

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Trabajo Experimental previo a la obtención del título de:

Ingeniera Ambiental

TEMA:

EVALUACIÓN TEMPORAL DEL USO ACTUAL DE
SUELO DEL BOSQUE PROTECTOR AGUARONGO, ÁREA
DE ESTUDIO GUALACEO (SAN JUAN Y JADAN) Y SUS
ÁREAS COLINDANTES

AUTORA:

PAOLA ANDREA CRIOLLO QUITO

DIRECTOR:

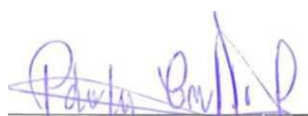
FREDI PORTILLA FARFÁN, PhD

Cuenca, Marzo del 2016

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Paola Andrea Criollo Quito, declaro que los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de mi exclusiva responsabilidad y autorizo a la Universidad Politécnica Salesiana el uso de la misma con fines académicos. A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Cuenca, Marzo del 2016



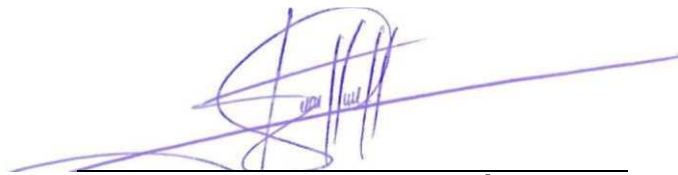
PAOLA ANDREA CRIOLLO QUITO

C.I: 0302599352

CERTIFICACIÓN

Yo, Fredi Portilla Farfán, docente de la Universidad Politécnica Salesiana de la carrera de Ingeniería Ambiental certifico, haber dirigido y revisado prolijamente el Trabajo Experimental intitulado: **“EVALUACIÓN TEMPORAL DEL USO ACTUAL DE SUELO DEL BOSQUE PROTECTOR AGUARONGO. ÁREA DE ESTUDIO GUALACEO (SAN JUAN Y JADAN) Y SUS ÁREAS COLINDANTES”** desarrollado por la estudiante: Paola Andrea Criollo Quito con CI. 0302599352 y por haber cumplido con todos los requisitos necesarios autorizo su presentación.

Cuenca, Marzo del 2016



FREDI PORTILLA FARFÁN, PhD

**TUTOR DE TRABAJO
EXPERIMENTAL**

AGRADECIMIENTOS

A Dios por protegerme y permitirme cumplir una de mis metas.

A mis padres por el esfuerzo y por demostrarme su apoyo siempre.

Al tutor del proyecto PhD. Fredi Portilla Farfán, por su predisposición, enseñanzas, y consejos al desarrollar este trabajo de titulación.

A mis compañeros del proyecto: Pablo, Martha, Daniel y Vanessa.

Al Ing. Omar Delgado, Director Ejecutivo del IERSE, quien acertadamente colaboró con sus valiosos conocimientos para el desarrollo de la investigación.

A la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, así como a los docentes de la carrera de Ingeniería Ambiental.

DEDICATORIA

A mis padres Manuel y Clara; a mi hermano Juan José por el apoyo, confianza, paciencia y por el gran amor incondicional. Por formar parte de todos los momentos de mi vida, pues son el pilar más importante de ella.

Paola Andrea Criollo Quito

RESUMEN

El Bosque de Vegetación Protectora Aguarongo (BVPA) es un bosque montano, el 63% del área se localiza en las parroquias San Juan y Jadán pertenecientes al cantón Gualaceo. Este bosque está siendo alterado por actividades antrópicas como la agricultura y ganadería que involucran la parcelación y tenencia de tierras, arado de tierras con maquinaria, tala de bosques para la obtención de leña y carbón, así como la extracción de plantas medicinales. Estas actividades afectan al estado de conservación y a las funciones del BPA provocando una fragmentación de los hábitats.

El área de estudio está ocupada principalmente por tierra agropecuaria en un 47% y por bosque nativo en un 41%; esto se diagnosticó mediante la elaboración de un mapa de cobertura y uso actual del suelo a través de ortofotografías del proyecto SIGTIERRAS ejecutado en el año 2010 y la validación del nivel de precisión cartográfica se realizó a través de trabajo de campo. De acuerdo a la problemática diagnosticada que es la presencia de actividades agropecuarias y por ende la pérdida de vegetación nativa se elaboró un mapa de capacidad de acogida para el establecimiento idóneo de dichas actividades, así como zonas destinadas a programas de regeneración y recuperación de vegetación.

La evaluación temporal del uso actual del suelo en el Bosque Protector Aguarongo y las parroquias San Juan y Jadán puede utilizarse para reorientar los programas de manejo y la restauración de ecosistemas degradados del área.

INDICE

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD	I
CERTIFICACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
DEDICATORIA	IV
RESUMEN	V
INDICE	VI
LISTADO DE ILUSTRACIONES	IX
LISTADO DE TABLAS	XII
1. Introducción	1
1.1 Problema	1
1.2 Delimitación	3
1.2.1 Delimitación geográfica	3
1.2.2 Delimitación temporal	10
1.2.3 Delimitación sectorial	10
1.3 Explicación del problema	11
1.4 Objetivos	12
1.4.1 Objetivo general	12
1.4.2 Objetivos específicos	12
2. Fundamentación teórica	13
2.1 Zonas de Protección Natural	13
2.1.1 Áreas protegidas del Ecuador	15
2.1.2 Categorías de manejo para las áreas protegidas del Ecuador	17
2.1.3 Gestión de las Áreas Naturales Protegidas	20
2.1.4 Bosques protectores en el Ecuador	22
2.1.5 Bosque y Vegetación Protectora Aguarongo	26
2.2 Sistemas de Información Geográfica	32
2.2.1 ArcMap 10.1	34
2.2.2 Ecognition	35
2.2.3 GPS (Global Positioning System)	47
2.3 Muestreo espacial	48
3. Materiales y métodos	51
3.1 Diseño:	51
3.1.1 Mapa de uso y cobertura del suelo	51

3.1.2	Mapa de gradientes.....	74
3.1.3	Mapa de unidades ambientales	81
3.2	Población y muestra	91
4.	Resultados y discusión	95
4.1	Validación del mapa de cobertura y uso de suelo	95
4.2	Resultados de la información cartográfica elaborada	116
4.2.1	Mapa de cobertura y uso actual del suelo de las parroquias San Juan y Jadán	117
4.2.2	Mapa de pendientes en porcentaje para las parroquias San Juan y Jadán.....	121
4.2.3	Mapa de unidades ambientales para las parroquias San Juan y Jadán.....	123
4.2.4	Mapa de categorías de ordenación para las parroquias San Juan y Jadán	125
4.2.5	Mapa de capacidad de acogida para actividades agrarias en las parroquias San Juan y Jadán	127
4.2.6	Mapa de capacidad de acogida para actividades de conservación y regeneración en las parroquias San Juan y Jadán	129
4.3	Discusión.....	131
5.	Conclusiones y recomendaciones.....	139
5.1	Conclusiones	139
5.2	Recomendaciones.....	141
6.	Bibliografía	144
7.	Anexos	152
7.1	Datos de las encuestas realizadas en las parroquias San Juan y Jadán	152
7.1.1	Parroquia San Juan	152
7.1.2	Parroquia Jadán	153
7.2	Valoración de las unidades ambientales	156
7.3	Ubicación del Bosque Protector Aguarongo.....	163
7.4	Delimitación del área de estudio	164
7.5	Mapa de cobertura y uso actual del suelo de las parroquias San Juan, Jadán y áreas colindantes(Nivel I).....	165
7.6	Mapa de cobertura y uso actual del suelo de las parroquias San Juan, Jadán y áreas colindantes (Nivel II)	166
7.7	Mapa de cobertura y uso actual del suelo de las parroquias San Juan y Jadán (Nivel I)	167
7.8	Mapa de cobertura y uso actual del suelo del BPA en las parroquias San Juan y Jadán (Nivel I).....	168
7.9	Mapa de cobertura y uso actual del suelo de las parroquias San Juan y Jadán (Nivel II)	169

7.10	Mapa de cobertura y uso actual del suelo del BPA en las parroquias San Juan y Jadán (Nivel II)	170
7.11	Mapa de pendientes en porcentaje para las parroquias San Juan y Jadán	171
7.12	Mapa de pendientes en porcentaje para el BPA en las parroquias San Juan y Jadán	172
7.13	Mapa de unidades ambientales para las parroquias San Juan y Jadán	173
7.14	Mapa de unidades ambientales para el BPA en las parroquias San Juan y Jadán	174
7.15	Mapa de categorías de ordenación para las parroquias San Juan y Jadán	175
7.16	Mapa de categorías de ordenación para el BPA en las parroquias San Juan y Jadán	176
7.17	Mapa de capacidad de acogida para actividades agrarias en las parroquias San Juan y Jadán	177
7.18	Mapa de capacidad de acogida para actividades agrarias para el BPA en las parroquias San Juan y Jadán.....	178
7.19	Mapa de capacidad de acogida para actividades de conservación y regeneración en las parroquias San Juan y Jadán.....	179
7.20	Mapa de capacidad de acogida para actividades de conservación y regeneración para el BPA en las parroquias San Juan y Jadán	180

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación del Bosque Protector Aguarongo.....	3
Ilustración 2. Área de estudio.....	4
Ilustración 3. Uso actual del Bosque Protector Aguarongo (San Juan)	5
Ilustración 4. Incremento de la frontera agrícola en la parroquia San Juan.....	6
Ilustración 5. Métodos para la preparación del suelo en la parroquia San Juan	6
Ilustración 6. Medidas para evitar la pérdida de suelo en la parroquia San Juan ...	7
Ilustración 7. Uso actual del Bosque Protector Aguarongo (Jadán)	8
Ilustración 8. Incremento de la frontera agrícola en la parroquia Jadán	9
Ilustración 9. Métodos para la preparación del suelo en la parroquia Jadán.....	9
Ilustración 10. Medidas para evitar la pérdida de suelo en la parroquia Jadán.....	10
Ilustración 11. Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador	17
Ilustración 12. Número y extensión de las áreas protegidas terrestres y marino- costeras del Ecuador, bajo jurisdicción por categoría de manejo	20
Ilustración 13. Creación por años de Áreas Naturales Protegidas en el Ecuador .	22
Ilustración 14. Bosques protectores relacionados con el portafolio para ecosistemas terrestres	25
Ilustración 15. Ubicación geográfica del Bosque Protector Aguarongo.....	28
Ilustración 16. Componentes de un SIG	32
Ilustración 17. Sistema de clasificación jerárquico para los Ecosistemas del Ecuador continental a partir de criterios IVC, Sierra et al. 1999 y Navarro y Maldonado 2006	37
Ilustración 18. Esquema funcionamiento GPS.....	47
Ilustración 19. Mosaico de ortofotos de las parroquias que integran la zona de estudio	53
Ilustración 20. Digitalización manual de cultivos.....	55
Ilustración 21. Digitalización manual de cuerpos de agua.....	56
Ilustración 22. Digitalización manual de cursos de agua	56
Ilustración 23. Digitalización manual del río doble	57
Ilustración 24. Digitalización manual de construcciones.....	58
Ilustración 25. Digitalización manual de vías	59
Ilustración 26. Segmentación de ortofotos.....	61

Ilustración 27. Valores de Ratio y Brillo de cada segmento	61
Ilustración 28. Ejemplo de la regla utilizada en una ortofoto	62
Ilustración 29. Resultado obtenido de la clasificación.....	62
Ilustración 30. Foto exportada.....	63
Ilustración 31. Aplicación del comando “Majority Filter”	64
Ilustración 32. Aplicación del comando “Boundary Clean”	65
Ilustración 33. Aplicación del comando “Region Group”	65
Ilustración 34. Área mínima cartografiable para diferentes escalas	66
Ilustración 35. Aplicación del comando “Extract by attributes”.....	67
Ilustración 36. Aplicación del comando “Nibble”	67
Ilustración 37. Obtención del polígono de coberturas	68
Ilustración 38. Obtención de vegetación arbustiva y herbácea	69
Ilustración 39. Tierra_Agropecuaria_s-t (sin tratamiento).....	70
Ilustración 40. Corrección de bordes en la capa	71
Ilustración 41. Digitalización Tierra Agropecuaria	72
Ilustración 42. Digitalización Construcciones	72
Ilustración 43. Erase de Tierra Agropecuaria en base a las Construcciones.....	73
Ilustración 44. Tierra Agropecuaria y Construcciones.	73
Ilustración 45. Datos de entrada para generar un archivo “TIN”	74
Ilustración 46. Creación de un mapa de Elevaciones a partir de curvas de nivel .	75
Ilustración 47. Generación de un MDT de las comunidades aledañas al BPA.....	75
Ilustración 48. Generación del Mapa de Pendientes	76
Ilustración 49. Reclasificación de pendientes en 4 clases.....	77
Ilustración 50. Aplicación del filtro Majority	78
Ilustración 51. Depuración del mapa aplicando el modelo de repeticiones	78
Ilustración 52. Aplicación del filtro Boundary Clean	79
Ilustración 53. Aplicación de la herramienta Region Group.....	79
Ilustración 54. Mapa generado al usar Extrac by Attributes.....	80
Ilustración 55. Mapa generado al usar la herramienta Nibble	80
Ilustración 56. Mapa de Gradientes en formato Shape	81
Ilustración 57. Uso de la herramienta Select by Attributes.....	84
Ilustración 58. Uso de la herramienta Field Calculator.....	84
Ilustración 59. Ejemplo de puntuación y valor asignado a cada categoría	90
Ilustración 60. Ejemplo promedio mayor de todas las categorías de ordenación .	90

Ilustración 61. Mapa de cobertura y uso actual del suelo del área de estudio (Nivel I)	117
Ilustración 62. Mapa de pendientes en porcentaje para el área de estudio	121
Ilustración 63. Mapa de unidades ambientales para el área de estudio.....	123
Ilustración 64. Mapa de categorías de ordenación para el área de estudio	125
Ilustración 65. Mapa de capacidad de acogida para actividades agrarias en el área de estudio	127
Ilustración 66. Mapa de capacidad de acogida para actividades de conservación y regeneración en el área de estudio	129
Ilustración 67. Coberturas y uso de suelo del BPA en ha situado en las parroquias San Juan y Jadán	131
Ilustración 68. Cobertura y uso de suelo en porcentaje del BPA situado en las parroquias San Juan y Jadán	132
Ilustración 69. Cobertura y uso de suelo en ha del BPA situado en las parroquias San Juan y Jadán	133
Ilustración 70. Unidades ambientales del BPA situado en las parroquias San Juan y Jadán.....	134
Ilustración 71. Categorías de ordenación para el BPA situado en las parroquias San Juan y Jadán	135
Ilustración 72. Capacidad de acogida para actividades agrarias del BPA situado en las parroquias San Juan y Jadán.....	137
Ilustración 73. Capacidad de acogida para actividades de conservación y regeneración del BPA situado en las parroquias San Juan y Jadán	138
Ilustración 74. Presencia de tierras de cultivo, pastizales e implementación de vías en el área de estudio.	143

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Categorías de ordenación	45
Tabla 2. Valores de las subcategorías de ordenación.....	46
Tabla 3. Categorías de uso y cobertura del suelo.....	54
Tabla 4. Parámetros de segmentación de ortografías.....	60
Tabla 5. Rangos para la reclasificación de pendientes.....	77
Tabla 6. Rango de pendientes y su denominación según el mapa de gradientes ..	82
Tabla 7. Tabla de atributos del mapa intersectado	83
Tabla 8. Tabla de valores para los tipos de actividades	87
Tabla 9. Categorías y subcategorías para el análisis de la capacidad de acogida .	87
Tabla 10. Tabla de apoyo al cálculo del tamaño de una muestra por niveles de confianza	92
Tabla 11. Cálculo del intervalo del error tolerable (L)	93
Tabla 12. Número de muestras por categoría de uso y cobertura del suelo.....	94
Tabla 13. Total de muestras tomadas por categoría de uso y cobertura del suelo	95
Tabla 14. Comparación de puntos de muestreo con el mapa de uso y cobertura actual del suelo.....	113
Tabla 15. Cálculo del nivel de precisión del mapa de uso y cobertura actual del suelo	116
Tabla 16. Áreas del mapa de cobertura y uso actual del suelo en las parroquias San Juan y Jadán	118
Tabla 17. Número de cultivos, cuerpos de agua y construcciones del Área de Estudio.....	119
Tabla 18. Longitud de los cursos de agua del Área de Estudio	120
Tabla 19. Perímetro de las vías del Área de Estudio.....	120
Tabla 20. Áreas pertenecientes a pendientes por porcentaje en el área de estudio	122
Tabla 21. Descripción de Unidades Ambientales del Área de Estudio.....	124
Tabla 22. Áreas correspondientes a las categorías de ordenación del área de estudio	126
Tabla 23. Capacidad de acogida para actividades agrarias en el área de estudio	128

Tabla 24. Capacidad de acogida para actividades de conservación y regeneración para el área de estudio	130
Tabla 25. Uso actual del BPA (encuestas)	152
Tabla 26. Incremento de la frontera agrícola (encuestas)	152
Tabla 27. Métodos para la preparación del suelo (encuestas).....	153
Tabla 28. Métodos para evitar la pérdida del suelo (encuestas)	153
Tabla 29. Uso actual del BPA (encuestas)	154
Tabla 30. Incremento de la frontera agrícola (encuestas)	154
Tabla 31. Métodos para la preparación del suelo (encuestas).....	154
Tabla 32. Medidas para evitar la pérdida del suelo (encuestas).....	155
Tabla 33. Valoración de unidades ambientales para las categorías de ordenación	156

1. Introducción

1.1 Problema

En 1985 cuando el área fue declarada como Área de Bosque y Vegetación Protectora Aguarongo, poseía una superficie de 1.758 ha con posibilidad de ampliación a 2.080 ha. Sin embargo en el año 2002, el área de bosque estaba constituida por 2.879 ha, (Plan de manejo del BPA y su área de influencia, 2002). Con los estudios efectuados por el MAE en el año 2008 se identificó que el área total del Bosque Protector Aguarongo es de 1935.56 ha, de las cuáles 1480.75 ha correspondían a bosque y en tierra agropecuaria se pudo identificar 412.34 ha. A través de la información cartográfica obtenida del Sistema Nacional de Información (SNI) el área del BPA es de 1860.51 ha.

La superficie total actual de bosque posee daños tanto en la flora como en la fauna, esto se atribuye a la población y a los programas de tipo gubernamental que incluyen la instalación de sistemas eléctricos. Es importante mencionar que el Centro de Interpretación del BPA ha emprendido medidas para recuperar áreas afectadas y concientizar a las personas mediante capacitaciones.

Las principales actividades que se desarrollan en las parroquias colindantes San Juan y Jadán son la agricultura y ganadería lo que ha ocasionado un incremento de la frontera agrícola, parcelación y tenencia de tierras, arado de tierras con maquinaria, tala de bosques para la obtención de leña y carbón. Estas actividades afectan al estado de conservación y a las funciones del Bosque Protector Aguarongo (INBIAM, 2016).

Las actividades mencionadas están relacionadas con el uso de suelo que se caracteriza por el arreglo, actividad y producción que hace la gente en un tipo de

cobertura para producir, cambiar o mantener esta cobertura del suelo. A diferencia de la cobertura del suelo que es la cubierta biofísica observada sobre la superficie terrestre (Reyes, 2006).

La transformación de la cobertura vegetal es un proceso dinámico que induce cambios marcados en la composición, estructura y funcionamiento del paisaje (McGarigal & Cushman 2002) a su vez esto provoca la pérdida y fragmentación de los hábitats (Fahrig 2003).

La fragmentación de los hábitats se define como un proceso dinámico en el cuál esta superficie sufre una división en porciones más pequeñas (Forman 1995), y está considerada como una de las principales amenazas para la conservación de los organismos y los ecosistemas (Fahrig 2003, Lindenmayer & Fischer 2006, Fischer & Lindenmayer 2007, Collinge 2009). Este fenómeno ocasiona una disminución de la conectividad biológica; que incide en las especies que integran los hábitats y también a muchos de los procesos ecológicos que se desarrollan en estos (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010).

La evaluación temporal del uso actual del suelo en el Bosque Protector Aguarongo (BPA) puede utilizarse para reorientar los programas de manejo y la restauración de ecosistemas degradados del área.

Es importante mencionar que este tema fue presentado en la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), dónde tuvo lugar el Primer Encuentro Nacional de la Red Ecuatoriana de Ciencia Regional (RECIR).

1.2 Delimitación

1.2.1 Delimitación geográfica

El área de Bosque y Vegetación Protectora Aguarongo fue declarado mediante Acuerdo Ministerial N° - 292 el 30 de Julio de 1985 y publicado en el Registro Oficial N° 255 del 22 de Agosto de 1985 (PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE GUALACEO, 2012).

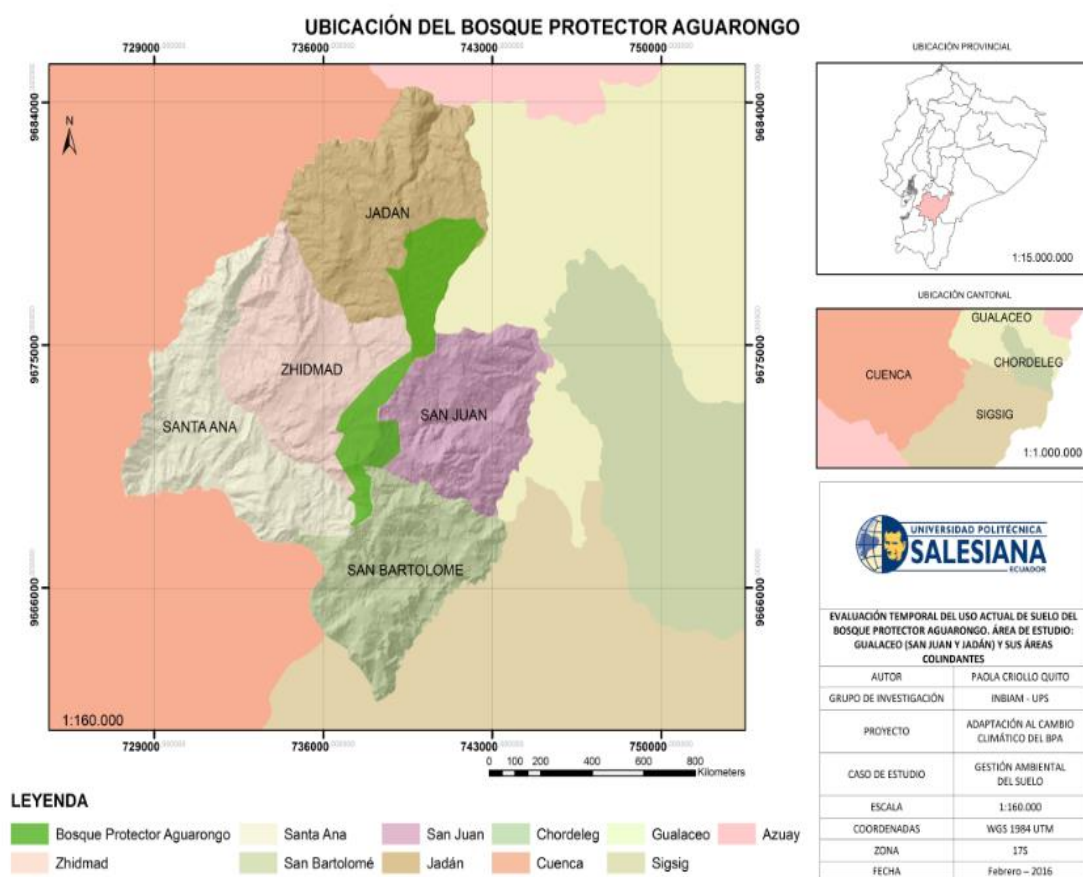


Ilustración 1. Ubicación del Bosque Protector Aguarongo

Elaborado por: Criollo, P., 2016

El Bosque Aguarongo (ABVPA) se encuentra ubicado en la provincia del Azuay en las parroquias Jadán, Zhidmad, San Juan, Santa Ana y San Bartolomé y en los cantones Gualaceo, Cuenca y Sigüig respectivamente. El bosque se encuentra ubicado en la cuenca media del río Paute, cuyas coordenadas geográficas de longitud occidental son 78°48'54" y 78°52'22"; y las correspondientes a las de

latitud sur 2° 52'37" y 2° 59'43". Las coordenadas UTM son 744000 – 9682000 y 737000 – 9668000. Es uno de los pocos bosques que quedan en la provincia del Azuay, se podría decir que el recurso más significativo de este bosque montano es el agua (Minga, D. 2014).

El área forma parte de dos subcuencas: la del río Jadán y la del río Santa Barbará, que a su vez forman parte de la cuenca media del río Paute. Existen en el área 300 vertientes. La zona de vida que caracteriza al área protectora y su zona de amortiguamiento es el bosque húmedo montano bajo (bhMb); en las estribaciones bajas la zona de vida está clasificada como bosque muy húmedo montano (bmh-M). El clima del área del Bosque Protector Aguarongo, es templado frío. La precipitación media anual es de aproximadamente 820 mm (Minga *et al*, 2002). La zona de estudio corresponde a las parroquias: San Juan y Jadán.

