	28	35	Bien drenac	4,87	0,03	Ap	P	0,1	4,6	1,5	0,22	0,28	6,6	7,5	98	3,25	0,21	25,9	34	25,5
34	711	235	7,8	463	SM	Pastoreo cultivos	S	FY	10,2	23	Moderado	5,82	0,035	A1	P	0,08	5,2	1,5	0,21	0,3	7,51	7,9	99	3,64	0,22	9,51	35	26,3
35	711	235	7,8	463	PS	cultivos pastore	S	YA	30	20	Moderado	5,9	0,026	A1	P	0,09	4,2	2,1	0,12	0,52	6,94	8,2	95,6	5,52	0,22	8,01	36	5108,
36	711	235	7,8	463			N																				37	1105
37	711	230	8,2	460	P	cultivos	S	FA	10	20	Moderado	6,86	0,02	Ap	P	0,09	4,5	1,82	0,16	0,25	6,73	7,01	99	4,3	0,2	8,01	38	4,68
38	711	230	8,2	460	SM	Pastoreo	S	FY	15,8	25	Imperfectan	5,35	0,119	Ap	P	0,07	6,24	3,75	0,25	0,25	10,48	10,55	99,3	3,88	0,22	1,11	39	359,8
39	711	230	8,2	460	PS	cultivos pastore	S	YA	30	20	Moderado	5,9	0,026	A1	P	0,09	4,2	2,1	0,12	0,52	6,94	8,2	95,6	4,52	0,22	8,01	40	33,7
40	711	230	7,8	463	P	Cultivos	S	FA	10	20	Moderado	6,86	0,02	Ap	P	0,09	4,5	1,82	0,16	0,25	6,73	7,01	99	4,3	0,2	8,01	41	117
41	711	230	7,8	463	SS	Pastoreo cultivos	S	F	28	35	Bien drenac	4,87	0,03	Ap	P	0,1	4,6	1,5	0,22	0,28	6,6	7,5	98	3,25	0,21	25,9	42	292,6
42	711	230	7,8	463	SM	Cultivos	S	YL	17,1	30	Bien drenac	4,52	0,08	Ap	P	0,08	5,24	1,85	0,24	0,36	6,79	7,77	99	3,54	0,24	59,58	43	155,5
43	711	230	7,8	463	PM	cultivos pastore	S	YA	15,8	15	Moderado	4,87	0,036	A1	P	0,1	4,6	2,3	0,14	0,51	7,56	7,66	95,6	4,52	0,25	8,11	44	44,2
44	711	230	7,8	463	PS	cultivos pastore	S	YA	30	20	Moderado	5,9	0,026	A1	P	0,09	4,2	2,1	0,12	0,52	6,94	8,2	95,6	4,52	0,22	8,01	45	2,567
45	711	230	7,8	463			N																				46	37,57
46	711	230	7,8	460	SS	Pastoreo cultivos	S	F	28	35	Bien drenac	4,87	0,03	Ap	P	0,1	4,6	1,5	0,22	0,28	6,6	7,5	98	3,25	0,21	25,9	47	347,3
47	711	230	7,8	460	SM	Pastoreo	S	FY	15,8	25	Imperfectan	5,35	0,119	Ap	P	0,07	6,24	3,75	0,25	0,25	10,48	10,55	99,3	3,88	0,22	1,11	48	251,1
48	711	230	7,8	460	PS	cultivos pastore	S	YA	30	20	Moderado	5,9	0,026	A1	P	0,09	4,2	2,1	0,12	0,52	6	8,2	95,6	4,52	0,22	8,01	49	8,987
49	818	225	8,2	463	P	cultivos	S	FA	10	20	Moderado	6,86	0,02	Ap	P	0,09	4,5	1,82	0,16	0,25	6,73	7,01	99	4,3	0,2	8,01	50	0,24
50	818	225	8,2	463	SM	Pastoreo cultivos	S	FY	10,2	23	Moderado	5,82	0,035	A1	P	0,08	5,2	1,5	0,21	0,3	7,51	7,9	99	3,64	0,22	9,51	51	101,4
51	818	225	8,2	460	P	cultivos	S	FA	10	20	Moderado	6,86	0,02	Ap	P	0,09	4,5	1,82	0,16	0,25	6,73	7,01	99	4,3	0,2	8,01	52	9,78
52	818	225	8,2	460	SM	Pastoreo cultivos	S	FY	10,2	23	Mo	5,82	0,035	A1	P	0,08	5,2	1,5	0,21	0,3	7,51	7,9	99	3,64	0,22	9,51	53	52,16
53	818	225	8,2	460	PM	cultivos pastore	S	YA	15,8	15	Moderado	4,87	0,036	A1	P	0,1	4,6	2,3	0,14	0,5								