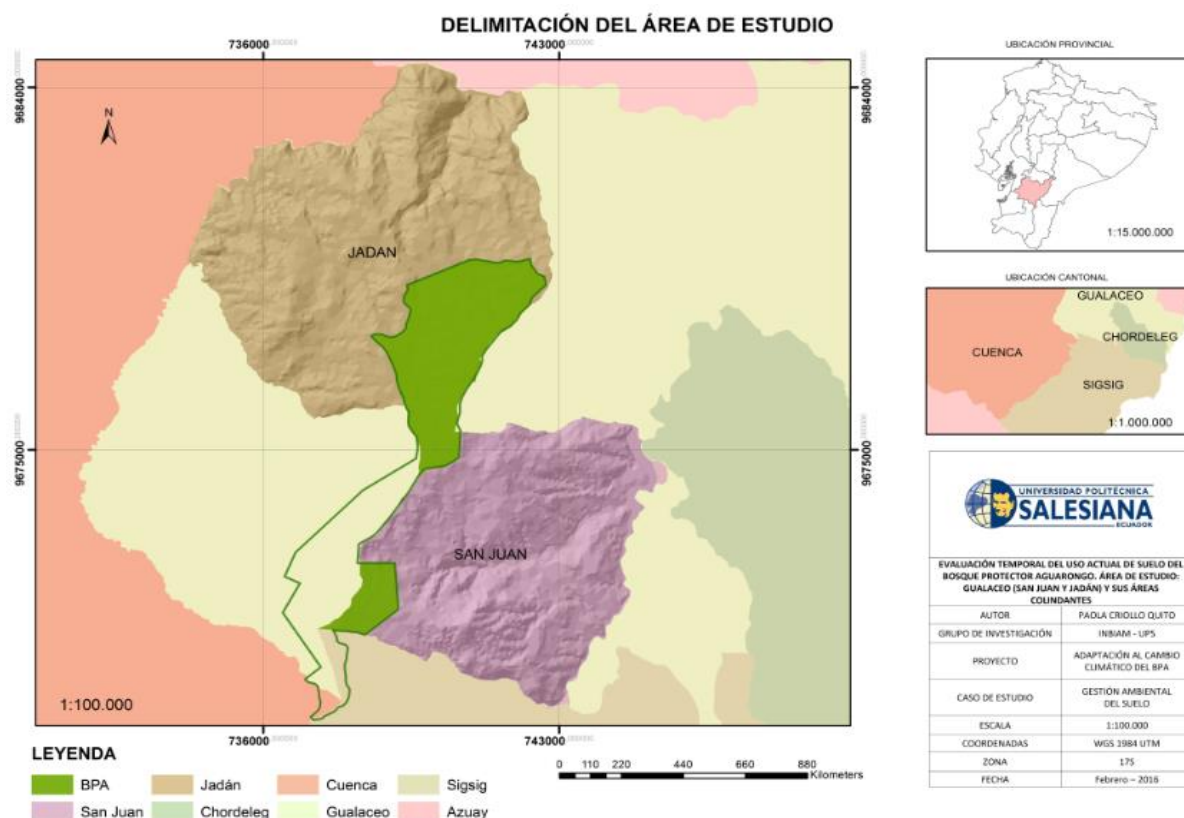


Ilustración 2. Área de estudio

Elaborado por: Criollo, P., 2016

Parroquia San Juan

Ubicada al sur-oeste del cantón Gualaceo. Limita al norte, con la periferia del centro cantonal de Gualaceo y la parroquia Jadán; al este, la periferia del centro cantonal de Chordeleg; al sur, la parroquia Güel, la periferia del centro cantonal del Sígsig y la parroquia San Bartolomé del cantón Sígsig; y al oeste, la parroquia Zhidmad. San Juan tiene una extensión de 46,1 km², ocupa el 13,3 por ciento del territorio cantonal. Según los datos del censo de 2010, la población económicamente activa, PEA, (población de 10 años y más) está conformada por 1938 personas; de ellos, el 49.7% son hombres y el 50.3% mujeres. Las principales actividades productivas a las que se dedican los habitantes son: agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, construcción, industrias manufactureras y comercio al por mayor y menor (INEC, 2010).

Para la obtención de información referente al uso actual del suelo en la parroquia San Juan se realizaron encuestas a los habitantes de la parroquia para conseguir información actualizada referente al tema.

- Uso actual del BPA

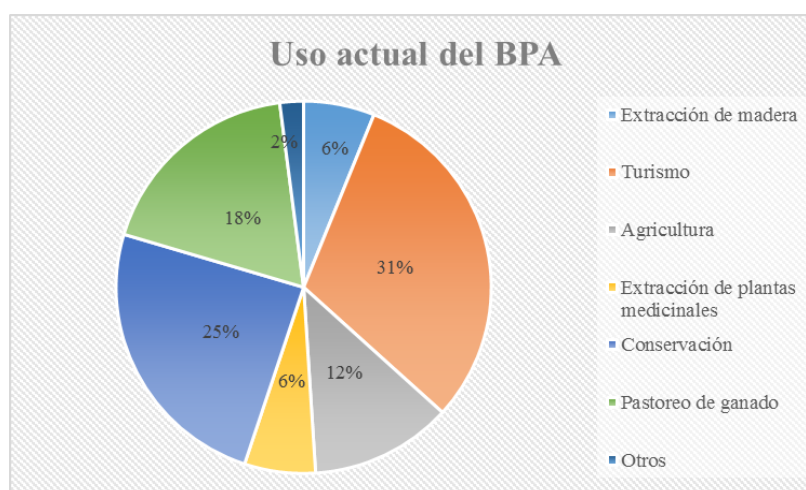


Ilustración 3. Uso actual del Bosque Protector Aguarongo (San Juan)

Elaborado por: Criollo, P., 2016

De acuerdo a la información registrada, los habitantes consideran que el uso del suelo del BPA esta direccionado hacia actividades turísticas. Pero también consideran que esta superficie debe estar sujeta a actividades de conservación y regeneración pues existe la extracción de madera; sin embargo recalcan que este suelo es usado para actividades agrarias tales como el pastoreo de ganado y el desarrollo de cultivos.

- Incremento de la frontera agrícola

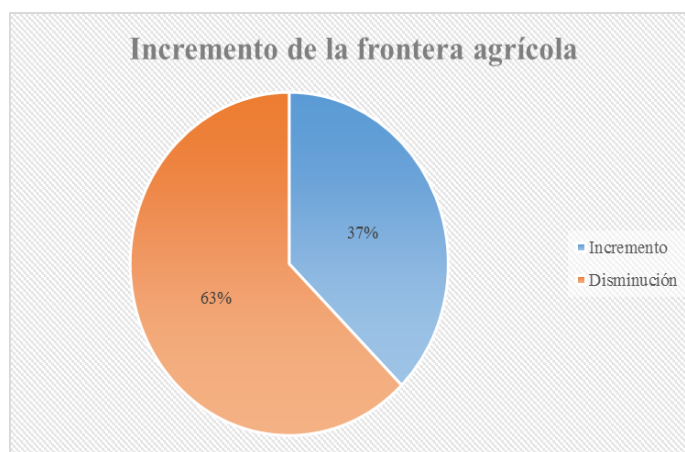


Ilustración 4. Incremento de la frontera agrícola en la parroquia San Juan

Elaborado por: Criollo, P., 2016

Los habitantes manifiestan el incremento de la frontera agrícola; pues dicen que es mayor el área ocupada por cultivos a la que se tenía anteriormente.

- Métodos para la preparación del suelo

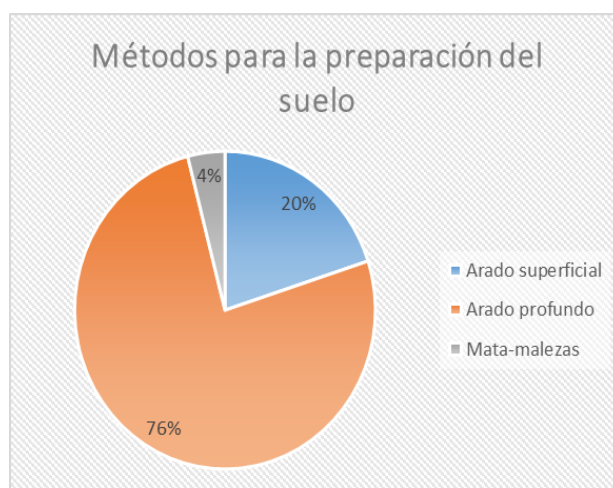


Ilustración 5. Métodos para la preparación del suelo en la parroquia San Juan

Elaborado por: Criollo, P., 2016

En lo que compete a la preparación del suelo para realizar actividades agrícolas es mayor porcentaje se realiza el arado profundo a través del uso de maquinaria; sin embargo también se realiza un arado superficial mediante herramientas manuales.

- Medidas para evitar la pérdida del suelo

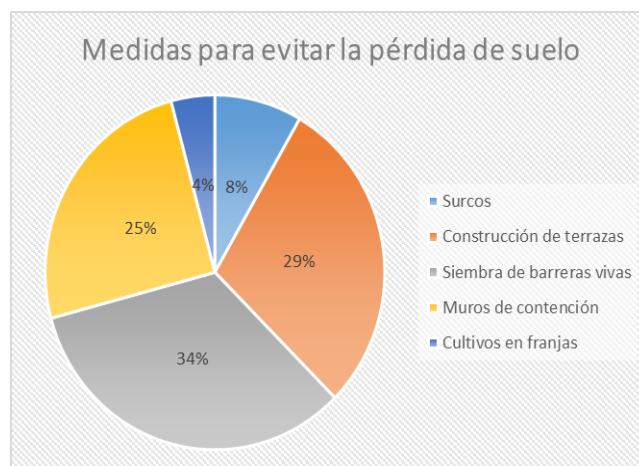


Ilustración 6. Medidas para evitar la pérdida de suelo en la parroquia San Juan

Elaborado por: Criollo, P., 2016

En cuanto a las medidas practicadas para evitar la pérdida de suelo en la parroquia San Juan, los pobladores recurren a la siembra de barreras vivas para evitar el deslizamiento de tierra, también construyen terrazas y muros de contención.

Parroquia Jadan

Ubicada al noroeste del cantón Gualaceo. Limita al norte, con las parroquias Nulti del cantón Cuenca y la parroquia San Cristóbal del cantón Paute; al este, la periferia del centro cantonal de Gualaceo; al sur, las parroquias San Juan y Zhidmad del cantón Gualaceo; y por el oeste, las parroquias Paccha y Nulti del cantón Cuenca. Jadán tiene una extensión de 51,2 km², ocupa el 14,7 por ciento del territorio cantonal. Según los datos del censo de 2010, la población económicamente activa, PEA, (población de 10 años y más) está conformada por

1683 personas; de ellos, el 58% son hombres y el 42% mujeres; en dónde las actividades productivas son: agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, construcción, industrias manufactureras, actividades de los hogares como empleadores y comercio al por mayor y menor (INEC, 2010).

A través de las visitas a la zona de estudio se realizaron encuestas a los habitantes de la parroquia para obtener información con un mayor nivel de certeza.

- Uso actual del BPA:

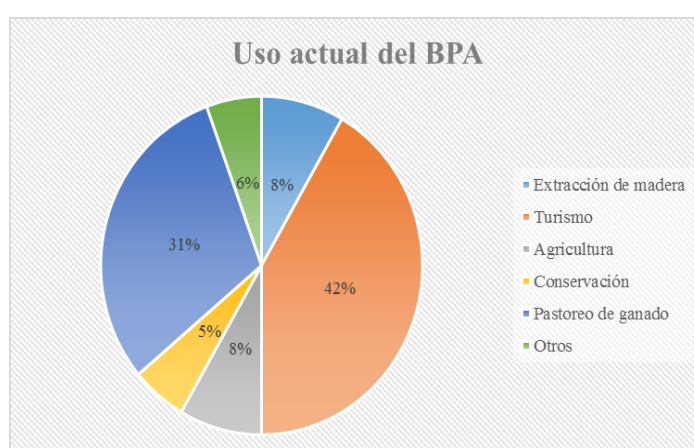


Ilustración 7. Uso actual del Bosque Protector Aguarongo (Jadán)

Elaborado por: Criollo, P., 2016

Los habitantes de la parroquia Jadán consideran que el uso principal del BPA está relacionado con actividades turísticas que a criterio de la población son actividades propuestas por el Consorcio Aguarongo. También indican la presencia de ganado en esta zona y otras actividades como la extracción de madera y el desarrollo de actividades agropecuarias.

- Incremento de la frontera agrícola

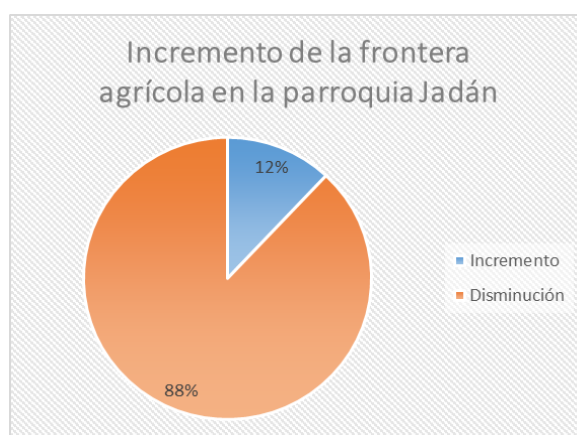


Ilustración 8. Incremento de la frontera agrícola en la parroquia Jadán

Elaborado por: Criollo, P., 2016

A consideración de los habitantes de la parroquia Jadán las actividades agropecuarias han disminuido, y esto se atribuye a las condiciones climáticas que no favorecen al desarrollo de estas actividades, altas inversiones económicas y fenómenos sociales como la migración.

- Métodos para la preparación del suelo

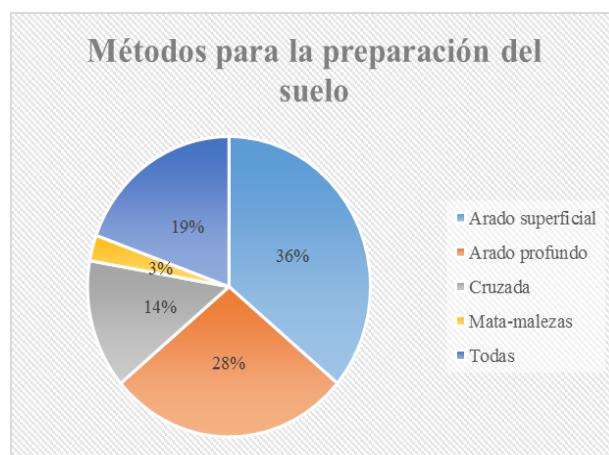


Ilustración 9. Métodos para la preparación del suelo en la parroquia Jadán

Elaborado por: Criollo, P., 2016

Para los habitantes el método principal para preparar el suelo es el arado superficial que remueve la capa superior del suelo mediante maquinaria o con herramientas manuales, sin embargo también realizan un arado profundo que como su nombre lo indica mueve la tierra a profundidad mediante el uso de máquinas,

seguido de este método a criterio de los encuestados en ciertas zonas puede usarse estos métodos juntos incluido el de mata-malezas.

- Medidas para evitar la pérdida del suelo:

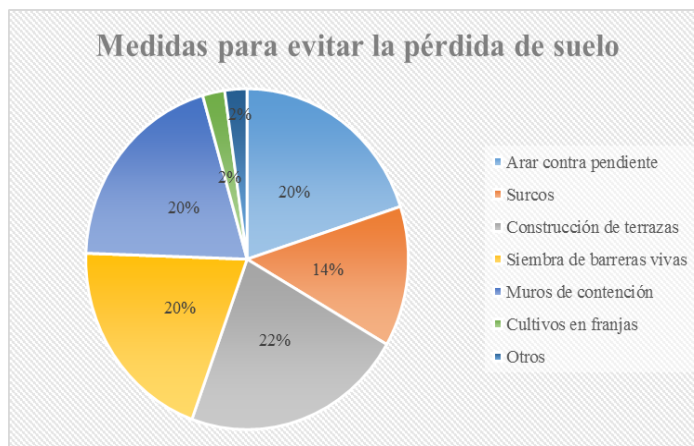


Ilustración 10. Medidas para evitar la pérdida de suelo en la parroquia Jadán

Elaborado por: Criollo, P., 2016

Para evitar la pérdida de suelo los habitantes de la parroquia Jadán recurren a la construcción de terrazas mediante la acumulación de suelo en terrenos inclinados. También recurren a técnicas como el arado contra pendiente, muros de contención y la siembra de barreras vivas.

1.2.2 Delimitación temporal

Para el desarrollo de este proyecto de investigación se consideró un período de 4 meses que tuvo como punto de partida el mes de Noviembre del año 2015 hasta el mes de Marzo del año 2016 de acuerdo al cronograma que permitirá cumplir los objetivos propuestos.

1.2.3 Delimitación sectorial

El proyecto de investigación titulado: Evaluación temporal del uso actual de suelo del Bosque Protector Aguarongo. Área de estudio: Gualaceo (San Juan y Jadán) y sus áreas colindantes; toma como referencia la información de las siguientes entidades:

- Ministerio del Ambiente del Ecuador
- Universidad Politécnica Salesiana
- Fundación Ecológica Rikcharina
- Sistema Nacional de Áreas Protegidas
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
- GAD's Municipales de las parroquias San Juan y Jadán
- Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica "SIGTIERRAS"
- Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador (IERSE)

1.3 Explicación del problema

La investigación propuesta apuntó en primer lugar a tener una evaluación temporal del uso actual del suelo en las parroquias de San Juan y Jadán, áreas que albergan al Bosque Protector Aguarongo. Dicha evaluación temporal se realizó mediante el empleo de sistemas de información geográfica que permitirán la obtención del mapa de cobertura y uso actual del suelo para el área de estudio, en dónde se planteó la siguiente hipótesis:

¿Existe la presencia de actividad humana (establecimiento de cultivos, carreteras, infraestructura) en el BPA situado en las parroquias San Juan y Jadán?

De confirmarse esta hipótesis se establecerán lugares apropiados para el emplazamiento de actividades agrarias, así como para actividades de conservación y regeneración de bosque nativo, vegetación arbustiva y herbácea.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Realizar una evaluación temporal del uso actual de suelo del bosque protector Aguarongo. Área de estudio: Gualaceo (San Juan y Jadan) y sus áreas colindantes

1.4.2 Objetivos específicos

- Elaborar un mapa de uso de suelo y cobertura vegetal del año 2010 a partir de ortofotos.
- Validar la información obtenida de forma digital mediante visitas en campo.
- Identificar unidades ambientales en base a la capacidad de acogida del territorio.
- Establecer categorías de ordenación que nos indiquen los sitios ideales para el emplazamiento de las actividades.

2. Fundamentación teórica

2.1 Zonas de Protección Natural

Generalidades

Una zona de protección natural se identifica por estar destinada a la preservación y protección de componentes bióticos y abióticos tales como el suelo y los recursos hídricos, cuya dinámica genera cuencas hidrográficas, flora y fauna. Generalmente se localizan en terrenos de aptitud forestal; donde es necesario planificar y aprovechar de forma sustentable los ecosistemas para que estos puedan ser conservados, recuperados o restaurados con la finalidad de mantener el equilibrio ecológico (Prado, K. 2015).

Las definiciones legales califican como zonas de protección natural todos aquellos espacios en los que la intervención humana, en el pasado o en el presente, no ha llegado a alterar significativamente la presencia y funcionamiento de los elementos, abióticos y bióticos, que los integran (Tolón, A & Lastra, J. 2008).

La protección de espacios es a largo y medio plazo siempre y cuando se encuentren incluidos en un contexto más amplio de ordenación del uso del suelo y de los recursos naturales (Tolón, A & Lastra, J. 2008). Así lo consideró la Convención de la Biodiversidad, que define área protegida como un área geográfica definida que se designa, regula y gestiona para conseguir unos objetivos específicos de conservación.

Finalidades de las Áreas Naturales Protegidas

Tolón y Ramírez (2002) afirman que los espacios naturales protegidos deberían cumplir un conjunto de finalidades que se pueden agrupar en las siguientes categorías:

- Finalidad de protección y conservación del medio biofísico y cultural
- Finalidad científica y de investigación
- Finalidad educativa
- Finalidad recreativa
- Finalidad socioeconómica

La finalidad protectora es la más importante cuando se posee elementos y recursos de interés, ya sea en función de su diversidad biológica y de la existencia de procesos ecológicos esenciales, o porque contribuya a la supervivencia de comunidades o especies que exijan una especial protección. La protección abarca la conservación, proteger los recursos históricos y culturales asociados al espacio natural, y recuperar las tradiciones relacionadas con el espacio protegido que conlleven un uso racional de los recursos (Fernández T, 1994).

La finalidad científica e investigadora viene dada cuando el espacio recoja muestras de recursos o procesos que posean un alto valor, y persigue objetivos como el conocimiento de los procesos naturales, el estudio y análisis de los recursos naturales con el fin de elaborar programas específicos de gestión y de carácter científico (Tolon & Lastra, 2008).

La finalidad educativa trata de la elaboración de programas de formación relacionados con la conservación del medio ambiente dirigido a toda la sociedad, mediante centros de interpretación ambiental (González F, 1988).

La finalidad recreativa para Fernández de Tejada (1994) se basa en el derecho de todo ciudadano a disfrutar de un ambiente de calidad de forma armónica con el espacio. Se debe facilitar el uso público del espacio natural basado en los valores naturales y culturales, proporcionar un buen conocimiento de los recursos del área,

generar actitudes positivas hacia la conservación, protección y contemplación estética.

La finalidad socioeconómica contempla el aprovechamiento de los recursos encaminado a una producción sostenida para el desarrollo de las poblaciones afectadas por la declaración del espacio natural. El desarrollo socioeconómico puede ser compatible con todas las finalidades, e incluso ser considerado como un elemento imprescindible para garantizar el futuro de éstos (López F, 1996).

2.1.1 Áreas protegidas del Ecuador

Las áreas protegidas se definen como “espacios geográficos claramente definidos, reconocidos y gestionados, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados” (Dudley,2008).

En Ecuador, las áreas protegidas representan aproximadamente el 20% del territorio nacional conservado, se enmarcan en la máxima categoría de protección de acuerdo con la legislación ambiental nacional, por Constitución de la República son parte de uno de los subsistemas del gran Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) conocido como Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE), distribuidas en todo el territorio continental e insular, albergan una importante riqueza biológica, servicios ecosistémicos de los cuales se benefician tanto las poblaciones urbanas como rurales, una riqueza paisajística que permite el turismo y la recreación en parte de ellas, y por su importancia ecológica trascienden fronteras que son reconocidas a nivel internacional (Áreas Protegidas | Ministerio del Ambiente, s. f.).

Ecuador es un país con una concentración alta de especies por la diversidad biológica en comparación con otros países. Posee remanentes de bosques tropicales secos, bosque deciduo y matorral seco en la Región del Litoral así como bosques húmedos tropicales en la Región Amazónica y al norte de la región costera (Prado, K. 2015). Para la región Sierra que es la que tiene mayor diversidad florística con casi 10000 especies que representan el 60% del total de plantas del país (Jørgensen y León, 1999). Según el MAE (2008), las formaciones que se encuentran son páramo de frailejones, páramo herbáceo, bosque semideciduo montano bajo, bosque siempreverde montano alto, páramo herbáceo y almohadillas, bosque de neblina montano, bosque siempreverde montano bajo y matorral seco montano.

Actualmente el (SNAP), está constituido por 50 áreas protegidas, de las cuales 49 son parte del Subsistema del (PANE) y 1 del Subsistema de los GADS, de las cuales predomina la categoría de manejo correspondiente a Parques Nacionales con 2926177 ha. La superficie total marino-costera protegida es de 14220382 ha (Áreas Protegidas | Ministerio del Ambiente, s. f.).

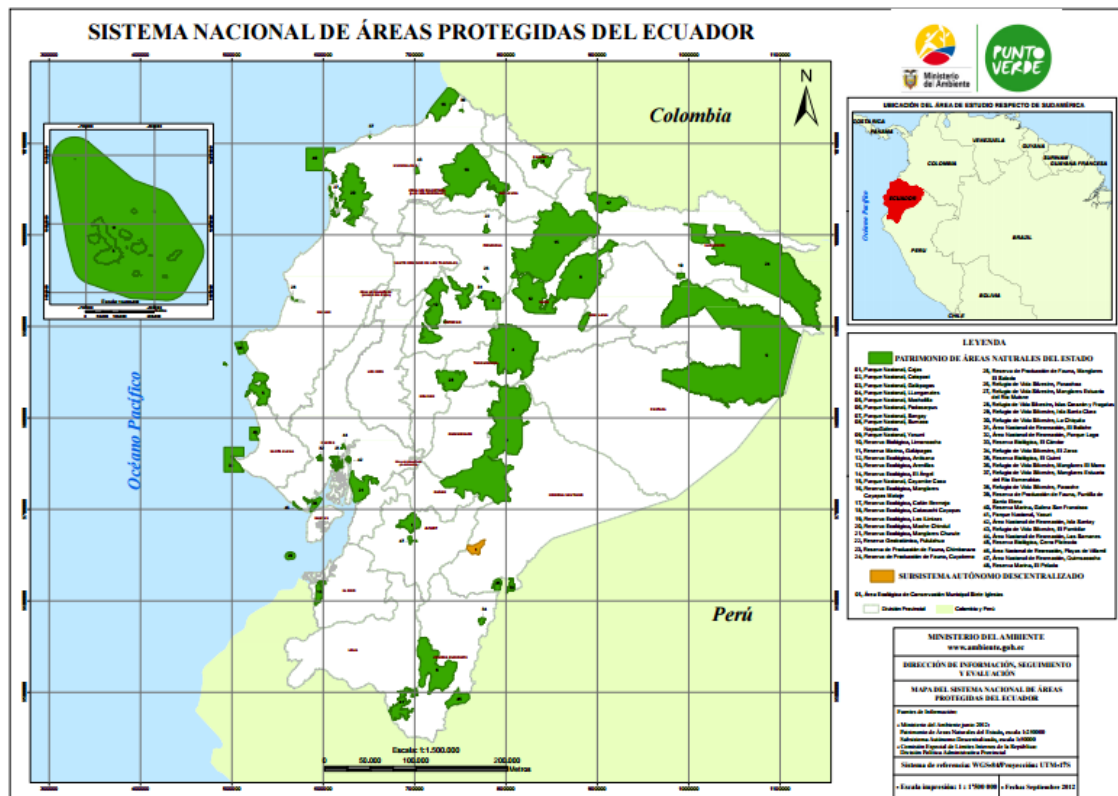


Ilustración 11. Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador

Fuente: Ministerio del Ambiente (SNAP, 2012)

2.1.2 Categorías de manejo para las áreas protegidas del Ecuador

De acuerdo al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), las categorías para estas superficies son:

- Parques Nacionales

Área de conservación de tamaño grande (>10.000 ha) que tiene como objetivos la conservación de paisajes, ecosistemas completos y especies. Sus ambientes deberán mantenerse poco alterados. Las actividades prioritarias son: investigación y el monitoreo ambiental, siendo factible el desarrollo del turismo como actividad de apoyo a la conservación de los recursos naturales. El nivel de restricción de uso es alto (restringido).

- Reserva Marina

Áreas de tamaño variable, cuyos elementos prioritarios de conservación serán los ecosistemas y especies marinas y relacionadas a este ambiente. Deberán estar poco, o medianamente alterados, y la presencia humana estará relacionada con la intensidad de pesca que en ella se realice, la cual está sujeta a las necesidades de conservación y a la zonificación definidas en los planes de manejo.

- Reservas Ecológicas

Son áreas naturales de extensiones variables con poca intervención humana. Son áreas con recursos naturales sobresalientes o de sitios de especies de gran significado nacional. El objetivo principal es el de guardar materia genética, diversidad ecológica, bellezas escénicas, fenómenos especiales y la regulación ambiental para la investigación científica de elementos y fenómenos naturales y la educación ambiental.

- Reserva Biológica

Área de conservación de tamaño grande (más de 10.000 ha) que tiene como objetivos principales de conservación ecosistemas completos y sus especies, poco alterados y con mínima presencia humana. En este tipo de reservas, las actividades prioritarias serán la investigación biológica, ecológica y ambiental, siendo posible también la educación ambiental como actividad secundaria. El nivel de restricción de uso de sus recursos naturales será muy alto (muy restringido).

- Reserva de Producción de Flora y Fauna

Área de tamaño medio (entre 5.000 y 10.000 ha) cuyos objetivos son la conservación de los ecosistemas y especies susceptibles de manejo, pero tienen un nivel medio de presencia humana. Las acciones prioritarias están relacionadas con

el manejo sustentable de la vida silvestre, la educación ambiental, la restauración de ecosistemas y el turismo orientado a la naturaleza. El nivel de restricción de uso será bajo (poco restringido).

- Refugio de Vida Silvestre

Área de conservación de tamaño pequeño (<5000 ha) cuyos objetivos son la conservación de especies amenazadas y sus ecosistemas. El estado de conservación ha de ser poco alterado, con un mínimo de presencia humana. Se prioriza el manejo de hábitat y especies, la investigación y el monitoreo ambiental, la restauración de ecosistemas y la educación ambiental. El nivel de restricción de uso será alto (restringido).

- Área Natural de Recreación

Área de tamaño mediano (entre 5.000 y 10.000 ha) cuyo objetivo principal de conservación es el paisaje natural que puede estar medianamente alterado, soporta medianamente la presencia humana. Las actividades principales son: turismo y la recreación, la restauración de ecosistemas y la investigación y monitoreo ambiental. El nivel de restricción de uso será bajo (poco restringido).

- Reserva Geobotánica

Es un área de extensión destinada a la conservación de la flora silvestre y los recursos geológicos sobresalientes. Por su valor histórico, cultural, paisajístico y científico, brinda oportunidades recreativas turísticas y de educación cultural a visitantes y turistas nacionales y extranjeros. Constituye un banco de germoplasma de especies de flora y fauna en vías de extinción.

Categoría de Manejo	Número de áreas protegidas	Superficie terrestre protegida (ha)	Superficie marino-costero protegida (ha)
Área Nacional de recreación	4	5227	
Parque binacional	1	2440	
Parque nacional	10	2926177	
Refugio de vida silvestre	10	27270	8500
Reserva biológica	2	13684	
Reserva de producción faunística	4	667326	47278
Reserva ecológica	10	1225429	
Reserva geobotánica	1	3383	
Reserva marina	2		14164604
Total	44	4870986	14220382
Superficie protegida		19%	12,80%

Ilustración 12. Número y extensión de las áreas protegidas terrestres y marino-costeras del Ecuador, bajo jurisdicción por categoría de manejo

Fuente: Ministerio del Ambiente 2010, *Superficie marina de referencia: 1111818 km²

2.1.3 Gestión de las Áreas Naturales Protegidas

Las primeras acciones de conservación en el Ecuador se remontan a 1936, cuando el país declaró el Archipiélago de Galápagos como área protegida. Treinta años después se propuso la creación de otra área, que corresponde a la Reserva Geobotánica Pululahua, pero existía una carencia de marco normativo y político, así como a la poca claridad sobre la institución que debía manejar las competencias ambientales. Entre los años 1960 y 1975 las competencias de gestión de las áreas protegidas entregadas al Ministerio de Agricultura se traspasaron al Ministerio de la Producción, para luego recaer nuevamente bajo la responsabilidad del Ministerio de Agricultura (Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Protegidas», s. f.).

En la década de los 70, durante el desarrollo de la actividad petrolera, la construcción de carreteras y el desarrollo urbano, el Estado impulsó el

establecimiento de áreas protegidas, principalmente en zonas donde estaban ausentes los procesos de colonización. Por lo que, mediante el Ministerio de Agricultura, a través del Programa Nacional Forestal y con el apoyo de la cooperación internacional, se planteó la Estrategia Preliminar para la Conservación de Áreas Silvestres Sobresalientes del Ecuador (Putney et al. 1976). Esta Estrategia marcó el inicio de una serie de procesos y acciones tendientes a consolidar el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador (SNAP, 2007).

En 1989 se elaboró la segunda Estrategia para el Sistema y se evidenció la primera acción de trabajo conjunto entre el Estado y la comunidad conservacionista nacional, liderada en ese entonces por la Fundación Natura (Cifuentes et al., 1989) en donde se promovían acciones y políticas tales como la inclusión del SNAP en los procesos de planificación y ordenamiento territorial.

De acuerdo al Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Protegidas en 1991, se creó el Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y de Vida Silvestre (INEFAN), adscrito al MAG. Años más tarde, la Comisión Asesora Ambiental (CAAM), adscrita a la Presidencia de la República, formuló la base política para la creación del Ministerio del Ambiente. Este Ministerio se creó en 1996 para asumir el rol de autoridad ambiental responsable de la coordinación, unificación, ejecución y supervisión de las políticas en materia ambiental; fusionándose con el INEFAN.

La Constitución Política del Ecuador de 1998 dio paso a la institucionalización del SNAP en el país, al declarar “el establecimiento de un Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas que garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecológicos, de conformidad con los convenios y

tratados internacionales” (Art. 86, numeral 3) y precisar el derecho soberano del Estado ecuatoriano sobre la diversidad biológica, las reservas naturales, las áreas protegidas y los parques nacionales (Art. 248) (MAE, 1999).

Ciertos gobiernos municipales han tomado la iniciativa de ir estructurando sus propias áreas protegidas, especialmente para asegurar las fuentes de agua de manera sustentable. El Gobierno Municipal de Cuenca ha tenido un papel importante en este sentido (Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Protegidas», s. f.). A continuación se indica la creación de áreas de protección natural desde el inicio hasta el año 2010:

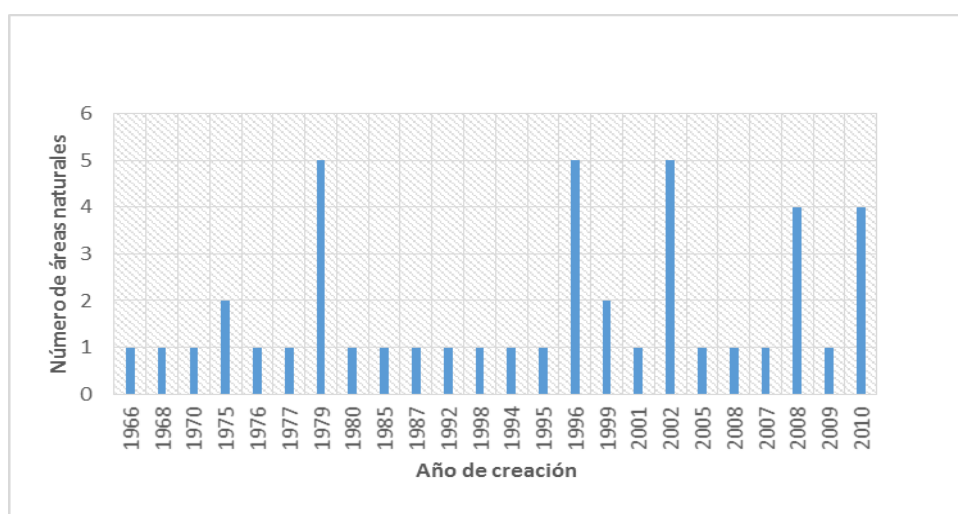


Ilustración 13. Creación por años de Áreas Naturales Protegidas en el Ecuador

Elaborado por: Prado, K. 2015. Ordenación Territorial de Áreas Protegidas: Aplicación al área de influencia y vegetación protectora-ABVP Aguarongo.

2.1.4 Bosques protectores en el Ecuador

La ley forestal y de conservación de áreas naturales y vida silvestre, define en su artículo 6 al bosque y vegetación protectores como “aquellas formaciones vegetales, naturales o cultivadas, que cumplan con uno o más de los siguientes requisitos: Tener como función principal la conservación de suelo y la vida

silvestre; Estar situados en áreas que permitan controlar fenómenos pluviales torrenciales o la preservación de cuencas hidrográficas, especialmente en las zonas de escasa precipitación pluvial; Ocupar cejas de montaña o áreas contiguas a las fuentes, corrientes o depósitos de agua; Constituir cortinas rompevientos o de protección del equilibrio del medio ambiente; Hallarse en áreas de investigación hidrológico-forestal; Estar localizados en zonas estratégicas para la defensa nacional; y Constituir factor de defensa de los recursos naturales y de obras de infraestructura de interés público”.

Sin embargo el Ministerio del Ambiente en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente – TULAS Libro III: Del Régimen Forestal en el artículo 16 define a los bosques y vegetación protectores como “aquellas formaciones vegetales, naturales o cultivadas, arbóreas, arbustivas o herbáceas, de dominio público o privado, que estén localizadas en áreas de topografía accidentada, en cabeceras de cuencas hidrográficas o en zonas que por sus condiciones climáticas, edáficas e hídricas no son aptas para la agricultura o la ganadería. Sus funciones son las de conservar el agua, el suelo, la flora y la fauna silvestre”.

En la definición del TULAS se hace explícita la inclusión de formas de cobertura no sólo boscosa como es el caso de la cobertura arbustiva o herbácea, y se incluye además bosques artificiales. De todas maneras se mantiene el énfasis en las funciones de protección de los recursos suelo y agua (Puente, M. 2007).

En la actualidad se han desarrollado estrategias y planes con el fin de conservar los ecosistemas, la biodiversidad de los bosques y de generar conciencia sobre la importancia de conservar el medio y a su vez obtener fuentes de financiamiento y

participación responsable y compartida. Otra de las estrategias para contribuir a la conservación forestal, es crear sistemas que ofrezcan pagos adecuados a los propietarios de los bosques; esta táctica se emplea desde hace algún tiempo en lo que respecta a los servicios recreativos y en la actualidad se están adoptando para la protección de las cuencas hidrográficas, la conservación de la biodiversidad y la captura de carbono. Para su implantación y correcta ejecución se requieren marcos institucionales y jurídicos estables (Lasso, M. 2010).

El número total de bosques protectores entre públicos y privados que se ha registrado en el Ecuador es 202, lo que representa el 13% del territorio ecuatoriano, alcanzando un área de 3'269546 ha. De esta cifra, el 40% de los bosques protectores fueron declarados “como tal”, por decisión oficial del Ministerio del Ambiente, en estos casos la tenencia de la tierra es de carácter pública y privada y por otra parte, el 60% de los bosques fueron declarados bajo petición de los propietarios de las tierras, personas naturales o instituciones. (Pilco, P. et al., 2008). Según Pilco, P. (2008), del total de bosques y vegetación protectora, apenas el 17% posee planes de manejo, que le permitan planificar y administrar la conservación y el manejo del área natural.

NOMBRE DEL BOSQUE PROTECTOR	PROVINCIAS	SUPERFICIE TOTAL	SUPERFICIE PRIORIDAD	NIVEL DE PRIORIDAD
Cuenca Pambillar y San Pedro, Santa Lucía, Conguillo, Salazar, Daule-Peripa (embalse)	Manabí y Guayas	218599.214	38733.320	Alto, muy alto
Cuenca de los ríos Ayampe y Piñas	Manabí y Guayas	76881.079	29289.382	Alto, medio
Cuencas altas de los ríos Camizal y Chone (embalse)	Manabí	83721.295	18610.449	Alto, medio
Cashca-Totoras	Bolívar y Chimborazo	6553.974	2043.774	Alto
Cerro Blanco (ampliación Lote 1)	Guayas	18887.553	3328.456	Alto, medio
Molleturo y Mullopungo	Cañar, Azuay	188986.110	43740.434	Alto, muy alto, medio
Cascay	El Oro	12772.392	7000.300	Alto, muy alto
Quebrada Jorupe	Loja	8044.509	6849.433	Alto, muy alto, medio
El Ingenio y Santa Rosa	Loja	12150.152	8890.770	Alto, muy alto, medio
Cuenca del río Paute	Azuay	127486.149	83235.753	Alto, medio
Cuenca de los ríos Colonso y Tena	Napo	11984.753	1588.829	Alto
Mindo-Nambillo, Cuenca Alta del Río Guayllabamba, Maquipucuna	Pichincha	37828.241	30387.022	Alto, muy alto
Toachi Pilatón Subcuenca del Río Pilatón	Pichincha	33887.104	9905.842	Alto, muy alto
Carchi-Imbabura	Esmeraldas	2126.236	1691.622	Alto, muy alto
Cerro Golondrinas	Carchi	2138.783	1597.473	Alto, medio
El Chontal-Íntag	Imbabura	7021.619	3881.336	Muy alto, alto
Santa Rosa-Yasquel	Pichincha	3303.141	2457.503	Muy alto, alto
Loma Corazón, Bretaña, Subcuenca Alta y Media del Río Minas	Sucumbios	9988.957	379.664	Muy alto
Cerro Sumaco y cuenca alta del río Suno	Orellana	102105.575	15689.752	Alto, muy alto, medio
Subcuenca del Río Pañayacu	Sucumbios y Orellana	62404.591	10444.190	Alto, muy alto, medio
Puyando	El Oro, Loja	2677.283	685.599	Muy alto
Cuenca del río Cube cuerpo 2	Esmeraldas	3789.629	426.204	Alto
Flanco oriental del Volcán Pichincha, Tanlagua	Pichincha	9178.981	2897.979	Alto, medio
Cuenca del Río Paján, Ríos Cantagallo y Jipijapa, Colinas Circundantes Portoviejo, Sancán y Cerro Montecristi,	Manabí	38226.625	22896.037	Alto, muy alto, medio
Arenillas, presa Taquín, Moro Moro	El Oro	48925.944	13202.832	Alto, muy alto, medio
La Chomera, Santa Rita, El Guabo, Barrio Susuco, Hoya de Loja, Cuenca Río San Francisco	Loja	26579.154	6772.782	Alto, medio

Ilustración 14. Bosques protectores relacionados con el portafolio para ecosistemas terrestres

Fuente: Novoa et al. (2006), en Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Protegidas

Del total de los bosques protectores, 12 se relacionan geográficamente con sectores calificados en el portafolio terrestre, como de prioridad media, lo que representa cerca de 81.703,90 ha. Aquellos sectores calificados con prioridad alta se relacionan con 16 bosques protectores y cubren cerca de 311.917,04 ha. Finalmente, 16 bosques protectores se relacionan con sectores calificados por el portafolio como de prioridad muy alta y cubren 149.477,83 ha. En total, 543.098,76 ha., que pertenecen a diferentes bosques protectores están consideradas dentro de alguna de las categorías de prioridad para la conservación. Además, cinco bosques protectores están ubicados entre áreas protegidas, lo que facilita de alguna manera

su conexión a través de posibles corredores de conservación. (Cuesta, et al.,2006 en MAE, 2006).

En este sentido, el SNAP, elabora una propuesta la cual establece que en función del estado de conservación y la importancia de los recursos naturales y culturales de un bosque, y considerando la declaratoria de oficio o el pedido de los propietarios; los bosques protectores que pertenecen en la actualidad al Patrimonio forestal del Estado pueden formar parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas SNAP. Para esto se necesita un análisis técnico. Adicionalmente aclara que los bosques y vegetación protectores que no son parte del SNAP actual, se redefinirán como un Área de Recursos Manejados (ARM) o Área Ecológica de Conservación (AEC). (MAE, 2006)

2.1.5 Bosque y Vegetación Protectora Aguarongo

El Bosque y Vegetación Protectora Aguarongo, fue declarada como tal mediante el acuerdo del Ministerio de Agricultura y Ganadería No. 255 y publicado en el Registro Oficial del 22 de Agosto de 1985, zona de protección a la cual se le asignó el área No. 10 dentro de sistema de Áreas de Bosque y Vegetación Protectora (ABVP) (No. 052 dentro del SNAP) de la cuenca del rio Paute (Prado, K 2015 de MAE 2015).

En un diagnóstico realizado en Julio de 1995 por Sarah Hutchison se indica que la zona protegida posee una extensión de 2082 ha y un perímetro de 35 km. En el mismo año del Programa Regional de Bosques Andinos (PROBONA), la Unión Mundial para la Naturaleza (UCIN), Organización Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (Intercooperation) y el Instituto Ecuatoriano Forestal de Áreas Naturales y Vida Silvestre (INEFAN) con el apoyo financiero de la Cooperación

Técnica Suiza; realizaron la publicación de mapas a nivel nacional en donde el Bosque Aguarongo figura con una superficie de 1991.5 ha de las cuales 1750 ha corresponden a bosque nativo andino.

Actualmente mediante publicación oficial en la página web del Ministerio del Ambiente, el Bosque Protector Aguarongo consta como un área de la “Cuenca del Río Paute” con denominación “Subcuenca de los ríos Machángara y Tomebamba” zona No. 8 y con una superficie de 1942 ha (Prado, K 2015 de MAE 2015).

El Bosque Protector Aguarongo, se encuentra localizado en la provincia del Azuay en las parroquias de Jadán, Zhidmad, Gualaceo y San Juan (Cantón Gualaceo), Santa Ana (Cantón Cuenca) y San Bartolomé (Cantón Sigsig) con un perímetro de 35,00 km. Geográficamente pertenece a la cuenca media del Paute, cuyas coordenadas son: 78°48’54” y 78°48’54” de longitud occidental y de 2°52’37” y 2°59’43” de latitud sur. En la parte sur de la cuenca media del río Paute, cuya importancia se evidencia por albergar a la mayor central hidroeléctrica del País. El rango altitudinal se encuentra entre los 2900 y 3320 m.s.n.m con una precipitación media anual de 820mm, entendiéndose que la diversidad de microclimas es una característica fundamental del área. Según clasificación ecológica general se encuentra en la zona de vida correspondiente a bosque húmedo montano bajo (bhMb) (Minga, D. 2014).

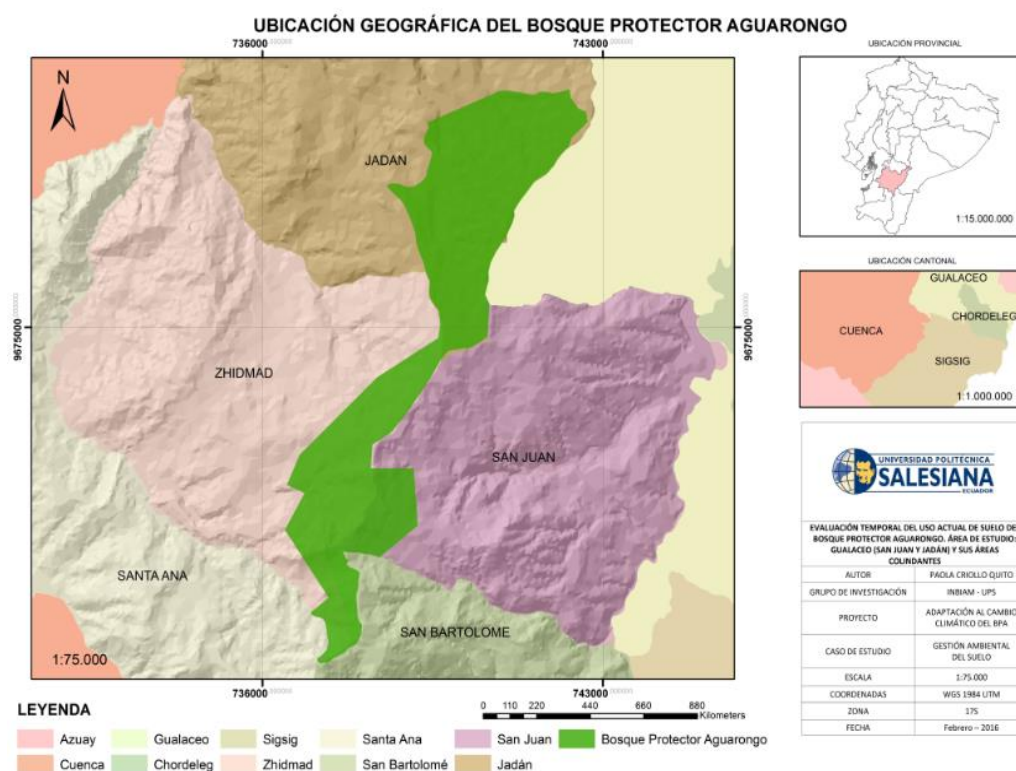


Ilustración 15. Ubicación geográfica del Bosque Protector Aguarongo

Elaborado por: Criollo, P., 2016

En el año en el que fue declarado como Bosque y Vegetación Protectora, la superficie poseía un área de 1758 ha con una posibilidad de ampliación a 2080 ha. Debido a la actividad antrópica en 1989 el área de bosque o matorral alto estaba constituida por 3054 ha, mientras que el área correspondiente a matorral bajo estaba formada por 2092 ha. Hoy en día el área de bosque está constituida por 2879 ha, es decir con 174.68 ha menos; mientras que la zona de matorral bajo está formada por 2225.5 ha, es decir se ha producido un incremento de esta cobertura en 133.5 ha. Este inconveniente se encuentra vinculado al crecimiento demográfico que genera afecciones y pérdidas en los recursos naturales destinados al consumo y comercialización en los centros parroquiales. El aprovechamiento de madera, consumo de leña, extracción de forrajes y plantas nativas por su valor medicinal han sido actividades que han provocado la alteración de esta superficie (Prado, K. 2015).