Cuadro 70. Determinación de la biomasa neta y rendimiento agronómico potencial del cultivo de papa

Datos del cultivo:

Cultivo: Papa

Grupo de adaptación: I

Ciclo del cultivo: 150

Índice de área foliar (IAF): 3,4

Índice de cosecha: 0,68

C30: 0.0108

CEA 101

b) Cálculo de la velocidad de producción de materia seca bruta

1) Velocidad de la fotosíntesis (pm) a temperatura diurna de 12°C = 18,56 Kg/ha/hora

2) Radiación fotosintéticamente activa promedio anual $A_c = 339 \text{ Cal/cm}^2/\text{día}$

3) Velocidad media producción biomasa días despejados (b_c)=405 $\text{Cal/cm}^2/\text{día}$

4) Velocidad media producción biomasa días nublados (b_o) = 238 Kg/ha/día

5) Fracción del día en que el cielo está cubierto (F)

$$F = (A_c - 0,5RS)/0,8 A_c$$

$$F = (339 - 0,5 \times 463)/(0,8 \times 339)$$

$$F = 0.39$$

6) Velocidad de acumulación de materia seca diaria bruta

$$M_{sb} = F \times b_o + (1 - F) b_c$$

$$M_{sb} = 0,39 \times 238 + (1 - 0,39) 405$$

$$M_{sb} = 338,80 \text{ Kg/ha/día}$$

7) Velocidad de acumulación de materia seca diaria bruta ajustada (M_{saj}) a 63.02 Kg/ha/hora

$$M_{saj} = M_{sb} + \left\{ \left(Y / 5 \times 100^{-1} \right) \times F \times b_o + \left(Y / 2 + 100^{-1} \right) \times (1 - F) \times b_c \right\}$$

$$M_{saj} = 338.80 + \left\{ \left(167 / 5 \times 100^{-1} \right) \times 0.39 \times 242 + \left(167 / 2 + 100^{-1} \right) \times (1 - 0.39) \times 405 \right\}$$

$$Msaj = 574.4 \text{ Kg} / \text{ha} / \text{día}$$

- 8) Corrección por índice de área foliar (IAF). El modelo de la FAO (1976), considera en IAF = 5 para obtener la máxima producción de biomasa. Si el IAF es menor, deberá hacerse una corrección multiplicando la *msaj* por el factor correspondiente

$$\text{Para IAF} = 3,4; Msaj = 574,4 \text{ Kg/ha/día}$$

c) Cálculo de materia seca total neta (Msn)

$$Msn = 0,36 \times Msaj / (1/N + 0,25 \times ct)$$

Dónde:

$$N = \text{Ciclo del cultivo} = 150 \text{ días}$$

$$Ct = C30 (0,044 + 0,00019 T + 0,0010 T^2)$$

T = Temperatura media durante el ciclo de crecimiento

$$C30 = \text{constante leguminosas} = 0.0283 \text{ y no leguminosas} = 0.0108$$

$$Ct = 0,0108 (0,044 + 0,00019 \times 12 + 0,0010 \times 12^2)$$

$$Ct = 0,0020$$

$$Msn = 0,36 \times 574,4 / (1/150 + 0,25 \times 0,0020)$$

$$Msn = 28800,3 \text{ Kg/ha}$$

$$\text{Rendimiento potencial} = Msn \times I.C.$$

I.C. = Rendimiento económico (gramo)/rendimiento total

$$\text{Rendimiento potencial} = 28800,3 \times 0,68$$

$$\underline{\text{Rendimiento potencial de papa}} = 19548,2 \text{ Kg/ha}$$

Anexo 1. Información Edafológica complementaria

Anexo 1a. Suelos en Piedemonte con disección moderada (APM2)

Estos suelos son moderadamente profundos de textura franco arcillosa cerca de la superficie y en la parte inferior, poseen una moderada capacidad de retención de agua, lo que los hace susceptibles a la erosión hídrica.