En el Plan de Manejo Ambiental del Bosque Protector Aguarongo efectuado en el 2002 se manifiesta la existencia de problemas entre las comunidades colindantes por la carencia de una redelimitación del bosque (Plan de manejo ambiental AVBP Aguarongo, 2002)

2.1.5.1 Integridad ecosistémica en los bosques protectores

Integridad ecosistémica es el estado de conservación en el que se encuentran los bosques protectores y bloques forestales, es decir contienen en su interior muestras representativas de ecosistemas así como poblaciones viables de especies endémicas y amenazadas. En este sentido la integridad ecosistémica de cada bosque protector es una expresión indirecta de la viabilidad de las especies que lo conforman y de la funcionalidad de sus sistemas naturales (Verboom y Huitema, 1977)

Cada bosque protector constituye un paisaje dinámico sujeto a cambios continuos en la estructura y composición de las clases que lo conforman (Forman y Gordon, 1986). Estos cambios pueden ser de dos tipos: naturales y antrópicos. Los cambios naturales son de carácter estocástico; es decir están sujetos a estudios de probabilidad y no siguen un patrón claro en cuanto a su regularidad, tamaño y ocurrencia espacial. Los cambios antrópicos responden a dinámicas sociales y a factores restrictivos biofísicos y económicos. La afección de los cambios en el paisaje por actividades humanas ha sido identificada como una de las tres mayores causas en la pérdida de biodiversidad y degradación de los recursos naturales en países en vías de desarrollo (Ganzenmüller *et al.*, 2010).

Estos cambios en los sistemas naturales inducidos por actividades antrópicas generan alteraciones en la estructura y composición de las clases (ecosistemas) que conforman el paisaje (tales como cambios en el área y proporción de los mismos).

Además, estos cambios incrementan la fragmentación, disminuyen la conectividad entre las zonas naturales e incrementan la influencia de la matriz antrópica sobre los parches de vegetación natural remanente (Becker et al. 1991; Saunders et al. 1991; Bierregaard et al. 1992). Eventualmente, estas variaciones tienen impacto en el corto plazo sobre ciertas especies y a mediano plazo sobre comunidades enteras.

Finalmente, estas alteraciones afectan la integridad de los ecosistemas así como la disponibilidad de recursos naturales y, eventualmente, la calidad de vida de la gente que depende de ellos (Angermeier, 1994).

2.1.5.2 Fragmentación de bosques protectores

Según Burel & Baudry (2002) la fragmentación más que una pérdida de hábitat, es una modificación de la calidad del hábitat, que conlleva la disminución y aislamiento de las manchas y un incremento en el efecto de borde.

El fenómeno de la fragmentación sigue un proceso continuo: en primer lugar se da un disturbio pequeño causado por fuentes naturales o antropogénicas, ésta perturbación posee efectos locales, con pequeños impactos en las poblaciones a escalas regionales, luego conforme el claro se incrementa, la perturbación comienza a tener un mayor impacto, a escala local y regional. La deforestación y subsecuentemente la fragmentación raramente son fenómenos aleatorios, se concentran en áreas como las bases de los ríos y pendientes con suelos ricos, lo que puede provocar la pérdida de ecosistemas completos y sus especies características. A esta altura los patrones de fragmentación ya tienen un impacto regional como la reducción de la diversidad de los hábitats, simplificando el mosaico regional y disminuyendo la diversidad gamma y la diversidad de comunidades locales debido a un efecto de meso escala (Kattan & Murcia, 2003). Luego las actividades humanas

comienzan a irradiarse desde los centros de colonización hacia grandes áreas (Redford, 1992).

En torno a la fragmentación, en el Ecuador no existe mucha información que haya analizado este fenómeno a través de medidas concretas, que permitan saber con certeza la intensidad de la fragmentación (González, X & Tapia, M & Valdiviezo M. 2009).

2.1.5.3 Importancia de evaluación del uso de suelo en zonas protegidas

Las zonas protegidas poseen gran riqueza biológica y cultural, las cuales a través de un manejo sustentable pueden garantizar la conservación de ecosistemas en los que se reproducen diversidad de especies y se recrean culturas ancestrales que deben ser preservadas, siendo una parte fundamental, la elaboración de planes de ordenamiento forestal de bosques protectores, lo cual da una oportunidad para construir procesos y comportamientos de respeto a los derechos de la naturaleza y de los seres humanos, como parte de ésta (Rivadeneira, N. 2012).

Una evaluación del uso de suelo puede darse mediante un mapeo de la cobertura vegetal y el uso del suelo para delinear posibles escenarios de conservación. A través de esta metodología se puede generar una herramienta de planificación que permita identificar áreas prioritarias de protección en la región (Salgado, S & Betancourt F & Cuesta F. 2007). Así, en este estudio se generará un mapa actual de cobertura vegetal y uso del suelo así como uno de unidades ambientales basándose en ortofotografías.

2.2 Sistemas de Información Geográfica

Un sistema de información geográfica se establece de la palabra en inglés Geographic Information System (GIS). Se le define como una herramienta de software que nos permite almacenar, recuperar, analizar y desplegar información geográfica (E.S.R.I., 2001).

Éste tiene la capacidad de efectuar una gestión completa de datos referenciados geográficamente. Por datos referenciados se indica a los datos geográficos o mapas que constan de coordenadas geográficas reales asociadas, así como de datos alfanuméricos o descriptivos que se asocian a esos mapas para formar a una base de datos integrada con este concepto de SIG. Por ejemplo, un objeto del modelo del mundo real es una construcción, cuyos datos descriptivos son los siguientes: el número de propiedad, su ubicación, y sus medidas, etc. Además de ello una construcción tiene asociada su descripción geométrica (Sistemas de Información Geográfica, s.f).

Elementos de un SIG:

A consideración del sistema de información geográfica. Corporación Autónoma Regional de Nariño, los componentes de un sistema de información geográfica son:



Ilustración 16. Componentes de un SIG

Fuente: Sistema de información geográfica. Corporación Autónoma Regional de Nariño de Samaniego, H (2012)

- Hardware: Uno de los dispositivos más importantes para incorporar la información a un SIG es un GPS. Como parte indispensable se usan pc's (pentium 2.0 GHZ y 512 RAM como mínimo), Plotters y Scanners.
- Software: Se utiliza software de ESRI como ARCVIEW y ARCINFO de la familia ARCGIS.
- Datos geográficos: Los datos geográficos están compuestos por todo lo que vemos a nuestro alrededor, entre ellos pueden estar las calles, los postes eléctricos, las casas, las montañas, pozos, lagos, ríos, teléfonos públicos, etc.
- Equipo humano: Es el encargado de trabajar esta información haciendo uso del hardware, software y los datos geográficos. El equipo humano es la parte más importante en un sistema SIG.

Aplicaciones de un Sistema de Información Geográfico:

Para Cesga (2001) algunos ejemplos de las aplicaciones que los SIG han mostrado beneficio y utilidad son las siguientes:

- Aplicación Forestal: para determinar la magnitud de la tala y conocer la vía o el acceso a esa tala.
- Bases de datos ambientales: con estos datos realizar planes convenientes a evitar deterioros naturales en una región.
- Censos: con los datos obtenidos conocer los usos de los servicios que se ofrecen en un área como la distribución de agua potable y transporte.
- Grandes bases cartográficas: con estas bases de datos se adquiere más fácilmente el mantenimiento de inventario con referencias espaciales de los bienes inmuebles así como de su valoración y para preparar una gestión contribuyente en la Administración Pública

- Planeación Urbana: la elaboración de Planes Generales y Normas Subsidiarias, entre otros están los Planes Parciales, Proyectos de Urbanización, Proyectos de Compensación y Reparcelaciones, Evaluaciones de Impacto Ambiental, Planes Especiales y Catálogos.
- Sistemas de empresas de servicios: para los servicios de transporte que controlan sus equipos con un rastreo satelital.
- Sistemas para el control y modernización de cambios ambientales: estos ofrecen una inspección para zonas de riesgos por factores naturales, y análisis para planes de conservación.

2.2.1 ArcMap 10.1

Comprende una serie de aplicaciones, que utilizadas en conjunto, permiten realizar funciones que alimentan y administran un sistema de información geográfica (SIG), desde creación de mapas, manejo y análisis de información, edición de datos, metadatos y publicación de mapas en la Internet (DEFINICIÓN DE SIG - ARCGIS.pdf, s. f.).

Las aplicaciones que conforman ArcGIS son (INEC, Capacitaciones e Instructivos.pdf, s. f):

- ArcCatalog: se emplea para organizar y administrar toda clase de datos gráficos y alfanúmericos.
- ArcToolbox: permite convertir los datos espaciales de un formato a otro, así como inducir un sistema de referencia o cambiar proyecciones de datos.
- ArcMap: esta aplicación permite desplegar mapas e investigarlos. Es la aplicación central cuyas funciones son: visualizar, crear mapas, editar, análisis espacial, tablas, reportes, fotografías.

2.2.2 Ecognition

Es un software desarrollado por la empresa Definiens Imaging, basado en el “fuzzy logic” o lógica difusa, exclusivamente para clasificaciones. La diferencia fundamental con otras herramientas para la clasificación de imágenes, es que eCognition no clasifica pixels individuales, sino objetos definidos en la imagen a través de su segmentación. Este análisis se basa en regiones homogéneas y contiguas siendo los resultados con mayor precisión (Definiens Imaging GmbH. 2002).

La particularidad de este tipo de análisis es que la clasificación se realiza en base a objetos y no a píxeles. Al estar la imagen formada por píxeles, el primer paso en el análisis orientado a objetos es agrupar los píxeles adyacentes mediante técnicas de regiones crecientes, para posteriormente clasificar los objetos extraídos. Con ello el número de parámetros que se pueden valorar aumenta notablemente, permitiendo considerar criterios como el tamaño, la forma, medias de color, máximos y mínimos, proximidad a otros objetos, textura, etc. Al mismo tiempo, la segmentación reduce el número de objetos a clasificar, con lo que el tiempo de procesado también disminuye (Willhauck, G. 2000).

La segmentación se inicia con un píxel que forma un objeto o una región en la imagen y continúa hasta que el criterio especificado por el usuario se alcanza. La primera decisión se basa en el criterio de homogeneidad local. El algoritmo garantiza una distribución espacial regular de los objetos de la imagen. El algoritmo subyacente es esencialmente un procedimiento de optimización heurístico que minimiza la heterogeneidad media de los objetos de la imagen para una resolución dada para toda la escena. La propia heterogeneidad no sólo está basada en la desviación típica de los objetos de la imagen sino también en su forma. La relación

entre heterogeneidad espectral y forma hace que se logre un ajuste en los resultados de la segmentación (Baatz, M. y Schäpe, A. 2000).

2.2.2.1 Cobertura vegetal

La cobertura de la tierra se refiere a las condiciones biofísicas observadas sobre el terreno (Di Gregorio y Jansen, 2000). La caracterización espacial de la cobertura de la tierra se realiza utilizando una leyenda temática que define tipos de cobertura mutuamente excluyentes y homogéneos a diferentes escalas. Desde la perspectiva de representación de ecosistemas, la cobertura de la tierra define condiciones generales sobre la fisonomía de la vegetación (e.g., bosques, vegetación arbustiva y herbácea) y la naturaleza de los procesos que generan la cobertura (e.g., vegetación natural, sistemas agrícolas) (Báez et al 2010).

Sistema de clasificación de ecosistemas para el Ecuador continental:

Se optó por generar un sistema de clasificación jerárquico que permita agrupar ecosistemas a diferentes escalas espaciales en relación a los factores diagnósticos o clasificadores definidos en base a la evaluación de los dos sistemas usados como base conceptual. En esta nueva clasificación los factores diagnósticos (e.g bioclima, biogeografía, geomorfología) pueden ser utilizados de forma anidada y así definir y proyectar geográficamente los ecosistemas del Ecuador continental así como el ordenamiento jerárquico de los clasificadores diagnósticos permitirá el modelamiento de la distribución potencial de los ecosistemas ya sea de forma individual o en forma de agrupaciones de ecosistemas (MAE: Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental, 2012)

NIVEL I Clasificadores prescriptivos:	<i>Fisonomía</i>
NIVEL II Clasificadores prescriptivos:	<i>Macrobiodiversidad</i>
NIVEL III Clasificadores prescriptivos:	<i>Relieve general</i> <i>Biogeografía: Región Biogeográfica</i> <i>Bioclima: pluvial, pluvietacional, xérico, desértico</i> <i>Inundabilidad general: inundable, no inundable, inundado</i>
Clasificadores opcionales:	
NIVEL IV Clasificadores prescriptivos:	<i>Biogeografía: Provincia Biogeográfica</i> <i>Macrorelieve</i> <i>Ombrotipo</i> <i>Fenología general</i>
NIVEL V Clasificadores prescriptivos:	<i>Mesorelieve</i> <i>Termotipo</i> <i>Caracterización fluvial</i> <i>Biogeografía: Sector biogeográfico</i>
Clasificadores opcionales:	
NIVEL VI Clasificadores prescriptivos:	<i>Composición florística: Composición y variación florística a escala local (asociaciones-ecosistemas)</i> <i>Tipos de aguas</i> <i>Pisos ecológicos: Composición florística, variación termo - altitudinal</i>
Clasificadores opcionales:	<i>Tipo de suelo o asociación de suelo</i> <i>Regímenes de perturbación: derrumbes y/o deslizamientos de ladera, vendavales, incendios</i> <i>Estado de conservación: Grado de intervención</i> <i>Sustratos biológicos particulares</i> <i>Fisonomía específica o peculiar</i> <i>Geología</i>

Ilustración 17. Sistema de clasificación jerárquico para los Ecosistemas del Ecuador continental a partir de criterios IVC, Sierra et al. 1999 y Navarro y Maldonado 2006

Fuente: MAE: Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental, 2012

A continuación se describirán los niveles de clasificación para los ecosistemas del Ecuador, a consideración del Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental.

- NIVEL I: Se refiere al componente estructural y funcional de los ecosistemas o unidades de vegetación. Este factor funcional y medible a escala global separa la vegetación herbácea (herbazal), vegetación arbustiva (arbustal) y vegetación arbórea (bosque). El uso y de estos conceptos parte del objetivo de homologación con iniciativas regionales y tienen como base la clasificación del Panel Internacional para el Cambio Climático (IPCC).

- NIVEL II: Hace referencia al macrobioclima como el conjunto de factores climáticos (temperatura, precipitación) que influyen a escala continental o global sobre las comunidades de especies-individuos.
- NIVEL III: El tercer nivel de clasificación toma en cuenta criterios biogeográficos, del relieve general y de inundabilidad. La distribución, diversidad y abundancia de grupos taxonómicos al nivel de familia y géneros a escalas continentales (10 000 km²) es el factor principal. El segundo factor denominado relieve general permite a su vez la división del relieve a niveles que son importantes en la delimitación de unidades de vegetación. La inundabilidad general permite a su vez diferenciar a aquellas unidades de vegetación sujetas a regímenes de anegamiento permanente (inundado), áreas que se caracterizan por una temporalidad en estos ciclos de inundación (inundable) y finalmente a aquellas zonas que no sufren inundación ubicadas principalmente en los interfluvios de las unidades hidrográficas mayores (no inundable o tierra firme).
- NIVEL IV: A su vez dentro de una región biogeográfica existen áreas caracterizadas por la abundancia y diversidad de ciertos grupos de plantas a niveles taxonómicos de género que determinan la existencia de un patrón de distribución repetitivo.
- NIVEL V: El mesorelieve define unidades geomorfológicas a escala de paisaje (< 1000 Km²) que conforman unidades más amplias. El termotipo entra en este nivel de clasificación ya que la variación altitudinal y su consecuente efecto en la variación térmica funcionan a partir de la existencia de zonas de montaña. El sector florístico es la siguiente jerarquía en el factor biogeográfico, el sector se constituye entonces en un conjunto de

comunidades de especies-individuos locales que comparten afinidades florísticas al nivel de especie y género pero principalmente de especies.

2.2.2.2 Unidades ambientales

Las unidades homogéneas o ambientales, son un tipo de unidades de integración que pueden definirse como “unidad homogénea tanto en sus características físicas como en su comportamiento o respuesta frente a determinadas actuaciones o estímulos exteriores” El proceso de identificación de las unidades ambientales, aporta en sí mismo un conocimiento de la zona de estudio que ha de completarse posteriormente con una descripción de dichas unidades para finalmente ser valoradas, generalmente en atención a sus cualidades ecológicas, productivas, funcionales, paisajísticas y científico-culturales, en el marco del objetivo concreto marcado (Gomez, O. 2001).

Las unidades ambientales a consideración de Altur Grau, V.J. (2002) manifiesta que se pueden definir de varias formas: -empírica: a partir de la experiencia y buen conocimiento del terreno -superposición de los factores inventariados - superposición de los factores con mayor carga explicativa: geomorfología, vegetación natural y cultivos y usos del suelo, por ejemplo. -divisiones sucesivas del territorio atendiendo a 1- semejanzas climáticas, 2- estructura geológica, 3- recubrimiento vegetal, 4-usos del suelo. Cada una de las posibilidades de definición, plantea una serie de ventajas e inconvenientes que será necesario valorar según el caso concreto (objetivos planteados, escala de trabajo...)

2.2.2.3 Categorías de ordenación

Las categorías de ordenación sirven para determinar la capacidad de acogida y se dividieron de la siguiente manera:

- **Conservación y Regeneración**

Preservación estricta: Se restringe al mínimo todo tipo de intervención antrópica y se aplica en áreas que contienen elementos naturales intrínsecamente más valiosos del ámbito, elementos significativos para un ámbito superior o elementos aislados que cumplen un papel vital en el funcionamiento del conjunto.

Conservación Activa: Donde se conserva la actividad antrópica por estar vinculada a la creación y conservación de los ecosistemas y recursos existentes, conservación de las actividades y labores culturales dentro del territorio.

Regeneración del ecosistema: Se aplica a espacios dignos de recuperación por su estado degradado, por su localización o por ser causa de procesos indeseables que requieren intervención. Esta regeneración puede adoptar formas distintas según la casuística particular de las unidades a que se asigne (podas selectivas, pastoreo controlado, limpieza, eliminación selectiva de vegetación, tratamiento de plagas y enfermedades, etc.).

Actividades científico culturales: Utilización del medio para experiencias e investigación de tipo científico, visitas de difusión de conocimientos en orden a la cultura de masas e iniciación a la naturaleza. Incluye los edificios, equipos e instalaciones (laboratorios, aulas, elementos de observación, etc.) necesarios.

Repoblación forestal: Plantación o siembra de especies arbóreas seleccionadas por criterios ecológicos o paisajísticos, pasando los productivos a un segundo plano. No significa que los espacios a que se asigne esta actividad se sustraigan al

aprovechamiento económico sino que éste queda supeditado a la conservación de la naturaleza y del paisaje.

- **Esparcimiento y Deportes al aire libre**

Excursionismo y contemplación: Actividades de turismo, excursión, infraestructuras básicas de pequeña envergadura como paso sobre arroyos, tramos de sendas, miradores, etc., que se presumen cuidadosas e integradas en el paisaje.

Recreo concentrado: Adaptación de un espacio localizado para actividades recreativas concentradas de distinto tipo, dotándolo con equipos de pequeña entidad: mesas, bancos, fuentes, servicios sanitarios, juegos de niños, papeleras, crematorio de basuras, etc.

Camping: Instalaciones fijas con dotaciones y servicios variables en función de su categoría, que exigen una fuerte adaptación y alteración directa del medio y suponen presión sobre su entorno.

Baño y actividades náuticas: Incluye no solo la práctica de estas actividades, sino también el necesario acondicionamiento de terrenos ajenos en la ribera.

Caza: Práctica de esta actividad de acuerdo con la reglamentación, nacional o autonómica, que la regula.

Pesca: Práctica de esta actividad de acuerdo con la reglamentación, nacional o autonómica, que la regula.

Motocross, trial: Práctica de estos deportes sobre terrenos o circuitos acondicionados para ello, incluyendo el propio acondicionamiento.

Circulación campo a través con vehículos todo terreno: Práctica de esta actividad sobre espacios no acondicionados.

- **Actividades Agrarias**

Agricultura extensiva de secano

Agricultura de regadío: Incluye todas las obras e instalaciones necesarias a esta actividad (acequias, caminos, depósitos de agua, etc.) así como los edificios ligados a la explotación agraria.

Huertos familiares y/o metropolitanos: Se trata de un especial tipo de agricultura de regadío en parcelas muy pequeñas, con finalidad de autoconsumo y/o de ocio para el usuario.

Agricultura industrial: invernaderos: Instalaciones fijas bajo cubierta de vidrio o plástico para cultivo forzado.

Pascicultura: Preparación del terreno, incluyendo instalaciones de control, albergue y manejo del ganado, así como el pastoreo y los cuidados culturales para su práctica.

Pastoreo: Aprovechamiento de los pastizales naturales a diente por el ganado, incluyendo las instalaciones necesarias para ello: vallas de separación, electrificadas o no, bebederos, refugios, etc.

Edificaciones ganaderas: Edificaciones e instalaciones para la cría de ganado en cautividad.

Repoblación forestal: bosque productor: Repoblación forestal con las especies más adecuadas desde el punto de vista de la producción maderera y su ordenación de acuerdo con el principio de “producción sostenida”.

Edificaciones asociadas a la explotación agraria: Edificios destinados al almacenamiento de productos, materiales o maquinaria de la explotación así como los necesarios para otros servicios de la misma.

Vivienda rural: Edificación destinada a las personas directamente ocupadas en los trabajos de la explotación.

- **Actividades Industriales**

Polígonos industriales: Terrenos urbanizados para localización industrial, incluyendo esta.

Industria pesada aislada: Industria con edificaciones de distinto tipo que ocupa la práctica totalidad del espacio afectado con posibilidad de emitir vertidos sólidos, líquidos y gaseosos.

Industria limpia: Se asimila a la urbanización de media o alta densidad a la que puede acompañar.

Industria extractiva: Incluye todo tipo de extracción de materiales útiles del subsuelo, tanto por métodos subterráneos o de interior como de superficie o a cielo abierto, así como las instalaciones necesarias (plantas de tratamiento, naves, etc.).

- **Infraestructuras**

Autopistas: Según definición de la vigente Ley de Carreteras; es preceptivo su cerramiento en toda su longitud.

Autovías: Según definición de la vigente Ley de Carreteras; no es preceptivo su cerramiento.

Carreteras: Según definición de la Ley de Carreteras.

Ferrocarriles: Vías férreas para la circunvalación de trenes.

Pistas forestales: Vías rurales para la gestión extracción de productos de los bosques.

Líneas aéreas de conducción eléctrica o telefónica: Tendido aéreo de cables soportados por postes o torres anclados en el terreno.

Oleoductos, gaseoductos, etc.: Infraestructuras para transportar combustibles fósiles licuados o gasificados.

Embalses: Presa y almacenamiento de agua en cerradas artificiales.

Canales hidráulicos: Canales para el transporte de agua.

Antenas para telefonía móvil, televisión y otras instalaciones puntuales de comunicación: Artefactos muy conspicuos y visibles, generalmente anclados en zonas culminantes del territorio.

- Disposición de Residuos

Vertederos de residuos inertes. Escombreras: Acumulación controlada de residuos sólidos inertes, procedentes de derribos, desmontes, vaciados, tierras sobrantes o inertes procedentes de la minería o de la industria.

Vertedero de residuos urbanos: Acumulación controlada de residuos procedentes de basuras domésticas y de composición heterogénea.

Vertedero de residuos tóxicos: Vertidos de procedencia industrial de tipo tóxico o peligroso.

Cementerios: Inhumación de cadáveres humanos, incluye instalaciones propias de este tipo de equipamiento crematorio, capilla, zonas ajardinadas, etc.

Tabla 1. Categorías de ordenación

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA
CONSERVACIÓN Y REGENERACIÓN	Preservación estricta
	Conservación activa
	Regeneración del ecosistema
	Actividades científico-culturales
	Repoblación forestal
ESPARCIMIENTO Y DEPORTES AL AIRE LIBRE	Excursionismo y contemplación
	Recreo concentrado
	Camping
	Baño y actividades náuticas
	Caza
	Pesca
	Motocross, trial
ACTIVIDADES AGRARIAS	Circulación a través del campo con vehículos todo terreno
	Agricultura extensiva de secano
	Agricultura de regadío
	Huertos familiares y/o metropolitanos
	Agricultura industrial: invernaderos
	Pascicultura
	Pastoreo
	Edificaciones ganaderas
	Repoblación forestal: bosque productor
	Edificaciones asociadas a la explotación agraria
ACTIVIDADES INDUSTRIALES	Vivienda rural
	Polígonos industriales
	Industria pesada aislada
	Industria limpia
INFRAESTRUCTURAS	Industria extractiva
	Autopistas
	Autovías
	Carreteras
	Ferrocarriles
	Pistas forestales
	Líneas aéreas de conducción eléctrica o telefónica
	Oleoductos, gaseoductos, etc
	Embalses
	Canales hidráulicos
DISPOSICIÓN DE RESIDUOS	Antenas para telefonía móvil, televisión y otras instalaciones puntuales de comunicación
	Vertederos de residuos inertes. Escombreras
	Vertedero de residuos urbanos
	Vertedero de residuos tóxicos
	Cementerios

Fuente: Ordenación Territorial 2da. Edición, 2008

Elaboración: Profesor Domingo Gómez Orea

Para la obtención del mapa de la capacidad de acogida se procede a dar un valor a cada subcategoría y luego sacar un promedio de cada categoría lo cual nos ayuda en la toma de decisiones y puntos de actuación, conservación y mantenimiento.

Tabla 2. Valores de las subcategorías de ordenación

VALOR	DESCRIPCIÓN
1	Muy baja
2	Baja
3	Media
4	Alta
5	Muy alta

Fuente: Ordenación Territorial 2da. Edición, 2008

Elaboración: Profesor Domingo Gómez Orea

Donde 5 es el mayor valor, es decir lugares donde la capacidad de acogida es *muy alta* y 1 es el valor más bajo, es decir lugares donde la capacidad de acogida es nula o *muy baja*.

2.2.2.4 Capacidad de acogida:

Según Domingo Gómez Orea (2002): Por capacidad de acogida del territorio para una actividad, se entiende el “grado de idoneidad” o la cabida de aquel para ésta teniendo en cuenta, a la vez, la medida en que el territorio cubren los requerimientos locales de la actividad y los efectos de ésta sobre el medio; indica y representa el mejor uso que puede hacerse del territorio teniendo en cuenta el punto de vista de las actividades que en él se pueden dar y el del medio.

Para determinar la capacidad de acogida de cada unidad territorial es necesario previamente definir el modelo impacto/aptitud mediante la:

- Estimación de la potencialidad del territorio en cuanto a la explotación minera de los recursos (APTITUD).
- Estimación de la fragilidad o vulnerabilidad del territorio para dicha actividad (IMPACTO).

La evaluación de ambos conceptos se realiza siguiendo un esquema metodológico similar al que se aplica en el valor para la conservación, asignando la misma escala tanto para el valor impacto como el de aptitud. Las clases de capacidad de acogida que expresan el uso vocacional, compatible, compatible con limitaciones e incompatible de cada unidad territorial con respecto a la actividad.

2.2.3 GPS (Global Positioning System)

El SPG o GPS es un sistema global de navegación por satélite (GNSS) que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona o un vehículo con una precisión hasta de centímetros (si se utiliza GPS diferencial), aunque lo habitual son unos pocos metros de precisión. El sistema fue desarrollado, instalado y actualmente operado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos (Wikipedia, 2016).

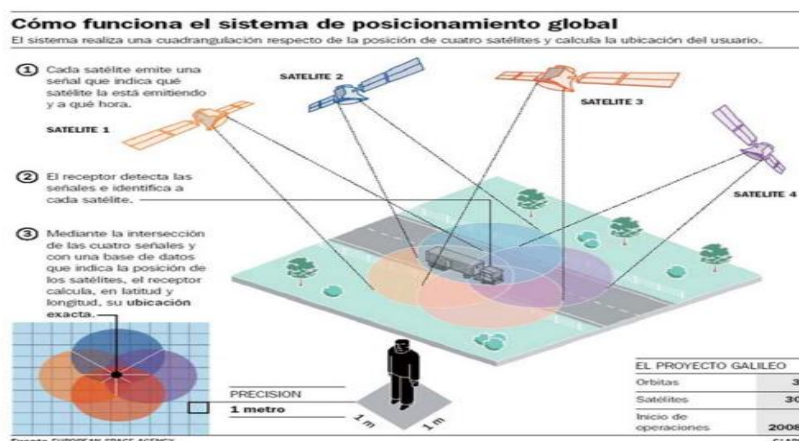


Ilustración 18. Esquema funcionamiento GPS

Fuente: Agencia Espacial Europea

La tecnología GPS (Global Positioning System) fue diseñada originalmente con propósitos militares pero rápidamente se vió su aplicabilidad en el mundo civil, fundamentalmente en navegación y topografía (Maguire, 1991). Según Openshaw, S (1991) El sistema consta de tres componentes:

- Componente espacial, formado por 24 satélites que pasan por el mismo lugar cada 12 horas de manera que se puede contar en cualquier lugar y en cualquier momento con al menos 4 de estos. Cada satélite lleva a bordo varios relojes atómicos de gran precisión y emiten constantemente una señal característica que contiene la posición del mismo.
- Componente de control, formado por una serie de estaciones de observación cercanas al Ecuador encargados de controlar la posición orbital de los satélites y calibrar y sincronizar los relojes.
- Usuarios con un receptor GPS, entre las actividades la navegación marítima o terrestre, excursionismo, topografía, control de maquinaria, etc.

2.3 Muestreo espacial

El muestreo espacial es una parte del proceso de la digitalización de una imagen. Consiste en escoger muestras representativas de un modelo (por ejemplo una fotografía para un posterior procesado. La operación básica en los sistemas de adquisición de imágenes y de video es la especificación de la intensidad (o color) de la imagen en unos puntos determinados en el espacio llamados píxeles. Una vez hecha la división obtenemos (como se puede observar en la imagen de ejemplo) una imagen dividida en numerosos píxeles del mismo tamaño. Si nos fijamos en uno de los píxeles vemos que predomina un único color o tono. Este color o tono será el que posteriormente se cuantificará y codificará. Al muestrear, dependiendo de la dimensión del píxel escogido, obtendremos un muestro con más o menos resolución

espacial. Un mal muestreo puede hacer que todo el estudio que se haga posteriormente sea erróneo. Se ha de garantizar que el muestreo sea seguro y fiable (Wikipedia, 2016).

En sistemas de información geográfica (SIG), la cobertura de la población objetivo es más segura partiendo de fotos aéreas. El hecho de que la cobertura sea útil como marco poblacional depende de la habilidad del intérprete de la foto y del cartógrafo (Chao, C.-T., Thompson, S.K. 2001).

Con la disponibilidad de los SIG, las representaciones de mapas electrónicos son cada vez más comunes en poblaciones medioambientales. Si representamos un marco mediante un SIG, la población puede verse como una población finita o continua de puntos. Por ejemplo, una lista de coordenadas de los lagos se puede obtener a partir de la Base de Datos Hidrográfica Nacional. Por el contrario, un bosque, un gran estuario, o una red de arroyos pueden ser tratados como continuos. Los lugares de muestreo se pueden identificar mediante la elección de puntos a partir de la representación SIG (Chao, C.-T., Thompson, S.K. 2001).

Al ser un mapa los resultados se obtendrán en categorías, siendo estas las variables; por lo que de acuerdo a la bibliografía consultada (Rojas, S. 2011) propone esta fórmula la distribución binomial de probabilidad, para obtener el número de muestras:

$$n = \frac{z^2 pq}{L^2}$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra

z = La abscisa de la curva normal para un valor determinado de valor

p = Porcentaje estimado de aciertos

L = Intervalo de error tolerable

q = porcentaje estimado de errores= $1 - p$

Lo que se pretende con el muestreo es verificar la información temática obtenida de forma digital correlacionándola con el entorno geográfico.

3. Materiales y métodos

3.1 Diseño:

Para la ejecución del trabajo de titulación se realizó un mapa de cobertura vegetal y uso actual del suelo a partir de ortofotografías del proyecto Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica "SIGTIERRAS" ejecutado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), en asocio con los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADM), para contribuir a la eficiente gestión y administración territorial en el Ecuador. Estas ortofotos fueron facilitadas por el Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador (IERSE). Es importante mencionar que la preparación de esta información digital estuvo a cargo de 4 integrantes del Grupo de Investigación en Biotecnología Ambiental (INBIAM) específicamente del proyecto Adaptación al cambio climático del Bosque Protector Aguarongo: caso de estudio gestión ambiental del suelo; para que posteriormente cada persona pueda trabajar con la zona de estudio y tema competente del proyecto.

A continuación se describe el proceso, mediante el cual se llegó a la obtención de este mapa.

3.1.1 Mapa de uso y cobertura del suelo

Generar un mapa de uso y cobertura de suelo nos ayuda en la identificación de cambio de uso de suelo y análisis de cobertura vegetal mediante el procesamiento y manejo de ortofotos y polígonos digitales que representan las distintas coberturas, si bien es cierto actualmente existen mapas de uso y cobertura de suelo generados por el MAE en coordinación con el MAGAP donde las coberturas se dividen por niveles llegando así al nivel 4 sumamente desglosado, sin embargo estos mapas

están generados a una escala regional 1:100.000, es decir, es un mapa muy general para poder utilizarlo en nuestro trabajo experimental.

Para la obtención del mapa se empleó el software ArcGIS 10.1 que presenta un conjunto de aplicaciones integradas: ArcMap, ArcCatalog y ArcToolbox. Usando estas aplicaciones en conjunto se puede desarrollar cualquier actividad o tarea SIG, incluyendo mapeo, administración de datos, análisis geográfico, edición de datos y geoprocесamiento (López Y», s. f.).

El planteamiento que se ha propuesto es la generación de un nuevo mapa de cobertura y uso de suelo basándonos en las coberturas ya definidas por el mapa del MAE y a una escala regional 1: 5.000 para el nivel 1 y en coordenadas UTM con el dátum WGS84. Este mapa será un importante insumo para una adecuada planificación, toma de decisiones y formulación de planes y programas a nivel de gobiernos autónomos descentralizados parroquiales colindantes del Bosque de Vegetación Protectora Aguarongo.

A continuación se muestra la metodología utilizada para la generación del mapa de cobertura y uso de suelo.

3.1.1.1 Digitalización Manual:

La digitalización manual de coberturas comprende el trabajo de “calcar” cada una de las coberturas como construcciones, vías, cultivos, cuerpos de agua y otras coberturas que una clasificación digital no podría diferenciar con tal exactitud.

Las coberturas se digitalizaron con ayuda del software ArcMap 10.1 de la siguiente manera:

Una vez cargado el mosaico compuesto por 59 ortofotos que contienen al Bosque Protector Aguarongo y sus áreas colindantes, se creó un nuevo *shape* ya sea de tipo polígono o línea dependiendo de la cobertura a digitalizar, a continuación utilizamos la herramienta *Editor* para iniciar la edición del *shape* creado y digitalizar normalmente.

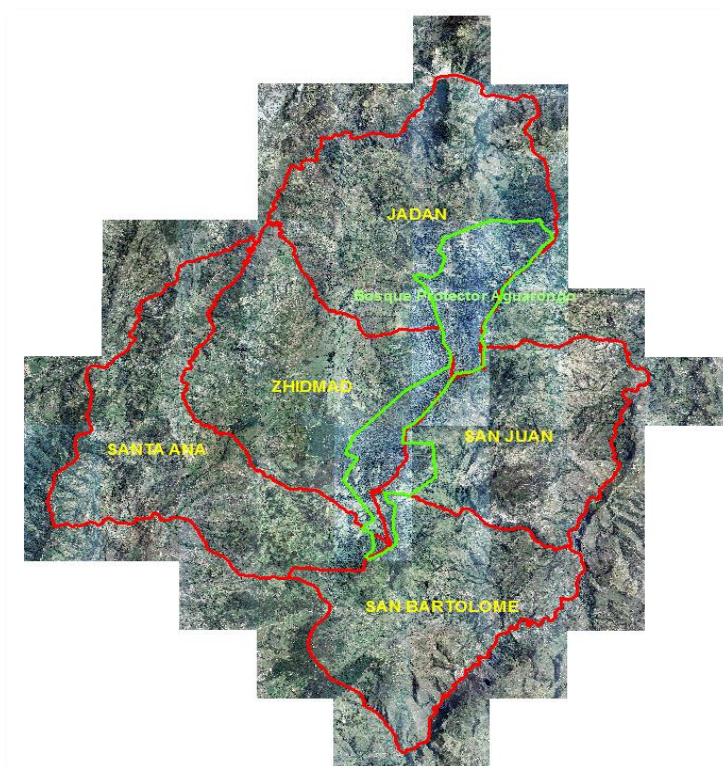


Ilustración 19. Mosaico de ortofotos de las parroquias que integran la zona de estudio

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

La digitalización fue realizada por cuatro integrantes del Grupo de Investigación en Biotecnología Ambiental (INBIAM); sobre cada una de las ortofotos que contiene las parroquias colindantes del BPA.

En la revisión bibliográfica se realizó una consulta referente al Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental, de dónde se obtuvo las categorías de uso y cobertura de suelo, a continuación se indicará esta clasificación:

Tabla 3. Categorías de uso y cobertura del suelo

NIVEL I	NIVEL II
Bosque	Bosque nativo
Tierra Agropecuaria	Cultivos
	Pasto sin riego
	Pasto con riego
Vegetación	Vegetación arbustiva y herbácea
Hidrografía	Cuerpos de agua
	Cursos de agua
	Río doble
Zona antrópica	Construcciones
	Vías
Otras tierras	Suelo descubierto

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

Para iniciar la digitalización manual es recomendable situarnos a una escala 1:800 en el indicador de escala del software ya que esta es la mayor escala que puede ver el ojo humano, a continuación se muestra el proceso de digitalización:

Tierra Agropecuaria

Dentro de esta clasificación se encuentran los cultivos, pasto con riego y pasto sin riego, los cultivos fueron digitalizados y las dos últimas coberturas se definieron mediante una clasificación digital.

- **Cultivos**

Los cultivos son la parte más importante de este trabajo experimental ya que al digitalizarlos podemos inferir directamente hacia donde se expanden, cuál es el área que ocupan en la zona de estudio y la pendiente a la que estos se encuentran, con esto podríamos determinar el avance de la frontera agrícola, identificar los lugares

donde hay mayor incidencia de cultivos y analizar la capacidad de acogida de ese territorio.

La digitalización de los cultivos se realizó con shapes de tipo polígono una escala 1:800, generalmente estos cultivos se encuentran cerca de una casa o una vía que permite el ingreso.



Ilustración 20. Digitalización manual de cultivos

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

Hidrografía

Dentro de la hidrografía se digitalizaron los cuerpos de aguas naturales y artificiales, los ríos dobles y cursos de agua.

- **Cuerpos de agua**

Los cuerpos de agua contienen lagunas naturales y artificiales que son construidas para el abastecimiento de agua para comunidades y zonas pobladas así como parte de sistemas de riego de cultivos y pastos. Estos cuerpos de agua fueron digitalizados con shapes de tipo polígono a una escala 1:800.



Ilustración 21. Digitalización manual de cuerpos de agua

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

- **Cursos de agua**

Los cursos de agua contienen las quebradas y ríos pequeños que pueden observarse a una escala 1:800 en la interfaz del software, cabe destacar que aquellos ríos que no son detectables por el ojo humano a esa escala no están digitalizados, estos cursos de agua fueron digitalizados con shapes de tipo línea.



Ilustración 22. Digitalización manual de cursos de agua

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

- **Río doble**

El río doble comprende aquellos ríos de gran longitud y anchura lo cual nos permite calcular el área que ocupan dentro de la zona de estudio así como su perímetro, el nombre de los ríos dobles digitalizados y sus datos se pueden encontrar

en la parte de resultados, los ríos dobles fueron digitalizados con shapes de tipo polígono a la misma escala.



Ilustración 23. Digitalización manual del río doble

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

Zona antrópica

- **Construcciones**

Las construcciones se sitúan dentro de la clasificación de “zona antrópica” nombrada en la tabla de leyenda temática Nivel I del MAE, la digitalización de las construcciones nos informa con exactitud la posición de las construcciones como casas, invernaderos, canchas deportivas y plantas de tratamiento de agua, el área que ocupan y su ubicación con lo que podríamos inferir el crecimiento de la zona urbana y rural.

Dichas construcciones se digitalizaron en forma de polígono tratando siempre de mantener la perpendicularidad sobre todo al digitalizar las casas, esta propiedad se puede mantener presionando la combinación de teclas *ctrl + E* al momento de digitalizar.

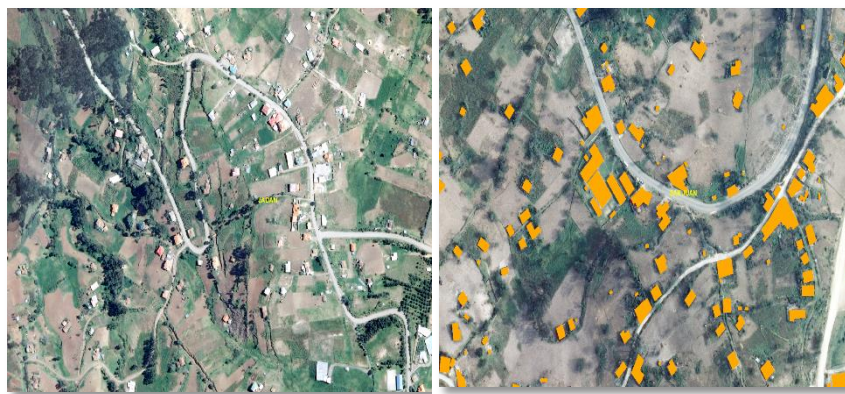


Ilustración 24. Digitalización manual de construcciones

Elaborado por: Integrantes del proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo (INBIAM, 2016)

- **Vías**

Las vías situadas en el Bosque Protector Aguarongo y sus áreas colindantes se sitúan dentro de la clasificación de “zona antrópica” nombrada en la tabla de leyenda temática Nivel I del MAE,

En esta clase de cobertura de suelo se digitalizaron manualmente las vías principales y secundarias a escala 1:800, esto se realizó en un shape de tipo polilínea para que posteriormente puedan ser convertidas en polígonos y poder calcular el perímetro, área y otros parámetros de interés.

Al digitalizar esta cobertura del suelo se puede conocer la continuidad de estas en la zona de estudio al permitir la comunicación entre comunidades aledañas y el acceso a lugares en los que se realizan actividades de tipo agropecuario.

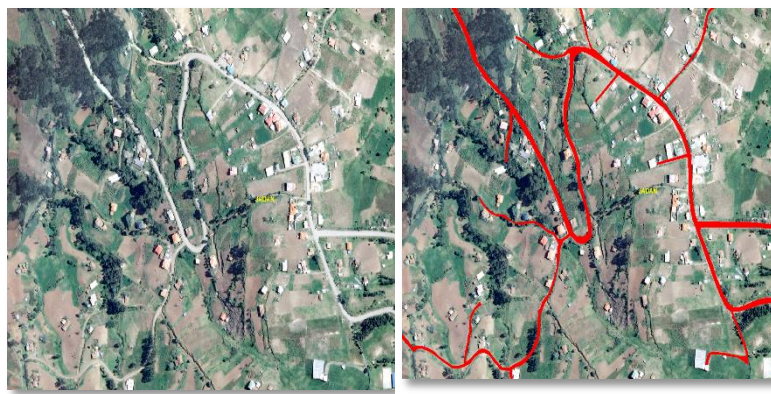


Ilustración 25. Digitalización manual de vías

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

3.1.1.2 Clasificación digital

A continuación se realizó una clasificación digital para obtener las coberturas faltantes que son:

- Tierra Agropecuaria: Pasto con riego, pasto sin riego
- Vegetación leñosa: Bosque nativo
- Vegetación: Vegetación Arbustiva y Herbácea
- Otras tierras: Suelo descubierto

Obtención de bosque nativo, pasto con riego, pasto sin riego, suelo descubierto:

Para este procedimiento se utilizó el programa Ecognition Delover que es un software que combina todo tipo de datos geoespaciales para realizar diversos análisis y comparaciones. Permitiendo la detección de cambios, extracción de características del terreno, mapas temáticos, identificación de vegetación, etc (De Sousa, 2013).

Para realizar las funciones ya mencionadas el software utiliza análisis basado en objetos, es decir, agrupa píxeles de imágenes con características similares de acuerdo a una parametrización dada (GeoToolBox ibérica, 2002).

En este proceso se obtuvo las coberturas de suelo descubierto, pasto sin riego, pasto con riego, bosque nativo. A continuación se indica el proceso ejecutado en el software Ecognition Delover utilizado para cada una de las 59 ortofotos.

- Segmentación

En este proceso se realizó una segmentación de cada ortofoto con el fin de que la imagen se fraccione dependiendo de las características espectrales de cada pixel minimizando para un número dado de objetos en la imagen, la media de la heterogeneidad y produce objetos altamente homogéneos (Definiens, 2007). El proceso de segmentación sirve para generar una imagen de objetos como primer paso para una clasificación posterior (Baatz y Schäpe 2000). Para ellos se tomo en cuenta ciertos parámetros que a continuación se indican:

Tabla 4. Parámetros de segmentación de ortografías

Parámetro	Valor
Image Layer weights	
Blue	1
Green	1
NIR	2
Red	1
Thematic Layer usage	
Scale Parameter	10
Composition of homogeneity criterion	
Shape	0,3
Compactness	0,5

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016



Ilustración 26. Segmentación de ortofotos

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

- Criterios de clasificación

Para la aplicación de algoritmos en busca de la obtención de las coberturas se tomo en cuenta dos criterios que son, el NDVI que se obtiene a partir de la división de la media de la banda del NIR sobre la media de la banda RED (Mean NIR/Mean Red) y el otro que es el Brillo que se obtuvo del promedio de las medias de las bandas del RED, BLUE y GREEN $[(\text{mean red} + \text{mean blue} + \text{mean green})/3]$. Cada segmento obtenido tiene un valor de NDVI y Brillo.



Ilustración 27. Valores de Ratio y Brillo de cada segmento

Elaborado por: Integrantes del proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo (INBIAM, 2016)

- Clasificación

Posteriormente se realizó una clasificación aplicando algoritmos en los que se utilizó los criterios obtenidos anteriormente. Buscando que las coberturas ya mencionadas coincidan correctamente con la foto. Cabe recalcar que para cada ortofoto el algoritmo aplicado difiere, debido a que las características de las mismas.

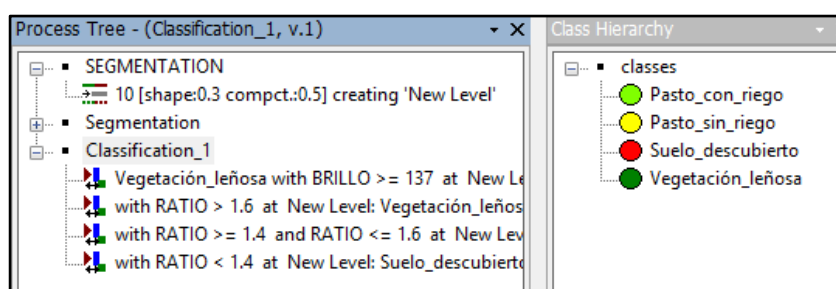


Ilustración 28. Ejemplo de la regla utilizada en una ortofoto

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

Al aplicarse el algoritmo, lo que se obtuvo es la clasificación de la ortofoto en las 4 categorías que se buscaban.

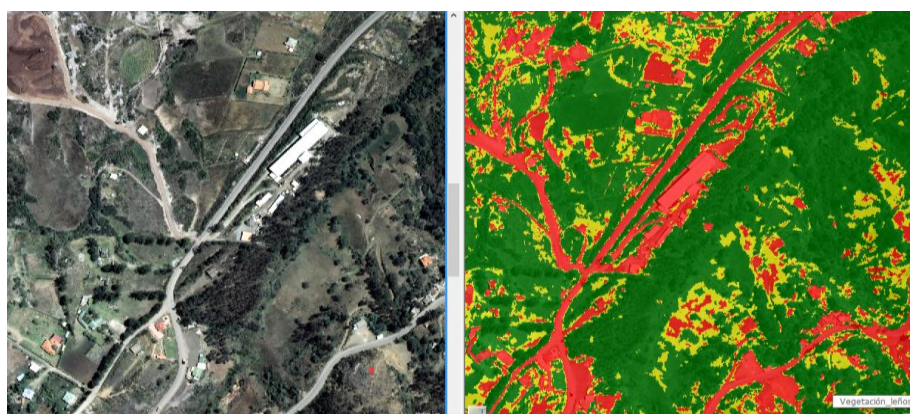


Ilustración 29. Resultado obtenido de la clasificación

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

- **Obtención de raster**

Cuando se comprobó que el resultado obtenido del paso anterior fue correcto se exportó las fotos a formato raster (.img), para poder trabajar en el programa Arc Map 10.1. Se realizó la exportación de las 4 categorías, obteniendo una capa con las 4 categorías para cada ortofoto.



Ilustración 30. Foto exportada

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

Procesos de mejora

A partir de los raster anteriores se realizó un proceso de mejora con el fin de optimizar el resultado al convertirse éstos en polígono.

- **Majority Filter**

Se inició aplicando el comando “Majority Filter” con el fin de reemplazar las celdas en el raster según la mayoría de sus celdas vecinas contigua; la herramienta tiene dos criterios a satisfacer antes de que ocurra un reemplazo. Primero, el número de celdas vecinas con el mismo valor debe ser lo suficientemente grande para ser el valor mayoritario, o al menos la mitad de las celdas deben tener el mismo valor (según el parámetro especificado). El segundo criterio que concierne a la conectividad espacial de las celdas minimiza la corrupción de patrones espaciales

celulares. Si no se cumple con estos criterios, el reemplazo no ocurre y la celda mantiene su valor.