Estos suelos presentan una reacción medido en suspensión suelo-agua (relación 1:5) de ligeramente ácido (pH = 5.7), de acuerdo al valor de conductividad eléctrica (CE), son suelos normales (0.021 dS m^{-1}), no presentan problemas para la actividad agrícola.

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es baja ($\text{CIC} = 8.02 \text{ dS m}^{-1}$), lo que significa baja capacidad de almacenamiento e intercambio de cationes, mismos que son parte de los nutrientes necesarios para las plantas, el total de bases Intercambiables (TBI) es regular ($7.01 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ de suelo), por lo tanto tiene una fertilidad natural moderada, la materia orgánica es baja (4.02 %), el contenido de nitrógeno total es normal (0.20%), y el fósforo disponible es bajo (7,30 %) en todo el perfil, ver análisis físico-químicos.

El porcentaje de saturación de bases (%S) pertenece a un nivel muy alto (97,0%). El contenido de materia orgánica en este suelo es también de nivel bajo o pobre (4,02%) tal como se observa en el cuadro 71 y certificado de análisis de suelos en el Cuadro 71.

Cuadro 71. Características Químicas y nivel de Fertilidad Potencial en suelos de Piedemonte con disección moderada (APM2)

Horizonte / Perfil de suelo	A1	
Profundidad de muestreo (cm)	0 - 20	
pH (en agua 1:5)	Determinación	5,70
	Apreciación	Ligeramente Ácido
CIC (dS m ⁻¹)	Determinación	8,02
	Apreciación	Baja
TBI (meq/100g)	Determinación	7,01
	Apreciación	Regular
% SB (Saturación de Bases)	Determinación	97,0
	Apreciación	Muy alta
% Carbono orgánico	Determinación	0,62
	Apreciación	Muy pobre
% Nitrógeno total	Determinación	0,20
	Apreciación	Normal
Fósforo asimilable (ppm)	Determinación	7,30
	Apreciación	Pobre
CALIFICACIÓN DE FERTILIDAD		BAJA
% Saturación de Calcio (Ca ⁺⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	4,1
	% Ca	51,25
	Calificación	Muy Alto
% Saturación de Magnesio (Mg ⁺⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	2,3
	% Mg	28,75
	Calificación	Muy Alto
% Saturación de Potasio (K ⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	0,49
	% K	6,1
	Calificación	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia, basado en análisis físico-químico de suelos

Cuadro 72. Descripción de perfil de suelos Pairumani (Calicata N° 08)

I. Información acerca del sitio de la muestra:

- a. Número del perfil: 8P01PM (W8)
- b. Nombre del suelo: Serie Pairumani
- c. Clasificación a nivel de generalización amplia: Alfisol
- d. Fecha de observación: 15/09/2010
- e. Autor: Rogelio Nina Huanca
- f. Ubicación: x : 544473, Y : 8217988 a 1 Km del rio Keka
- g. Altitud: 3942 m.s.n.m.
- h. Forma del terreno:
 - i. Posición fisiográfica: Pendiente Media (en pendiente cóncava)
 - ii. Forma del terreno circundante: ligeramente ondulado
 - iii. Microtopografía: Natural
- i. Pendiente donde el perfil está situado: Suavemente inclinado 2 - 6 %
- j. Vegetación y uso de la tierra: Ganadería, pastoreo extensivo en cimas de colinas, vegetación principal Jichu, Cebadilla, T'ola, Wira Wira, Koa.
- k. Clima: Según los parámetros climatológicos de la Estación meteorológica de Belén, el promedio de temperatura anual es de 8 °C y el promedio de precipitaciones es de 600 mm anuales. las heladas se presentan 180 días al año, con temperaturas que descienden hasta 10 °C bajo cero en las estaciones invernales.