Para la aplicación de la herramienta se utilizó como número de vecinos 8, es decir que el programa requiere que al menos la mitad de los valores (cuatro de ocho celdas) tengan el mismo valor antes de cambiar el valor de la celda, lo que provoca un efecto suavizado.

La herramienta fue ejecutada 50 veces por cada raster, mediante un modelo.

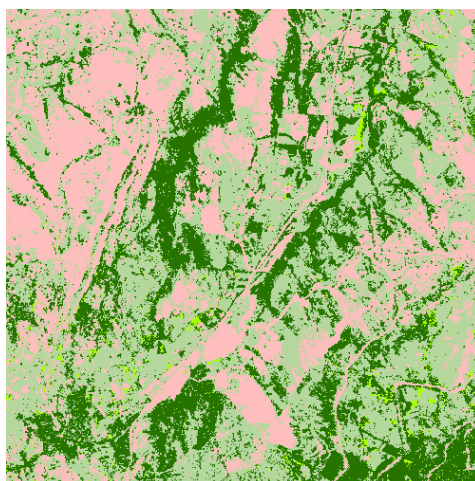


Ilustración 31. Aplicación del comando “Majority Filter”

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

- Boundary Clean

A continuación se ejecuta el comando Boundary Clean, con la finalidad de suavizar los bordes irregulares entre las zonas. Esta herramienta utiliza un método que expande y encoge para refinar los límites en una escala relativamente grande. Al principio, las zonas de mayor prioridad invaden las zonas vecinas o de menor prioridad por una celda en todas las ocho direcciones. Después se encogen hacia aquellas celdas que no están completamente rodeadas por las celdas del mismo valor. Se ingresaron los datos obtenidos en el paso anterior.

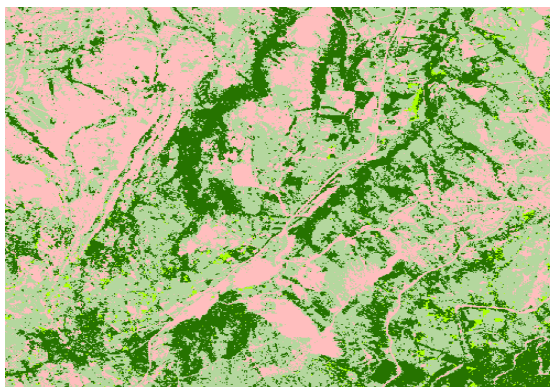


Ilustración 32. Aplicación del comando “Boundary Clean”

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

- Region Group

Este comando permite hacer grupos, registrando la identidad de la región a la que pertenece una celda. El proceso se dio mediante un escaneo en donde la primera región escaneada recibe el valor uno, la segunda el dos, y así sucesivamente, hasta que se asigna un valor a todas las regiones. El escaneo se desplaza de izquierda a derecha, de arriba hacia abajo. Por otro lado de manera predeterminada, la opción (**ADD_LINK** en Python) está habilitada. Esto creará un elemento denominado **LINK** en la tabla de atributos del raster de salida, que conserva el valor original para cada celda desde el raster de entrada. El dato de entrada es el derivado de la etapa anterior.

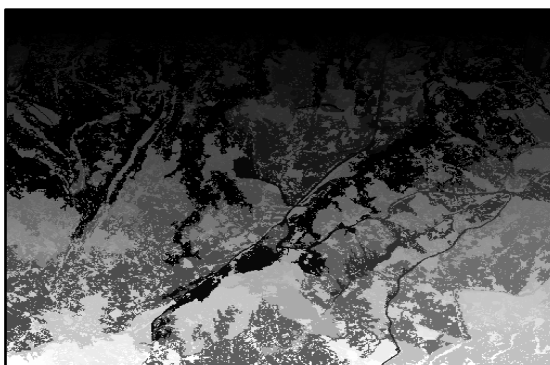


Ilustración 33. Aplicación del comando “Region Group”

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

- **Obtención de áreas**

Es necesario calcular el área, añadiendo un campo en la tabla de atributos de los raster obtenido previamente. En el nuevo campo procedemos a calcular el área tomando en cuenta que su valor se obtuvo con la siguiente formula:

$$\text{COUNT} * 0,3 * 0,3$$

- **Extract by attributes**

Con esta herramienta lo que se buscó es eliminar las áreas menores a la “Unidad Mínima Cartografiable” que es el tamaño de área mínimo que debe aparecer en un mapa temático, permitiendo lograr coherencia en la representación espacial y eficiencia en la lectura y utilidad del mapa en formato impreso. Según la tabla de Salitchev (1979) para este caso la Unidad Mínima Cartografiable es de 400 m² ya que el producto final se representó en una escala a 1:5000 (ver tabla). Se ingresó como dato de entrada los raster resultado del proceso de *Region Group*.

CUADRO 1. ÁREA MÍNIMA CARTOGRAFIABLE PARA DIFERENTES ESCALAS (SALITCHEV 1979)

Escala	1 cm igual a		1 mm igual a		Área mínima cartografiable (4 x 4 mm)	
	m	km	m	km	m ²	km ²
1:500	5	0.005	0.5	0.0005	4	0.000004
1:1,000	10	0.01	1	0.001	16	0.000016
1:2,000	20	0.02	2	0.002	64	0.000064
1:5,000	50	0.05	5	0.005	400	0.0004
1:10,000	100	0.1	10	0.01	1,600	0.0016
1:20,000	200	0.2	20	0.02	6,400	0.0064
1:25,000	250	0.25	25	0.025	10,000	0.01
1:50,000	500	0.5	50	0.05	40,000	0.04
1:100,000	1,000	1	100	0.1	160,000	0.16
1:250,000	2,500	2.5	250	0.25	1,000,000	1
1:500,000	5,000	5	500	0.5	4,000,000	4
1:1,000,000	10,000	10	1000	1	16,000,000	16
1:6,000,000	60,000	60	6000	6	576,000,000	576

Ilustración 34. Área mínima cartografiable para diferentes escalas

Fuente: Salitchev (1979)

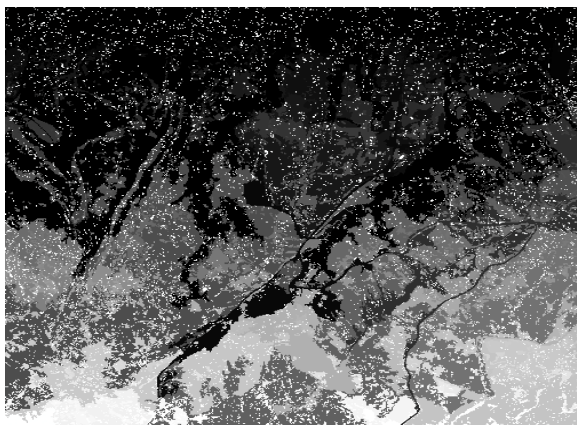


Ilustración 35. Aplicación del comando “Extract by attributes”

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

- Nibble

Se ejecutó esta herramienta con el fin de reemplazar las celdas de un raster con los valores de los vecinos más cercanos. Para ello se ingresó como raster de entrada el correspondiente al resultado del *Región Group* y como raster máscara el que se obtuvo del *Extract by Attributes*, dando que la herramienta *Nibble* reasigne los valores del raster de entrada más cercanos a las celdas que se encuentren en el raster máscara como NoData, de esta forma se obtendrá un raster completo con polígonos mayores a los 400 m². El resultado se representó con simbología *Unique Value*.

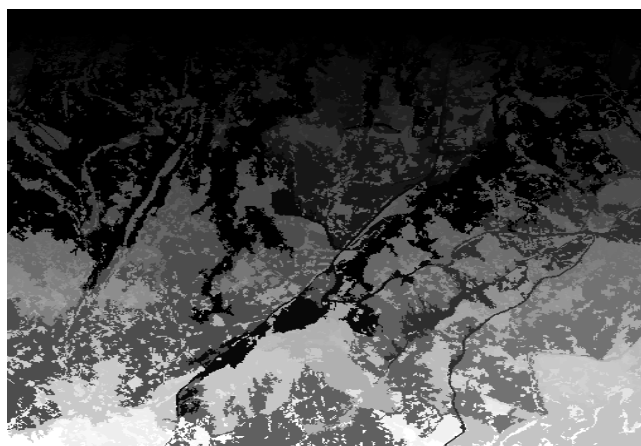


Ilustración 36. Aplicación del comando “Nibble”

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

- **Join**

A continuación es necesario realizar una unión de las características de la tabla de atributos del *Region group* y *Nibble*, empleando el campo *value*. Adicionalmente una vez realizado el join, se exportó el resultado en formato .img.

- **Obtención de polígono**

Como paso final se convirtió el raster anterior a polígono con la herramienta *Raster to Polygon*, tomando en cuenta que el campo en donde se encuentran las características de las coberturas es el *LINK* que se creó durante la ejecución del *Region Group*.



Ilustración 37. Obtención del polígono de coberturas

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

3.1.1.3 Correcciones manuales

Una vez realizado los pasos anteriores, se ejecutó una corrección manual entre las uniones de las ortofotos mediante la herramienta *Cut Polygons Tool*, en esta caso se tomó en cuenta que exista continuidad entre las coberturas y realizando una comprobación en la concordancia entre la ortofoto y las coberturas. Cabe mencionar que antes de ejecutar el proceso se realizó una unión de los polígonos mediante la herramienta *Merge*.

- **Obtención de Vegetación Arbustiva y Herbácea**

Para la obtención de esta cobertura se realizó de forma manual, es decir, identificando en las ortofotos dicha cobertura y cambiándole su característica de identificación por una nueva correspondiente a la vegetación arbustiva y herbácea en la tabla de atributos del polígono que se obtuvo de las correcciones manuales.

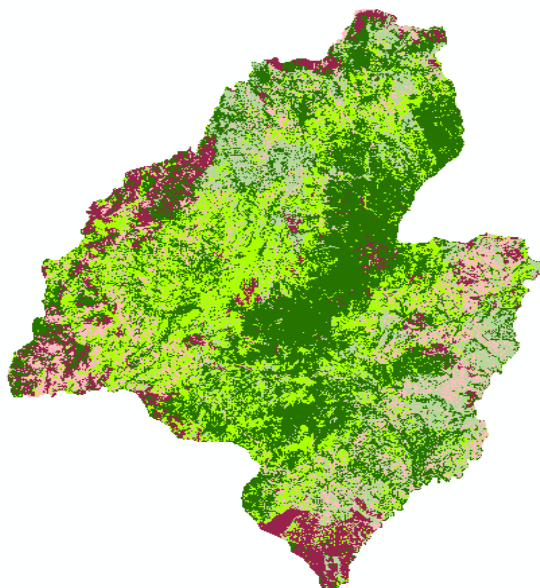


Ilustración 38. Obtención de vegetación arbustiva y herbácea

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

3.1.1.4 Corrección de los elementos digitalizados manualmente

En ciertas coberturas de elevada relevancia en el proyecto como es el caso de la Tierra Agropecuaria, se realizaron correcciones para suavizar los bordes y obtener de esta forma una capa más adecuada estéticamente hablando. Algunos de los elementos digitalizados pueden también presentar inconvenientes al momento de realizar cálculos de área por el hecho de haber sido realizados individualmente y

haber tomado en cuenta cada parámetro sin considerar el anterior, provocando de esta manera un posible cruce o superposición de shapes, lo cual se debe corregir antes de unificar los parámetros.

- **Suavizado de Polígonos**

Para esta sección se empezó con el mejoramiento de la calidad estética de la cobertura de Tierra Agropecuaria, en la cual se obtuvo una capa digitalizada a escala 1:800 que asegura calidad en cuanto a detalles de márgenes o bordes de terrenos agrícolas, sin embargo se busca dar a la capa un acabado superior, para lo cual se hizo uso de la herramienta “Smooth Polygon”.



Ilustración 39. Tierra_Agropecuaria_s-t (sin tratamiento)

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

En la figura se puede apreciar cierta predominancia de bordes rectos y aristas puntiagudas, producto normal de la digitalización manual y que en ciertas ocasiones responde a las características propias de los terrenos que tienen formas variadas, pero el objetivo de esta etapa es mejorar los bordes al usar una de las herramientas que posee el Software *ArcMap*.



Ilustración 40. Corrección de bordes en la capa

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

Luego de haber aplicado el filtro se puede notar la diferencia estética que existe en el shape, pues se obtiene un acabado uniforme y totalmente apegado a la realidad, dado que el redondear ligeramente los márgenes de los polígonos no se afecta al área de los mismos, sino que únicamente se corrige.

- Corrección de Áreas:

El siguiente procedimiento tiene como objetivo corregir las superficies de los elementos digitalizados manualmente como: vías, cuerpos de agua, tierra agropecuaria, construcciones, etc. Con el fin de evitar que existan áreas superpuestas y tener una superficie total libre de errores.



Ilustración 41. Digitalización Tierra Agropecuaria

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

En primer lugar se tomó en cuenta los elementos de mayor jerarquía dentro de la digitalización para que sobre los mismos no existan errores, como es el caso de la tierra agropecuaria, en la cual se optó por crear polígonos siguiendo el margen de los cultivos o suelos arados, sin tomar en cuenta que dentro de estos existan elementos como construcciones, pues no influyen posteriormente debido a la extracción que se tiene planeada.



Ilustración 42. Digitalización Construcciones

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

La digitalización de construcciones se realizó sin tomar en cuenta que éstas se encuentren dentro de la superficie de cultivos, suelo arado, o las vías, todo esto con el fin de no complicar la realización de la capa de tierra agropecuaria que posteriormente puede ser editada sin inconvenientes.



Ilustración 43. Erase de Tierra Agropecuaria en base a las Construcciones

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

A continuación se realizó un corte en la capa de Tierra Agropecuaria en base a las construcciones, con lo cual se eliminó la superficie excedente producto del cruce de las dos capas. De esta forma generamos un Shape con ciertos orificios en los que se ubican las construcciones.



Ilustración 44. Tierra Agropecuaria y Construcciones.

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

Finalmente al momento de cargar las coberturas de Tierra Agropecuaria y Construcciones, éstas se complementan sin existir cruce de capas, logrando así una correcta cobertura total sin superficies sobrepuestas, asegurando de esta forma la calidad de la información generada

El mencionado procedimiento se realizó en el resto de coberturas digitalizadas para asegurar la calidad de la información generada y proporcionar datos reales en cuanto a extensiones de terreno.

3.1.2 Mapa de gradientes

Para la generación del mapa de gradientes fue necesario partir de un modelo digital del terreno (MDT) de las parroquias aledañas al BPA (Jadán, Zhidmad, San Juan, San Ana y San Bartolomé), el cual se creó a partir de los datos de curvas de nivel para obtener un relieve digital:

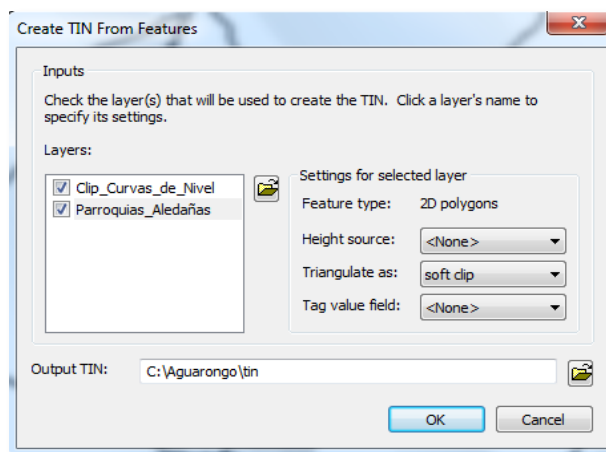


Ilustración 45. Datos de entrada para generar un archivo “TIN”

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

Para empezar se realizó un mapa de elevaciones tomando como entrada los datos de las cotas en cuanto a las curvas de nivel y delimitando esta información dentro

del territorio de las comunidades aledañas, ésta acción nos permitió crear el archivo *TIN* a partir de las características del territorio

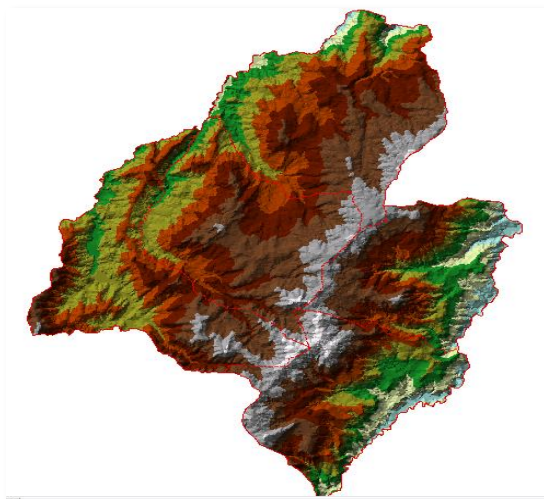


Ilustración 46. Creación de un mapa de Elevaciones a partir de curvas de nivel

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

Al obtener un archivo *TIN* con las características deseadas se procedió a elaborar un Modelo de Elevación Digital, el cual sirvió como base para la posterior realización del mapa. Una característica esencial del mapa es que fue generado a partir de un tamaño de pixel de $0,3 * 0,3$ lo cual asegura la calidad en cuanto a datos y escala.

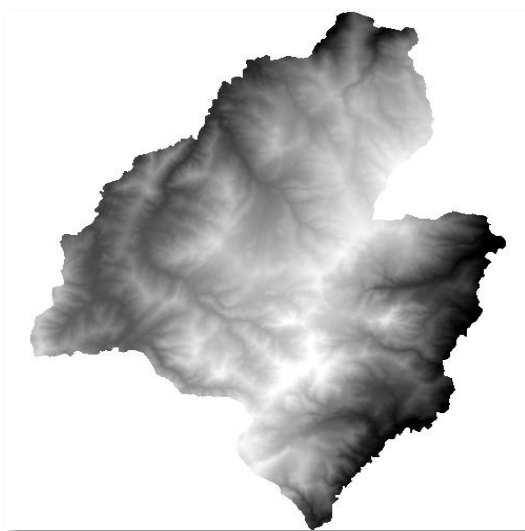


Ilustración 47. Generación de un MDT de las comunidades aledañas al BPA

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

Realizado el Modelo de Elevación Digital del Terreno, se puede hacer un mapa que indique las pendientes del mismo y nos brinde datos del grado de pendientes que existan en el territorio.

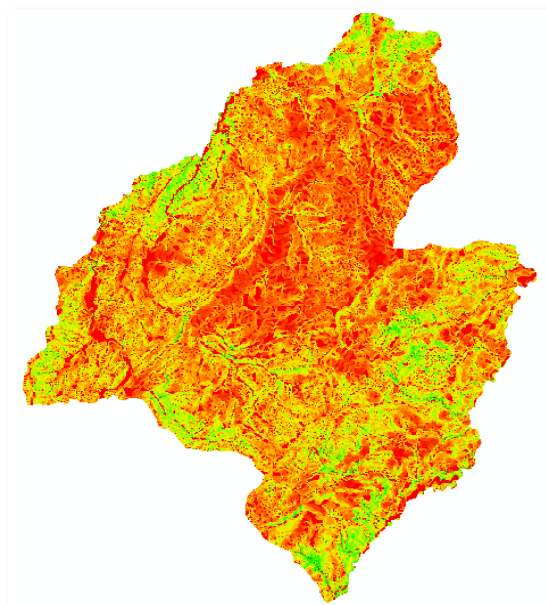


Ilustración 48. Generación del Mapa de Pendientes

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

- **Pendiente en Porcentaje**

Haciendo uso del software *ArcMap* mediante su caja de herramientas “*ArcToolbox*”, generamos el mapa de pendientes en porcentaje específicamente con la herramienta “*Slope*” en donde creamos un archivo Raster de salida con las características buscadas.

Seguidamente se debió reclasificar la pendiente para poder obtener cuatro categorías de pendientes según el porcentaje de inclinación que de acuerdo a la metodología seguida debe ser en rangos que van desde: 0 – 15 %, 15 – 30%, 30 – 50% y >50%.

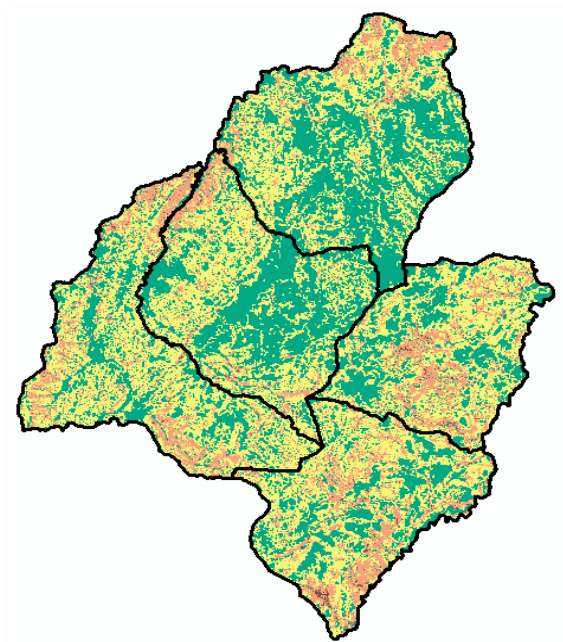


Ilustración 49. Reclasificación de pendientes en 4 clases

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

Para la Reclasificación de Pendientes se usó la herramienta *Reclassz* con el objetivo de generar cuatro rangos específicos que nos indiquen porcentajes de inclinación del terreno, los cuales son indispensables para la generación del mapa de gradientes.

Tabla 5. Rangos para la reclasificación de pendientes

<i>Recassification</i>	
Values %	Orden
0 - 15	1
15 - 30	2
30 - 50	3
>50	4

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

- **Aplicación de Filtros**

A continuación se procedió a aplicar una serie de filtros con el fin de depurar la información y generar un mapa en el que los datos estén procesados.

En primer lugar se aplicó el filtro Majority que sustituye a las celdas del raster en base de la mayoría de celdas vecinas contiguas, en breves rasgos ayuda a homogenizar pixeles sueltos dentro del raster.

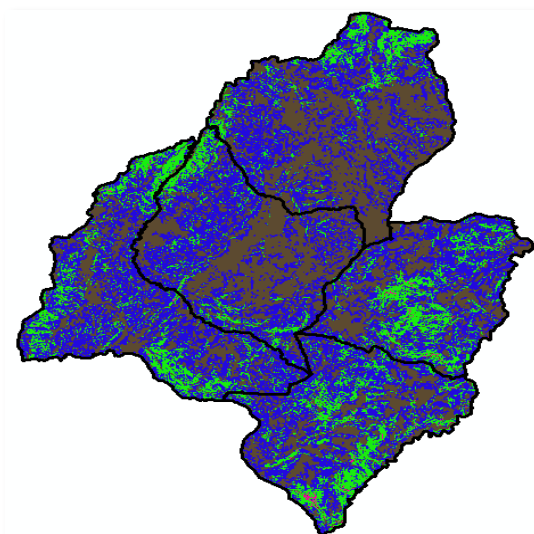


Ilustración 50. Aplicación del filtro Majority

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

Éste filtro nos ayuda a reducir el número de pixeles existentes en el archivo Raster para generar uno más preciso, dicha acción se realizó 50 veces seguidas con ayuda de un modelo de geo-procesamiento que nos brindó la capacidad de depurar el mapa al máximo.

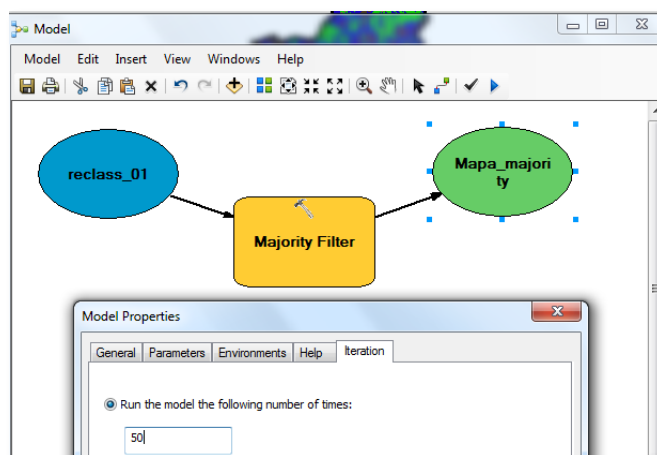


Ilustración 51. Depuración del mapa aplicando el modelo de repeticiones

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

Seguidamente aplicamos el filtro *Boundary Clean* para Suavizar los límites entre las zonas, mediante la expansión y la contracción de los bordes de cada parámetro.

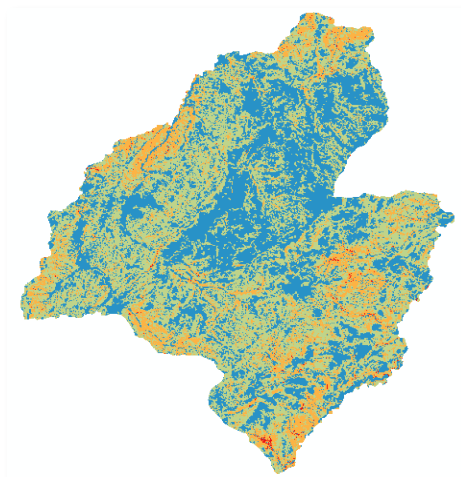


Ilustración 52. Aplicación del filtro *Boundary Clean*

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

Aplicamos la herramienta digital *Region Group* con el fin de afinar las demarcaciones entre zonas del límite, lo cual nos permite evitar inconvenientes posteriores.

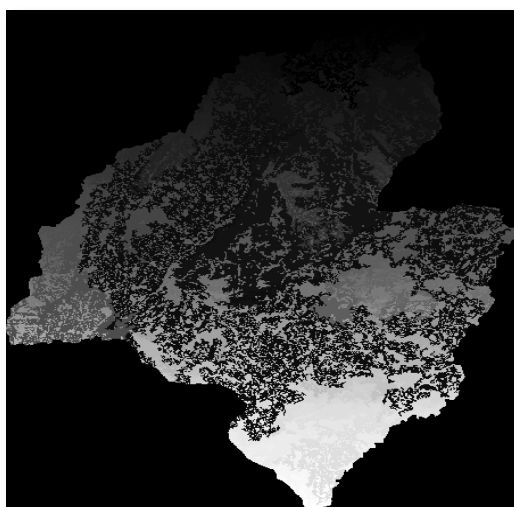


Ilustración 53. Aplicación de la herramienta *Region Group*

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

Mediante el uso de *Region Group* opción buscamos conseguir una agrupación de pixeles que integren a los que pueden contrastar en el mapa, tomando en cuenta el uso de ocho vecinos al momento de formar las regiones lo cual asegura la homogeneidad del mapa.

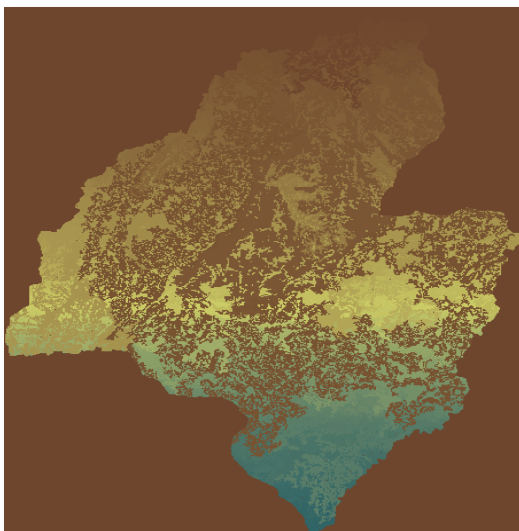


Ilustración 54. Mapa generado al usar Extrac by Attributes

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

Con el uso de ésta herramienta buscamos encontrar las áreas mayores a $9m^2$ y descartar las de menor tamaño con el fin de crear zonas específicas con un área de relevancia para su posterior estudio.

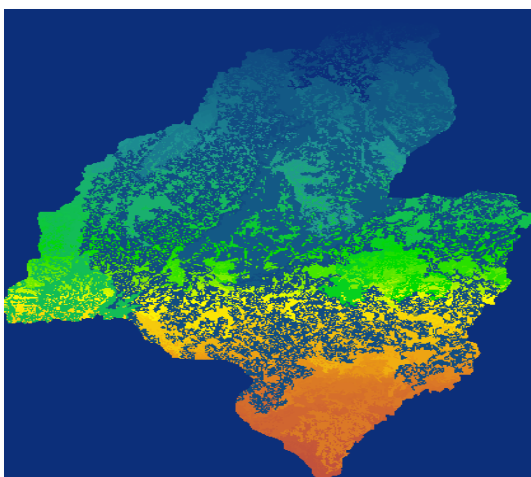


Ilustración 55. Mapa generado al usar la herramienta Nibble

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

Usamos la herramienta Nibble para seleccionar los valores que necesitamos usar para la generación del mapa de Gradientes para lo cual seleccionamos dentro de la opción *Simbology* la Opción de *Value* en la que están los valores que requerimos.

Luego de obtener éste último mapa realizamos una unión de sus atributos desde archivo, juntándolo con nuestro mapa raster denominado el cual obtuvimos al usar la herramienta *Region Group*, para posteriormente generar un archivo de formato imagen llamado: Gradientes_img.

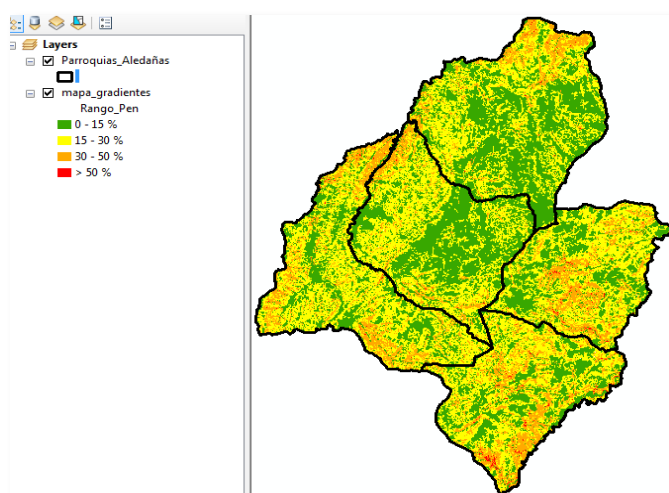


Ilustración 56. Mapa de Gradientes en formato Shape

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

Finalmente convertimos el archivo generado a formato shape, haciendo uso de la herramienta *Raster to Polygon* y obtenemos el Mapa de Gradientes depurado en el que figuran los rangos de pendientes y se encuentran caracterizados por una barra de colores que indica en porcentaje la inclinación del terreno y nos servirá posteriormente para el cruce de información y conseguir el mapa de Unidades Ambientales.

3.1.3 Mapa de unidades ambientales

Las unidades ambientales son sectores o porciones del territorio identificadas y cartografiadas a partir de los análisis sectoriales realizados. Tales unidades se

consideran, y tratan, como ecosistemas. Su interés estriba en que la potencialidad del medio no depende de los factores o recursos ambientales considerados aisladamente, por importantes que sean, sino de su interacción en forma de sistemas (Plan de Ordenamiento Territorial de Gualaceo, 2012).

En este concepto, las unidades ambientales permiten tratar la información de forma integrada, así rompiendo la aproximación por factores para pasar a una a aproximación por sistemas. Sobre las unidades ambientales se valorarán los méritos o valores de conservación del territorio, las amenazas derivadas de actividades expectantes incompatibles con el mantenimiento de la calidad ambiental, la vocación natural del medio e incluso las degradaciones e impactos que le afectan.

La definición de unidades ambientales se basa en el criterio de las pendientes en el territorio, es decir, se basa en la intersección entre el mapa de gradientes y el mapa de uso y cobertura de suelo; con la intersección de estos dos mapas se pueden establecer unidades ambientales dependiendo del tipo de cobertura de suelo y la pendiente a la que se encuentra, para esto se tomó en cuenta el siguiente rango de pendientes y las coberturas del nivel 1 y 2 definidas anteriormente para el mapa de uso y cobertura de suelo.

Tabla 6. Rango de pendientes y su denominación según el mapa de gradientes

RANGO DE PENDIENTE (%)	DENOMINACIÓN
0 – 15	Plano o ligeramente inclinado
15 – 30	Inclinada
30 – 50	Escarpada (muy inclinada)
> 50	Fuerte

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

En la tabla de atributos del mapa de intersección se pueden observar las coberturas por niveles, la pendiente a la que se encuentra cada polígono de cobertura y su denominación, existen algunas herramientas que pueden realizar esta intersección entre dos mapas, una de ellas es la herramienta *Spatial Join* la cual arroja muy buenos resultados para la selección y clasificación de unidades ambientales u otros parámetros a considerar.

Tabla 7. Tabla de atributos del mapa intersectado

Nivel 1	Nivel 2	Rango Pen	Denominaci
Tierra agropecuaria	Pasto sin riego	30 - 50 %	Escarpado (muy inclinado)
Otras tierras	Suelo descubierto	30 - 50 %	Escarpado (muy inclinado)
Otras tierras	Suelo descubierto	30 - 50 %	Escarpado (muy inclinado)
Tierra agropecuaria	Pasto sin riego	15 - 30 %	Inclinado
Tierra agropecuaria	Pasto sin riego	30 - 50 %	Escarpado (muy inclinado)
Tierra agropecuaria	Pasto sin riego	15 - 30 %	Inclinado
Otras tierras	Suelo descubierto	30 - 50 %	Escarpado (muy inclinado)
Tierra agropecuaria	Pasto sin riego	30 - 50 %	Escarpado (muy inclinado)
Bosque	Bosque Nativo	15 - 30 %	Inclinado
Otras tierras	Suelo descubierto	15 - 30 %	Inclinado
Otras tierras	Suelo descubierto	30 - 50 %	Escarpado (muy inclinado)
Tierra agropecuaria	Pasto con riego	15 - 30 %	Inclinado
Tierra agropecuaria	Pasto con riego	0 - 15 %	Plano o ligeramente inclinado
Tierra agropecuaria	Pasto con riego	30 - 50 %	Escarpado (muy inclinado)
Vegetación	Vegetación arbustiv	15 - 30 %	Inclinado
Tierra agropecuaria	Pasto con riego	15 - 30 %	Inclinado
Tierra agropecuaria	Pasto sin riego	30 - 50 %	Escarpado (muy inclinado)
Tierra agropecuaria	Pasto con riego	30 - 50 %	Escarpado (muy inclinado)
Tierra agropecuaria	Pasto sin riego	15 - 30 %	Inclinado
Tierra agropecuaria	Pasto con riego	15 - 30 %	Inclinado
Otras tierras	Suelo descubierto	15 - 30 %	Inclinado
Tierra agropecuaria	Pasto sin riego	15 - 30 %	Inclinado
Tierra agropecuaria	Pasto con riego	30 - 50 %	Escarpado (muy inclinado)
Tierra agropecuaria	Pasto sin riego	15 - 30 %	Inclinado
Otras tierras	Suelo descubierto	15 - 30 %	Inclinado
Tierra agropecuaria	Pasto con riego	0 - 15 %	Plano o ligeramente inclinado
Tierra agropecuaria	Pasto con riego	15 - 30 %	Inclinado
Tierra agropecuaria	Pasto con riego	15 - 30 %	Inclinado
Tierra agropecuaria	Pasto con riego	30 - 50 %	Escarpado (muy inclinado)
Tierra agropecuaria	Pasto con riego	15 - 30 %	Inclinado
Tierra agropecuaria	Pasto con riego	15 - 30 %	Inclinado
Tierra agropecuaria	Pasto sin riego	0 - 15 %	Plano o ligeramente inclinado
Otras tierras	Suelo descubierto	15 - 30 %	Inclinado
Bosque	Bosque Nativo	15 - 30 %	Inclinado
Otras tierras	Suelo descubierto	15 - 30 %	Inclinado
Tierra agropecuaria	Pasto sin riego	30 - 50 %	Escarpado (muy inclinado)
Tierra agropecuaria	Pasto con riego	30 - 50 %	Escarpado (muy inclinado)

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

- Generación del Mapa de Unidades Ambientales

El mapa de unidades ambientales se generó a partir de la intersección del mapa de gradientes y el mapa de uso y cobertura de suelo. En la tabla de atributos se creó una nueva columna de tipo *texto* con la herramienta *Add file* llamada *UNID-AMB* que representa las unidades ambientales definidas, hecho esto, se realiza una selección por atributos de los polígonos de la siguiente manera.

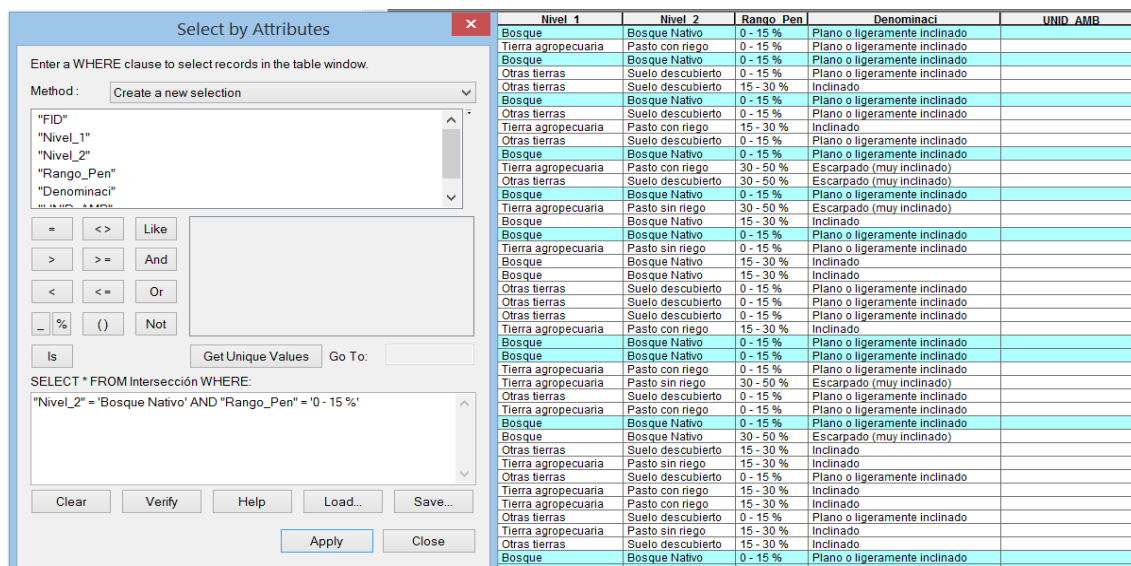


Ilustración 57. Uso de la herramienta Select by Attributes

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

Una vez seleccionados los polígonos por cobertura y pendiente, dentro de la columna de UNID-AMB se utiliza la herramienta *Field calculator* y se define el nombre de la unidad como se muestra en la ilustración.

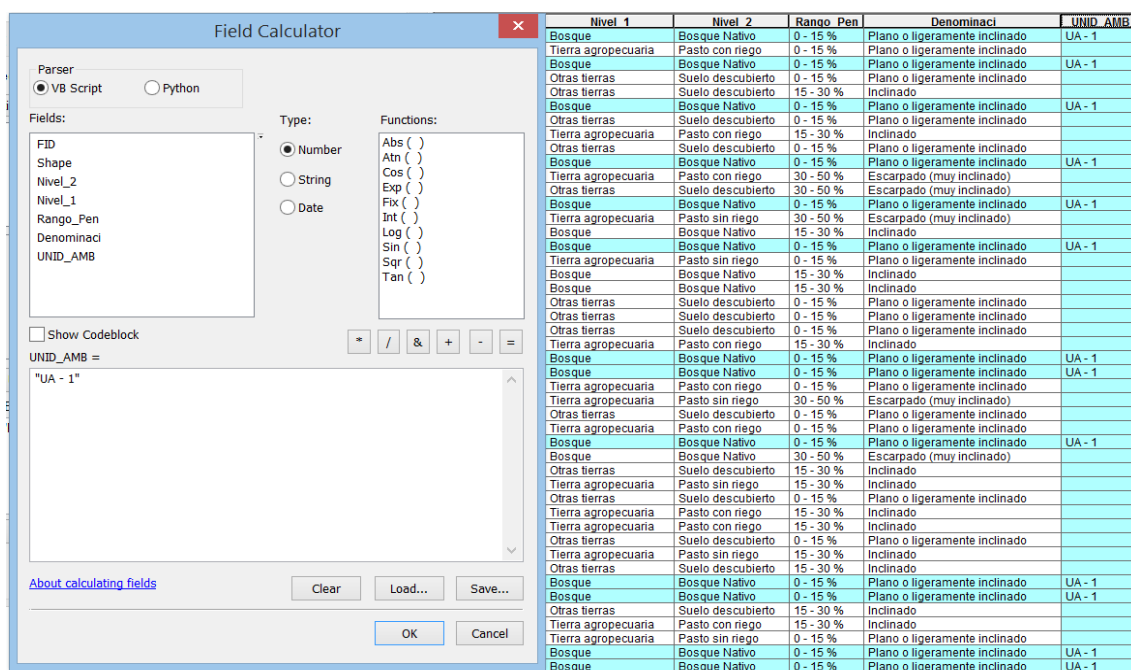


Ilustración 58. Uso de la herramienta Field Calculator

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

Se realizaron los mismos pasos para ingresar los datos obtenidos mediante el análisis de las unidades ambientales a definir, en los resultados se puede observar el número de unidades definidas en base al tipo de cobertura y pendientes del terreno así como el mapa de unidades ambientales generado.

3.1.3.1 Mapa de capacidad de acogida

La Capacidad de Acogida constituye la relación del medio físico con las actividades humanas y se refiere al grado de idoneidad, al uso que puede darse al medio considerando su fragilidad y su potencialidad. Expresa la concertación entre la posición que valora tal relación desde el medio en términos de impacto y la posición que la evalúa desde la actividad en términos de aptitud o potencial de un territorio determinado. La capacidad de acogida también puede ser vista desde el lado de oferta y demanda. La Capacidad de acogida representa la “oferta” de territorio para las actividades, las cuales “demandan” un lugar para su emplazamiento (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca, 2015).

El análisis de la capacidad de acogida del territorio se realizó mediante categorías de ordenación y subcategorías definidas por el PDOT del Cantón Cuenca, también se tomó en cuenta el criterio de los autores y se generó una matriz que permita la obtención de esta capacidad de acogida mediante un puntaje de 1 a 5 asignado a cada subcategoría.

- Actividad incompatible

Una actividad incompatible indica que de ubicarse en el área a que se aplica, se produciría grave quebranto de sus características y valores ecológicos, productivos

y paisajísticos, como ejemplo tenemos el emplazamiento industrial dentro del área de Bosque y Vegetación Protectora Aguarongo (ABVPA), es una actividad incompatible con el uso y cobertura que posee.

- **Actividad compatible con limitaciones**

Significa que solo es aceptable en ciertas condiciones definidas por informes, dictámenes o licencias favorables de los organismos responsables de la administración, como ejemplo tenemos la actividad agropecuaria en zonas cercanas al BPA, son actividades compatibles con el uso de suelo ya que posee un suelo fértil para dicha actividad, sin embargo, no debería llevarse a cabo.

Una actividad compatible con limitaciones también se refiere a ciertas actividades como la asignación de un área protectora en una zona determinada pero que tiene limitaciones de tipo política, social o cultural que se niegan a ceder para la definición de esta área protectora.

- **Actividad compatible sin limitaciones**

Representado por el código 4 indica que es compatible con las características de la unidad a que se aplica aunque no vocacional, por ejemplo la actividad agropecuaria dentro de una zona con pendiente del 0 – 30%, es una actividad compatible si no existen limitaciones como su ubicación dentro del territorio en zonas muy cercanas a un cauce utilizado para el abastecimiento de agua, de no existir el cauce la actividad sería compatible sin limitaciones.

- **Actividad vocacional**

Indica que el área a que se asigna se está utilizando racionalmente en la actualidad, son actividades para las que son mejor valoradas, por ejemplo la conservación y regeneración del ecosistema en zonas con pendientes superiores al

50% , es una actividad propicia para el desarrollo del ecosistema y que tiene una actitud vocacional frente a otras categorías.

Tabla 8. Tabla de valores para los tipos de actividades

VALOR	DESCRIPCIÓN
1 - 2	Actividad incompatible
2,1 - 3	Actividad compatible con limitaciones
3,1 - 4	Actividad compatible sin limitaciones
4,1 - 5	Actividad vocacional

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

Donde 5 es el mayor valor, es decir lugares donde la capacidad de acogida es *muy alta o vocacional*, son zonas excelentes para realizar una actividad y 1 es el valor más bajo, es decir, lugares donde la capacidad de acogida es *nula o incompatible* con el uso de suelo y que ocasiona daños al medio donde se está desarrollando.

Una vez asignado el puntaje se calculó el promedio para cada categoría y se tomó el mayor valor del promedio de todas las categorías definidas para cada unidad ambiental, a continuación se presenta una tabla resumen de las categorías y subcategorías tomadas del PDOT del Cantón Cuenca.

Tabla 9. Categorías y subcategorías para el análisis de la capacidad de acogida

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA
CONSERVACIÓN Y REGENERACIÓN	Preservación estricta
	Conservación Activa
	Regeneración del ecosistema
	Actividades científico culturales
	Repoblación forestal
	Excursionismo y contemplación

ESPARCIMIENTO Y DEPORTES AL AIRE LIBRE	Recreo concentrado
	Camping
	Baño y actividades náuticas
	Caza
	Pesca
	Motocross, trial
	Circulación campo a través con vehículos todo terreno
ACTIVIDADES AGRARIAS	Agricultura extensiva de secano
	Agricultura de regadío
	Huertos familiares y/o metropolitanos
	Agricultura industrial: invernaderos
	Pascicultura
	Pastoreo
	Edificaciones ganaderas
	Repoblación forestal: bosque productor
	Edificaciones asociadas a la explotación agraria
	Vivienda rural
ACTIVIDADES INDUSTRIALES	Polígonos industriales
	Industria pesada aislada
	Industria limpia
	Industria extractiva
INFRAESTRUCTURAS	Autopistas
	Autovías
	Carreteras
	Ferrocarriles
	Pistas forestales
	Líneas aéreas de conducción eléctrica o telefónica
	Oleoductos, gaseoductos, etc.

	Embalses
	Canales hidráulicos
	Antenas para telefonía móvil, televisión y otras instalaciones puntuales de comunicación
DISPOSICIÓN DE RESIDUOS	Vertederos de residuos inertes. Escombreras
	Vertedero de residuos urbanos
	Vertedero de residuos tóxicos
	Cementerios

Fuente: Ordenación Territorial 2da. Edición, 2008

Elaboración: Profesor Domingo Gómez Orea

El mapa de capacidad de acogida del territorio se generó a partir del mapa de unidades ambientales y el análisis de las categorías de ordenación; para tener un shape de capacidad de acogida primero se realizó una adecuación de los datos para que puedan ser adicionados a la tabla de atributos mediante la herramienta *Join*. A continuación se presenta un ejemplo de los pasos realizados para el análisis y la confección del mapa de capacidad de acogida del territorio.

- *Asignación de puntos y promedio de la categoría por unidad ambiental.*

La asignación de puntos se refiere al valor determinado para cada subcategoría como se puede ver en la ilustración, los valores van desde 1 a 5 con base a la descripción de la capacidad de acogida si la actividad es incompatible, compatible con limitaciones, compatible sin limitaciones o vocacional.

DESCRIPCIÓN	PENDIENTES	UNIDAD AMBIENTAL	CONSERVACIÓN Y REGENERACIÓN					PROMEDIO 1	DESCRIPCIÓN
			Preservación estricta	Conservación Activa de las actividades que se desarrollan	Regeneración del ecosistema	Actividades científico culturales	Rehabilitación forestal		
Bosque Nativo	0 - 15	UA - 1	4		3	3	4	3,20	Actividad compatible sin limitaciones
	15 - 30								
	30 - 50	UA - 2	5	2	5	4	5	4,20	Actividad vocacional
Vegetación Arbustiva y Herbácea	0 - 15								
	15 - 30	UA - 3	2	2	4	2	1	2,20	Actividad compatible con limitaciones
	30 - 50								
Tierra Agropecuaria - Pasto con riego y sin riego	0 - 15	UA - 4	5	3	5	3	5	4,20	Actividad vocacional
	15 - 30								
	30 - 50	UA - 5	2	3	4	5	4	3,60	Actividad compatible sin limitaciones
Tierra Agropecuaria - Cultivos	0 - 15	UA - 6	3	3	4	5	4	3,80	Actividad compatible sin limitaciones
	15 - 30	UA - 7	5	3	5	3	4	4,00	Actividad compatible sin limitaciones
	30 - 50								
Zona antrópica	0 - 15	UA - 8	2	5	3	2	1	2,60	Actividad compatible con limitaciones
	15 - 30	UA - 9	2	4	3	2	2	2,60	Actividad compatible con limitaciones
	30 - 50	UA - 10	3	4	5	2	3	3,40	Actividad compatible sin limitaciones
Suelo descubierto	0 - 15	UA - 11	4	2	5	3	5	3,80	Actividad compatible sin limitaciones
	15 - 30	UA - 12	2	5	3	2	1	2,60	Actividad compatible con limitaciones
	30 - 50	UA - 13	2	5	3	3	2	3,00	Actividad compatible con limitaciones
Suelo descubierto	0 - 15	UA - 14	3	3	4	3	4	3,40	Actividad compatible sin limitaciones
	15 - 30	UA - 15	4	3	5	3	5	4,00	Actividad compatible sin limitaciones
	30 - 50	UA - 16	2	2	4	3	5	3,20	Actividad compatible sin limitaciones
Suelo descubierto	0 - 15								
	15 - 30	UA - 17	2	2	4	3	5	3,20	Actividad compatible sin limitaciones
	30 - 50	UA - 18	4	2	5	4	5	4,00	Actividad compatible sin limitaciones

Ilustración 59. Ejemplo de puntuación y valor asignado a cada categoría

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

Donde la columna de *Promedio 1* es la capacidad de acogida de Conservación y Regeneración para cada unidad ambiental, por ejemplo, el *Bosque Nativo* en una pendiente de 0 – 30 % que es la *Unidad ambiental 1* tiene un valor de 3,20 de capacidad de acogida, lo que significa que es una actividad compatible sin limitaciones.