II. Información general acerca del suelo

- a. Material originario: Formación Belen (Belén Fm)
- b. Drenaje: Bien drenado (clase 4)
- c. Condiciones de humedad en el perfil: Húmedo por debajo de los 50 centímetros
- d. Profundidad de la capa freática: No visible
- e. Presencia de piedra en la superficie y afloramiento rocoso: pedregoso (clase 3), muy rocoso (clase 3)
- f. Evidencia de erosión: Laminar moderado
- g. Presencia de sales o álcalis: Libre de sales (clase 0)
- h. Influencia humana: Barbecho de papa.

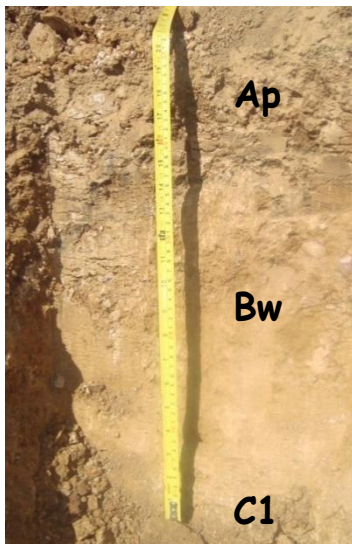


Foto 42. Horizontes del perfil de Suelos Comunidad Pairumani Calicata 8

III. Breve descripción del perfil

Horizonte y Prof. (Cm)

Descripción Morfológica

Ap	0 – 20	Textura arcillosa; estructura bloque subangular, débil a moderada, fino; consistencia en mojado muy adherente, muy plástico, muy firme, extremadamente duro en seco; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas; limite neto ondulado.
Bw	20 – 60	Textura arcillosa; estructura bloque angular, Moderada, fino; consistencia en mojado adherente, plástico, friable, ligeramente duro en seco; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas pocas; limite neto ondulado.
C1	> 60	Textura franco arcillosa; estructura bloque angular, Moderada, fino; consistencia en mojado adherente, plástico, friable, ligeramente duro en seco; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas pocas.

Anexo 1b. Suelos en Piedemonte con disección moderada APM3

Los suelos en esta unidad son moderadamente profundos de textura franca arcillosa cerca de la superficie y arcillosos en la parte inferior, poseen una buena capacidad de retención de agua

Tienen una reacción medido en suspensión suelo-agua (relación 1:5) de ligeramente ácido (pH = 5.80), el valor de conductividad eléctrica (CE), indica que son suelos normales (0.135 dS m^{-1}), por la presencia de bajas concentraciones de sales, sin problemas para la actividad agrícola.

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es baja ($7.40 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ de suelo), lo que indica que existe baja capacidad de almacenamiento e intercambio de cationes, los mismos que son parte de los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, el total de bases Intercambiables (T.B.I.) es regular ($7.57 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ de suelo), por lo tanto tiene una fertilidad natural moderada, la materia orgánica es baja (3.9 %),

En cuanto a la disponibilidad de fósforo, nitrógeno y bases cambiables, mostradas en cuadro 73 indican los siguientes niveles: pobre para el fósforo asimilable; normal para el nitrógeno total; muy alto para el calcio, magnesio y potasio como se observa en el cuadro 73 y certificado de análisis de suelos en el cuadro 66.

Cuadro 73. Características Químicas y nivel de Fertilidad Potencial en suelos de Piedemonte con disección moderada APM3

Horizonte / Perfil de suelo		Ap
Profundidad de muestreo (cm)		0 - 35
pH (en agua 1:5)	Determinación	5,80
	Apreciación	Ligeramente Ácido
CIC (dS m ⁻¹)	Determinación	7,4
	Apreciación	Baja
TBI (meq/100g)	Determinación	7,57
	Apreciación	Regular
% SB (Saturación de Bases)	Determinación	98,2
	Apreciación	Muy alta
% Carbono orgánico	Determinación	0,62
	Apreciación	Muy pobre
% Nitrógeno total	Determinación	0,21
	Apreciación	Normal
Fósforo asimilable (ppm)	Determinación	8,11
	Apreciación	Pobre
CALIFICACIÓN DE FERTILIDAD		MODERADA
% Saturación de Calcio (Ca ⁺⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	4,79
	% Ca	64,7
	Calificación	Muy Alto
% Saturación de Magnesio (Mg ⁺⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	2,1
	% Mg	28,3
	Calificación	Muy Alto
% Saturación de Potasio (K ⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	0,53
	% K	7.16
	Calificación	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia, basado en análisis físico-químico de suelos

Cuadro 74. Descripción de perfil de suelos Pairumani (Calicata N° 09)

I. Información acerca del sitio de la muestra.-

- a. Número del perfil: 9P01PI (W9)
- b. Nombre del suelo: Serie Pairumani
- c. Clasificación a nivel de generalización amplia: Entisol
- d. Fecha de observación: 15/09/2010
- e. Autor: Rogelio Nina Huanca
- f. Ubicación: X 544522, Y : 8218001
- g. Altitud: 3940 m.s.n.m.
- h. Forma del terreno:
 - i. Posición fisiográfica: Pendiente Inferior (en pendiente cóncava)
 - ii. Forma del terreno circundante: Ondulado
 - iii. Microtopografía: Natural
- i. Pendiente donde el perfil está situado: Suavemente inclinado 2 - 6 %
- j. Vegetación y uso de la tierra: Ganadería, pastoreo extensivo en cimas de colinas, vegetación principal Jichu, Cebadilla, T'ola, Wira Wira, Koa y Eucalipto.
- k. Clima: Según los parámetros climatológicos de la Estación meteorológica de Belén, el promedio de temperatura anual es de 8 °C y el promedio de precipitaciones es de 600 mm anuales. las heladas se presentan 180 días al año, con temperaturas que descienden hasta 10 °C bajo cero en las estaciones invernales.

II. Información general acerca del suelo.-

- a. Material originario: Depósito coluvial (colluvial dep)
- b. Drenaje: Bien drenado (clase 4)
- c. Condiciones de humedad en el perfil: Húmedo por debajo de los 50 centímetros
- d. Profundidad de la capa freática: No visible
- e. Presencia de piedra en la superficie y afloramiento rocoso: pedregoso (clase 3), muy rocoso (clase 3)
- f. Evidencia de erosión: Laminar moderado
- g. Presencia de sales o álcalis: Libre de sales (clase 0)
- h. Influencia humana: Barbecho de papa.
- i.

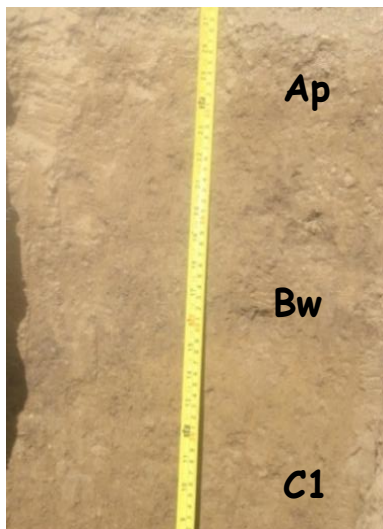


Foto 43. Horizontes del perfil de Suelos Comunidad Pairumani Calicata 9

III. Breve descripción del perfil

Horizonte y Prof. (Cm)	Descripción Morfológica
Ap 0 – 35	Textura franco arcilloso; estructura bloque subangular, Moderada, fino; consistencia en mojado muy adherente, plástico, friable, Ligeramente duro en seco; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas pocas; limite neto ondulado.
Bw 35 – 60	Textura arcillosa; estructura bloque angular a subangulares, Moderada, fino; consistencia en mojado adherente, plástico, friable, ligeramente duro en seco; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas pocas; limite neto ondulado.
C1 > 60	Textura franco; estructura bloque angular, Moderada, fino; consistencia en mojado adherente, plástico, friable, ligeramente duro en seco; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas pocas.

Anexo 1c. Suelos en Serranía Media con disección moderada ASMM1

Son suelos superficiales a poco profundos con textura franco, drenaje bueno a moderado, erosión hídrica tipo laminar y en surcos leve a moderado, en algunos lugares presentan cárcavas; no calcáreo baja a moderada fertilidad.

Son suelos con una reacción medido en suspensión suelo-agua (relación 1:5) de casi neutro ($\text{pH} = 6.7$), el valor de conductividad eléctrica (CE), indica que son suelos normales (0.016 dS m^{-1}), por la presencia de bajas concentraciones de sales, sin problemas para la actividad agrícola.

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es baja ($7.57 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ de suelo), el total de bases Intercambiables (TBI) es regular ($6,80 \text{ meq}/100 \text{ g}$ de suelo), por lo tanto tiene una fertilidad natural moderada, la materia orgánica es baja ($4,1\%$),

El porcentaje de saturación de bases (%S) corresponde a un nivel muy alto ($98,3\%$). En cuanto a bases cambiabiles, mostradas en el cuadro 75, indican los siguientes niveles: pobre para el fósforo asimilable; normal para el nitrógeno total; muy alto para el calcio, magnesio y el potasio como se observa en el cuadro 75 y certificado de análisis de suelos en el cuadro 66.

Cuadro 75. Características Químicas y nivel de Fertilidad Potencial en Suelos en Serranía Media con disección moderada ASMM1

Horizonte / Perfil de suelo		Ap
Profundidad de muestreo (cm)		0 - 40
pH (en agua 1:5)	Determinación	6,7
	Apreciación	Casi neutro
CIC (dS m ⁻¹)	Determinación	7,57
	Apreciación	Baja
TBI (meq/100g)	Determinación	6,80
	Apreciación	Regular
% SB (Saturación de Bases)	Determinación	98,3
	Apreciación	Muy alta
% Carbono orgánico	Determinación	0,61
	Apreciación	Muy pobre
% Nitrógeno total	Determinación	0,18
	Apreciación	Normal
Fósforo asimilable (ppm)	Determinación	8,12
	Apreciación	Pobre
CALIFICACIÓN DE FERTILIDAD		MODERADA
% Saturación de Calcio (Ca ⁺⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	4,2
	% Ca	55
	Calificación	Muy Alto
% Saturación de Magnesio (Mg ⁺⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	2,01
	% Mg	26,4
	Calificación	Muy Alto
% Saturación de Potasio (K ⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	0,11
	% K	6,47
	Calificación	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia, basado en análisis físico-químico de suelos

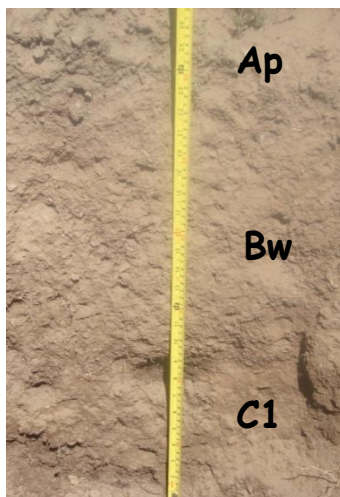
Cuadro 76. Descripción de perfil de suelos Coromata Alta (Calicata N° 015)

I. Información acerca del sitio de la muestra.-

- a. Número del perfil: 15P02PI (W 15)
- b. Nombre del suelo: Serie Coromata Alta
- c. Clasificación a nivel de generalización amplia: Entisol
- d. Fecha de observación: 15/09/2010
- e. Autor: Rogelio Nina Huanca
- f. Ubicación: Latitud: 548829; Longitud: 8216769
- g. Altitud: 3949 m.s.n.m.
- h. Forma del terreno:
 - i. Posición fisiográfica: Pendiente Inferior (en pendiente cóncava)
 - ii. Forma del terreno circundante: Ondulado
 - iii. Microtopografía: Natural
- i. Pendiente donde el perfil está situado: Suavemente inclinado 2 – 6 %
- j. Vegetación y uso de la tierra: Ganadería, pastoreo extensivo en cimas de colinas, vegetación principal Jichu, Cebadilla, Wira Wira, Koa y Eucalipto
- k. Clima: Según los parámetros climatológicos de la Estación meteorológica de Belén, el promedio de temperatura anual es de 8 °C y el promedio de precipitaciones es de 600 mm anuales. las heladas se presentan 180 días al año, con temperaturas que descienden hasta 10 °C bajo cero en las estaciones invernales.

II. Información general acerca del suelo.-

- a. Material originario: Formación Belén (Belén Fm)
- b. Drenaje: Bien drenado (clase 4)
- c. Condiciones de humedad en el perfil: Húmedo por debajo de los 50 centímetros.
- d. Profundidad de la capa freática: No visible
- e. Presencia de piedra en la superficie y afloramiento rocoso: pedregoso (clase 3), muy rocoso (clase 3)
- f. Evidencia de erosión: Laminar moderado
- g. Presencia de sales o álcalis: Libre de sales (clase 0)
- h. Influencia humana: Barbecho de papa.



**Foto 44. Horizontes del perfil de suelos
Comunidad coromata Alta Calicata 15**

III. Breve descripción del perfil

Horizonte y Prof. (Cm)	Descripción Morfológica
Ap 0 – 40	Textura franco; estructura bloque subangular, Moderada, fino; consistencia en mojado adherente, plástico, muy friable, Ligeramente duro en seco; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas pocas, neto ondulado.
Bw 40 – 50	Textura arcillo arenoso; estructura bloque angular, Moderada, fino; consistencia en mojado adherente, ligeramente plástico, suelto, blando en seco; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas pocas; limite neto ondulado.
C1 > 50	Textura arcillo arenoso; estructura bloque angular, Moderada, fino; consistencia en mojado adherente, ligeramente plástico, suelto, blando en seco; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas pocas.

Anexo 1d. Suelos de Terraza Aluvial con disección ligera APTAL1

Suelos poco profundos con textura franco, con drenaje moderado; erosión hídrica tipo laminar erosión eólica moderado y en surcos moderado,; reacción no calcáreo con muy baja a moderada fertilidad.

Tienen una reacción medido en suspensión suelo-agua (relación 1:5) de ligeramente ácido (pH = 6.22), de acuerdo al valor de conductividad eléctrica (CE), son suelos normales (0.024 dS m^{-1}), no presentan problemas de salinidad para la actividad agrícola.

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es baja (8.4 dS m^{-1}), lo que significa baja capacidad de almacenamiento e intercambio de cationes, mismos que son parte de los nutrientes necesarios para las plantas, el total de bases Intercambiables (TBI) es alta ($7.28 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ de suelo), por lo tanto tiene una fertilidad natural regular, la materia orgánica es baja (3.40 %),

El porcentaje de saturación de bases (%S) corresponde a un nivel muy alto (99,0%). En cuanto a bases cambiables, mostradas en el cuadro 77, indican los siguientes niveles: alta para el fósforo asimilable; normal para el nitrógeno total; muy alto para el calcio, alto para el magnesio y regular para el potasio, como se observa en el cuadro 77, y certificado de análisis de suelos en el cuadro 66.

Cuadro 77. Características Químicas y nivel de Fertilidad Potencial en suelos de Terraza Aluvial con disección ligera APTAL1

Horizonte / Perfil de suelo		Ap
Profundidad de muestreo (cm)		0 -25
pH (en agua 1:5)	Determinación	6,22
	Apreciación	Ligeramente Ácido
CIC (dS m ⁻¹)	Determinación	8,4
	Apreciación	Baja
TBI (meq/100g)	Determinación	7,28
	Apreciación	Regular
% SB (Saturación de Bases)	Determinación	99,0
	Apreciación	Muy alta
% Carbono orgánico	Determinación	0,60
	Apreciación	Muy pobre
% Nitrógeno total	Determinación	0,20
	Apreciación	Normal
Fósforo asimilable (ppm)	Determinación	20,3
	Apreciación	Alta
CALIFICACIÓN DE FERTILIDAD		MODERADA
% Saturación de Calcio (Ca ⁺⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	5,1
	% Ca	60,7
	Calificación	Muy Alto
% Saturación de Magnesio (Mg ⁺⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	1,72
	% Mg	20,4
	Calificación	Muy Alto
% Saturación de Potasio (K ⁺)	(cmol(+) kg ⁻¹)	0,25
	% K	2,9
	Calificación	Regular

Fuente: Elaboración propia, basado en análisis físico-químico de suelos

Cuadro 78. Descripción de perfil de suelos Coromata Alta (Calicata N° 023)

I. Información acerca del sitio de la muestra.-

- a. Número del perfil: 11P02SS (W 23)
- b. Nombre del suelo: Serie Coromata Alta
- c. Clasificación a nivel de generalización amplia: Iceptisol
- d. Fecha de observación: 17/09/2010
- e. Autor: Rogelio Nina Huanca
- f. Ubicación: Latitud: 548688; Longitud: 8218339
- g. Altitud: 3963 m.s.n.m.
- h. Forma del terreno:
 - i. Posición fisiográfica: Sección superior
 - ii. Forma del terreno circundante: Plano
 - iii. Microtopografía: Natural
- i. Pendiente donde el perfil está situado: Llano 0 - 2 %
- j. Vegetación y uso de la tierra: Barbecho de papa roturado, vegetación principal Jichu, Cebadilla, Wira Wira, Chilliwa, Qariwa.
- k. Clima: Según los parámetros climatológicos de la Estación meteorológica de Belén, el promedio de temperatura anual es de 8 °C y el promedio de precipitaciones es de 600

mm anuales. las heladas se presentan 180 días al año, con temperaturas que descienden hasta 10 °C bajo cero en las estaciones invernales.

II. Información general acerca del suelo.-

- a. Material originario: Dep. de terraza (Terrace dep)
- b. Drenaje: Bien drenado (Clase 4)
- c. Condiciones de humedad en el perfil: Húmedo por debajo de los 50 centímetros
- d. Profundidad de la capa freática: No visible
- e. Presencia de piedra en la superficie y afloramiento rocoso: Ninguna
- f. Evidencia de erosión: Eólica, fuertes con vegetación pobre donde existió labranza años atrás
- g. Presencia de sales o álcalis: Libre de sales (clase 0)
- h. Influencia humana: Barbecho de papa

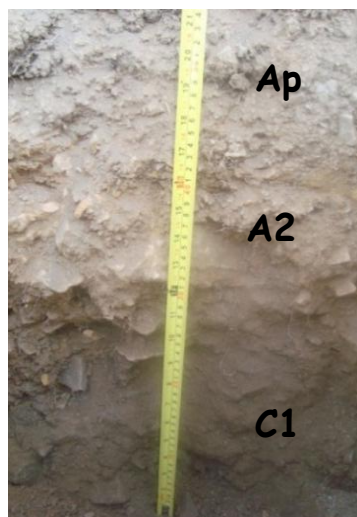


Foto 45. Horizontes del perfil de Suelos Comunidad Coromata Alta Calicata 23

III. Breve descripción del perfil

Horizonte y Prof. (Cm)	Descripción Morfológica
Ap 0 – 25	Textura franco arcillo arenoso; estructura bloque subangular, Moderada, fino; consistencia en mojado, adherente, plástico, muy friable, ligeramente duro en seco; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas pocas; limite neto ondulado. Presencia de grava.
A2 25 – 35	Textura arcillo arenoso; estructura, sin estructura; consistencia en mojado no adherente, no plástico, suelto, suelto sin coherencia; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas pocas; limite neto ondulado. Presencia de grava.
C1 > 35	Textura arcillo arenoso; sin estructura; consistencia en mojado no adherente, no plástico, suelto, suelto sin coherencia; porosidad vesicular muy finos y finas pocas; raíces finas pocas. Presencia de grava gruesa 4 a 7 de diámetro.

Mapa 24. Clasificación de suelos Sub Central Coromata