- *Promedio mayor de todas las categorías.*

El promedio mayor tomado de cada categoría nos da un valor de capacidad de acogida que puede ser sugerido para el uso de suelo de cada unidad ambiental, es decir la categoría que mayor puntaje obtuvo es la más ideal para el uso de esa zona.

DESCRIPCIÓN	PENDIENTES	UNIDAD AMBIENTAL	PROM EDIO 1	PROM EDIO 2	PROM EDIO 3	PROM EDIO 4	PROM EDIO 5	PROM EDIO 6	VALOR MÁXIMO	CAPACIDAD DE ACOGIDA	DESCRIPCIÓN
Bosque Nativo	0 - 15	UA - 1	3,20	2,13	1,60	1,00	1,70	1,25	3,20	CONSERVACIÓN Y REGENERACIÓN	Actividad compatible sin limitaciones
	15 - 30	UA - 2	4,20	1,63	1,40	1,00	1,20	1,00	4,20	CONSERVACIÓN Y REGENERACIÓN	Actividad vocacional
	30 - 50	UA - 3	2,20	2,63	2,80	2,25	3,10	2,75	3,10	INFRAESTRUCTURAS	Actividad compatible sin limitaciones
Vegetación Arbustiva y Herbácea	0 - 15	UA - 4	4,20	3,13	2,50	1,75	2,40	2,00	4,20	CONSERVACIÓN Y REGENERACIÓN	Actividad vocacional
	15 - 30	UA - 5	3,60	3,88	4,50	2,50	3,80	3,25	4,50	ACTIVIDADES AGRARIAS	Actividad vocacional
	30 - 50	UA - 6	3,80	4,00	3,80	2,50	3,60	3,25	4,00	ESPARCIMIENTO Y DEPORTES AL AIRE LIBRE	Actividad compatible sin limitaciones
Tierra Agropecuaria - Pasto con riego y sin riego	0 - 15	UA - 7	4,00	2,38	1,60	1,00	2,20	1,75	4,00	CONSERVACIÓN Y REGENERACIÓN	Actividad compatible sin limitaciones
	15 - 30	UA - 8	2,60	1,88	4,20	1,25	2,40	1,50	4,20	ACTIVIDADES AGRARIAS	Actividad vocacional
	30 - 50	UA - 9	2,60	1,63	4,00	1,25	2,50	1,50	4,00	ACTIVIDADES AGRARIAS	Actividad compatible sin limitaciones
Tierra Agropecuaria - Cultivos	0 - 15	UA - 10	3,40	1,63	3,80	1,00	1,80	1,25	3,80	ACTIVIDADES AGRARIAS	Actividad compatible sin limitaciones
	15 - 30	UA - 11	3,80	1,50	2,00	1,00	1,70	1,00	3,80	CONSERVACIÓN Y REGENERACIÓN	Actividad compatible sin limitaciones
	30 - 50	UA - 12	2,60	2,25	3,90	3,50	3,80	2,50	3,90	ACTIVIDADES AGRARIAS	Actividad compatible sin limitaciones
Zona antrópica	0 - 15	UA - 13	3,00	2,75	3,60	3,50	3,80	2,50	3,80	INFRAESTRUCTURAS	Actividad compatible sin limitaciones
	15 - 30	UA - 14	3,40	2,88	2,90	2,25	2,50	1,50	3,40	CONSERVACIÓN Y REGENERACIÓN	Actividad compatible sin limitaciones
	30 - 50	UA - 15	4,00	2,50	2,00	1,00	1,30	1,00	4,00	CONSERVACIÓN Y REGENERACIÓN	Actividad compatible sin limitaciones
Suelo descubierto	0 - 15	UA - 16	3,20	3,88	3,50	4,00	3,90	3,75	4,00	ACTIVIDADES INDUSTRIALES	Actividad compatible sin limitaciones
	15 - 30	UA - 17	3,20	2,88	1,90	2,75	3,00	3,25	3,25	DISPOSICIÓN DE RESIDUOS	Actividad compatible sin limitaciones
	30 - 50	UA - 18	4,00	3,38	2,60	1,75	2,20	1,75	4,00	CONSERVACIÓN Y REGENERACIÓN	Actividad compatible sin limitaciones

Ilustración 60. Ejemplo promedio mayor de todas las categorías de ordenación

Elaborado por: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. Criollo P. et al, 2016

Por ejemplo, el *Bosque Nativo* a una pendiente de 30 – 50% que forma la *unidad ambiental* 2 tiene un promedio mayor o valor máximo de 4,20 en la capacidad de acogida, lo que significa que es una actividad vocacional en la categoría de Conservación y Regeneración y este valor sugiere ser la mejor categoría en comparación a las demás categorías de infraestructura, agricultura, esparcimiento, emplazamiento de industrial o disposición de residuos.

El análisis de capacidad de acogida de un territorio debe realizarse con ayuda de personal con alto criterio para valorar cada subcategoría, también se puede incluir el criterio de los representantes de la población que conocen la situación actual de su territorio y que pueden servir para este análisis. La capacidad de acogida ayuda con la toma de decisiones y manejo adecuado de las zonas de protección.

3.2 Población y muestra

Cómo se indicó anteriormente el área de estudio son las parroquias San Juan y Jadan pertenecientes al cantón Gualaceo. El Bosque Protector Aguarongo posee una superficie de 1860.51 ha a partir de la cartografía obtenida en el Sistema Nacional de Información (SIN). Con estos datos se puede deducir que:

- 986.58 ha del BPA se encuentran en la Parroquia Jadan representando el 53 % del totalidad del área del bosque protector.
- 176.14 ha del BPA se encuentran en la Parroquia San Juan representando el 9.5 % del totalidad del área del bosque protector.
- El área de la parroquia Jadán es 5209.06 ha.

- El área de la parroquia San Juan es 3470.32 ha.

Al ser la zona de estudio las dos parroquias y el BPA el total de la superficie a evaluar es de 8679.38 ha.

Para realizar una validación de las coberturas obtenidas a través de la digitalización manual, se ejecutó un muestreo espacial que sirve para seleccionar una parte del área de estudio de forma tal que sea suficientemente representativa del conjunto. Para el levantamiento de la información en campo se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{z^2 pq}{L^2}$$

El valor correspondiente a z = abscisa de la curva para un determinado valor. Se obtuvo de la siguiente tabla:

Tabla 10. Tabla de apoyo al cálculo del tamaño de una muestra por niveles de confianza

TABLA DE APOYO AL CALCULO DEL TAMAÑO DE UNA MUESTRA POR NIVELES DE CONFIANZA									
Certeza	95%	94%	93%	92%	91%	90%	80%	62.27%	50%
Z	1.96	1.88	1.81	1.75	1.69	1.65	1.28	1	0.6745
Z^2	3.84	3.53	3.28	3.06	2.86	2.72	1.64	1.00	0.45

Fuente: Guía estadística inferencial. Intervalos de confianza

Para la determinación del intervalo de error tolerable (L) se consideró los siguientes parámetros, para lo cual es importante mencionar que mediante cálculos previos se obtuvo un supuesto de un 35% de píxeles agrupados, es decir que pertenecen a una misma categoría de cobertura del suelo. En este caso, al emplear ortofotografías del proyecto SIG Tierras; la resolución de estas es de 0.3 m x 0.3m

para cada pixel que las conforma. A partir de estos datos se calculó el área y se analizó para ver si esta es representativa en la escala de trabajo.

Tabla 11. Cálculo del intervalo del error tolerable (L)

Píxeles		5 % de Píxeles agrupados	Píxel en metros
Filas	134602	6730,1	2019,03
Columnas	135301	6765,05	2029,515
		Metros cuadrados (m²)	4097651,7
		Hectáreas (ha)	409,8

Elaborado por: Criollo, P., 2016

Para la escala con la que se trabaja en este estudio, el área obtenida se considera representativa, y se encuentra dentro de los límites de error que para este caso son del 5%.

A continuación se indica el número de muestras a ser tomado en el área de estudio

$$n = \frac{z^2 pq}{L^2} = \frac{(1.96^2) * (95) * (5)}{5^2} = 72.99$$

El resultado que se obtuvo indica que por lo menos se deberían tomar 73 muestras para cada clase temática. En el mapa de cobertura se identificaron 11 categorías: bosque nativo, vegetación arbustiva y herbácea, pasto con riego, pasto sin riego, cultivos, suelo descubierto, cuerpos de agua, cursos de agua, río doble, construcciones y vías. Para la categoría de cuerpos de agua se tomará 3 puntos, esto se debe a que el acceso a éstos resulta un poco complicado.

Tabla 12. Número de muestras por categoría de uso y cobertura del suelo

Categorías de uso y cobertura de suelo		Número de muestras
1	Bosque nativo	7
2	Vegetación arbustiva y herbácea	7
3	Pasto con riego	7
4	Pasto sin riego	7
5	Cultivos	7
6	Suelo descubierto	7
7	Cuerpos de agua	3
8	Cursos de agua	7
9	Río doble	7
10	Construcciones	7
11	Vías	7
Total		73

Elaborado por: Criollo, P., 2016

4. Resultados y discusión

4.1 Validación del mapa de cobertura y uso de suelo

Para la validación de la información digital se realizaron visitas al área de estudio para levantar puntos con el GPS, en un total de 73. Estos puntos fueron tomados en lugares de fácil acceso. En la siguiente tabla se indican los puntos muestreados con sus coordenadas UTM y la fotografía correspondiente a cada categoría de clasificación.

Tabla 13. Total de muestras tomadas por categoría de uso y cobertura del suelo

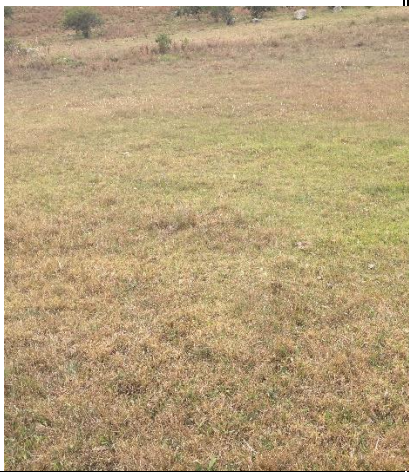
		PUNTO GPS Zona 17S		FOTOGRAFÍA
NIVEL I	NIVEL II		X (mE) Y (mN)	
BOSQUE	Bosque Nativo	1	736292 9681643	
		2	738849 9677551	

		3	739400	9676989	
		4	736640	9681186	
		5	744490	9671106	
		6	744483	9671637	

		7	743296	9672302	
TIERRA AGROPECUARIA	Cultivos	1	736453	9681511	
		2	736481	9680084	
		3	737072	9677984	

		4	741600	9671754	
		5	743160	9671895	
		6	743828	9671464	
		7	743636	9672989	

	Pasto sin riego	1	736729	9677569	
		2	736729	9677569	
		3	742242	9671785	
		4	740443	9671180	

		5	742888	9672050	
		6	744240	9673338	
		7	744671	9673494	
	Pasto con riego	1	736306	9676721	

		2	736518	9680265	
		3	738518	9683153	
		4	742550	9671712	
		5	744383	9671190	

		6	744382	9673381	
		7	744391	9674021	
VEGETACIÓN	Vegetación arbustiva y herbácea	1	736602	9680224	
		2	735657	9681020	

		3	738709	9683115	
		4	734780	9681084	
		5	737919	9679669	
		6	741067	9671388	

		7	744215	9671494	
HIDROGRAFÍA	Cursos de agua	1	735186	9681592	
		2	736027	9681832	
		3	736175	9676653	

		4	739228	9684287	
		5	741577	9672159	
		6	744510	9673605	
		7	744301	9674216	

	Cuerpos de agua	1	738170	9677931	
		2	741477	9671852	
		3	740260	9671136	
	Río doble	1	740876	9683939	

		2	740650	9684159	
		3	740541	9684355	
		4	740284	9684499	
		5	744523	9671079	

		6	744444	9670960	
		7	744108	9670450	
ZONA ANTRÓPICA	Construcciones	1	735835	9680668	
		2	736516	9681019	

		3	738550	9677830	
		4	736482	9677314	
		5	742822	9671832	
		6	742815	9671832	

		7	741402	9671564	
	Vías	1	736741	9679454	
		2	736353	9677117	
		3	736018	9677371	

		4	742621	9672669	
		5	742397	9671587	
		6	740527	9671240	
		7	740422	9671219	

OTRAS TIERRAS	Suelo descubierto	1	736811	9679523	
		2	736096	9677127	
		3	737975	9679556	
		4	743193	9672928	

		5	743971	9671471	
		6	744464	9671058	
		7	742873	9672195	

Elaborado por: Criollo, P., 2016

Los datos obtenidos en campo fueron comparados con los datos del mapa de cobertura vegetal para la zona de estudio, para comprobar si son pertenecientes a la categoría de uso de suelo, como se indica a continuación:

Tabla 14. Comparación de puntos de muestreo con el mapa de uso y cobertura actual del suelo

NIVEL I	NIVEL II	PUNTO GPS Zona 17S			CATEGORIA OBTENIDA EN EL MAPA DE COBERTURA Y USO ACTUAL DEL SUELO PARA EL ÁREA DE ESTUDIO
			X (mE)	Y (mN)	
BOSQUE	Bosque Nativo	1	736292	9681643	Bosque nativo

		2	738849	9677551	Bosque nativo
		3	739400	9676989	Bosque nativo
		4	736640	9681186	Bosque nativo
		5	744490	9671106	Pasto sin riego
		6	744483	9671637	Bosque nativo
		7	743296	9672302	Bosque nativo
TIERRA AGROPECUARIA	Cultivos	1	736453	9681511	Pasto sin riego
		2	736481	9680084	Cultivos
		3	737072	9677984	Pasto sin riego
		4	741600	9671754	Cultivos
		5	743160	9671895	Cultivos
		6	743828	9671464	Cultivos
		7	743636	9672989	Cultivos
	Pasto sin riego	1	736729	9677569	Pasto sin riego
		2	736729	9677569	Pasto sin riego
		3	742242	9671785	Cultivos
		4	740443	9671180	Cultivos
		5	742888	9672050	Pasto sin riego
		6	744240	9673338	Pasto sin riego
		7	744671	9673494	Pasto sin riego
	Pasto con riego	1	736306	9676721	Pasto con riego
		2	736518	9680265	Pasto con riego
		3	738518	9683153	Suelo descubierto
		4	742550	9671712	Pasto con riego
		5	744383	9671190	Pasto con riego
		6	744382	9673381	Pasto con riego
		7	744391	9674021	Pasto con riego
VEGETACIÓN	Vegetación arbustiva y herbácea	1	736602	9680224	Suelo descubierto
		2	735657	9681020	Vegetación arbustiva y herbácea
		3	738709	9683115	Vegetación arbustiva y herbácea
		4	734780	9681084	Vegetación arbustiva y herbácea
		5	737919	9679669	Vegetación arbustiva y herbácea
		6	741067	9671388	Vegetación arbustiva y herbácea
		7	744215	9671494	Suelo descubierto
HIDROGRAFÍA	Cursos de agua	1	735186	9681592	Curso de agua
		2	736027	9681832	Curso de agua
		3	736175	9676653	Curso de agua
		4	739228	9684287	Curso de agua
		5	741577	9672159	Curso de agua
		6	744510	9673605	Curso de agua
		7	744301	9674216	Curso de agua
		1	738170	9677931	Pasto con riego

	Cuerpos de agua	2	741477	9671852	Cultivos
		3	740260	9671136	Bosque nativo
	Río doble	1	740876	9683939	Río doble
		2	740650	9684159	Río doble
		3	740541	9684355	Río doble
		4	740284	9684499	Río doble
		5	744523	9671079	Río doble
		6	744444	9670960	Río doble
		7	744108	9670450	Río doble
ZONA ANTRÓPICA	Construcciones	1	735835	9680668	Construcción
		2	736516	9681019	Construcción
		3	738550	9677830	Construcción
		4	736482	9677314	Construcción
		5	742822	9671832	Construcción
		6	742815	9671832	Construcción
		7	741402	9671564	Construcción
	Vías	1	736741	9679454	Vía
		2	736353	9677117	Vía
		3	736018	9677371	Vía
		4	742621	9672669	Vía
		5	742397	9671587	Vía
		6	740527	9671240	Vía
		7	740422	9671219	Vía
OTRAS TIERRAS	Suelo descubierto	1	736811	9679523	Suelo descubierto
		2	736096	9677127	Suelo descubierto
		3	737975	9679556	Suelo descubierto
		4	743193	9672928	Suelo descubierto
		5	743971	9671471	Suelo descubierto
		6	744464	9671058	Suelo descubierto
		7	742873	9672195	Suelo descubierto

Elaborado por: Criollo, P., 2016

En el área de estudio se verificó la presencia de superficies que no correspondieron con lo indicado en el mapa, por lo que se ejecutó un cálculo del nivel de precisión por tipo de cobertura vegetal y uso actual del suelo del BPA y sus áreas colindantes que son las parroquias San Juan y Jadán.

Tabla 15. Cálculo del nivel de precisión del mapa de uso y cobertura actual del suelo

NIVEL I	NIVEL II	N° de Muestras	Puntos Correctos	Precisión (%)
Bosque	Bosque Nativo	7	6	85,71
Tierra Agropecuaria	Cultivos	7	5	71,43
	Pasto sin riego	7	6	85,71
	Pasto con riego	7	6	85,71
Vegetación	Vegetación arbustiva y herbácea	7	5	71,43
Hidrografía	Cursos de agua	7	7	100,00
	Cuerpos de agua	3	0	
	Río doble	7	7	100,00
Zona Antrópica	Construcciones	7	7	100,00
	Vías	7	7	100,00
Otras Tierras	Suelo descubierto	7	7	100,00
PROMEDIO				90,00

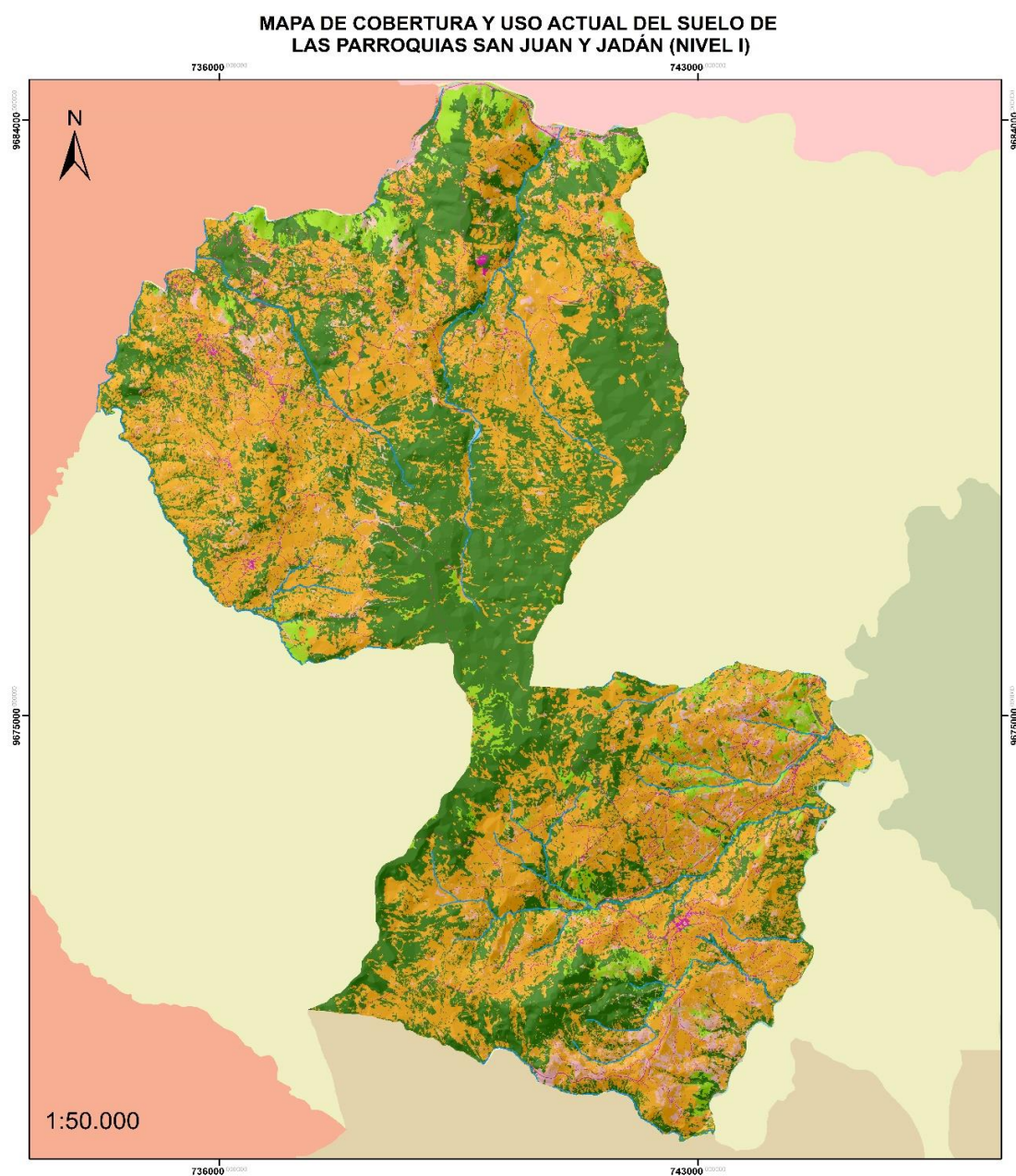
Elaborado por: Criollo, P., 2016

En la tabla se identifica el número de muestras para cada tipo de cobertura existente, así como la precisión obtenida en base al total de aciertos sobre el número total de muestras por el cien por ciento. Al realizar estos cálculos se determinó que el nivel de precisión que posee el mapa de cobertura vegetal es del 90%.

4.2 Resultados de la información cartográfica elaborada

A continuación se indicarán los mapas elaborados y los resultados expresados en áreas de categorías analizadas de acuerdo al uso y cobertura del suelo del área de estudio que para este estudio son las parroquias San Juan y Jadán. Cabe señalar que se incluyeron los términos áreas colindantes haciendo referencia a la elaboración del mapa que involucra a las 5 parroquias que integran el BPA.

4.2.1 Mapa de cobertura y uso actual del suelo de las parroquias San Juan y Jadán



LEYENDA

Cobertura y uso de suelo	Tierra agropecuaria	Otras tierras
Nivel_1	Vegetación	Hidrografía
Bosque	Zona antrópica	Cursos de agua

Ilustración 61. Mapa de cobertura y uso actual del suelo del área de estudio (Nivel I)

Elaborado por: Criollo, P., 2016

Nota: El mapa de cobertura y uso actual del suelo del área de estudio (Nivel I) con mayor detalle se encuentra en los anexos de este documento

De las categorías de uso y cobertura de suelo de las dos parroquias se logró obtener las siguientes áreas:

Tabla 16. Áreas del mapa de cobertura y uso actual del suelo en las parroquias San Juan y Jadán

NIVEL I	NIVEL II	ZONA DE ESTUDIO		PARROQUIA SAN JUAN		PARROQUIA JADÁN		INTERSECCIÓN ENTRE SAN JUAN Y BPA		INTERSECCIÓN ENTRE JADAN Y BPA	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Bosque	Bosque nativo	3559,14	41,01	1092,35	31,48	2466,78	47,36	100,09	56,82	743,96	75,41
Tierra agropecuaria	Cultivos	920,76	10,61	549,78	15,84	370,97	7,12	0,32	0,18	0,63	0,06
	Pasto sin riego	1522,88	17,55	596,37	17,18	926,51	17,79	19,93	11,31	75,55	7,66
	Pasto con riego	1635,82	18,85	714,26	20,58	921,62	17,69	53,25	30,23	129,26	13,10
Vegetación	Vegetación arbustiva y herbácea	379,37	4,37	173,27	4,99	206,06	3,96	0,17	0,10	28,77	2,92
Hidrografía	Cuerpos de agua	4,44	0,05	0,9	0,03	3,54	0,07	0,02	0,01	1,16	0,12
	Cursos de agua										
	Río doble	10,2	0,12	8,51	0,25	1,68	0,03				
Zona antrópica	Construcciones	60,19	0,69	30,19	0,87	30,01	0,58	0,04	0,02	0,19	0,02
	Vías	100,16	1,15	42,3	1,22	57,85	1,11	0,52	0,30	1,10	0,11
Otras tierras	Suelo descubierto	486,42	5,60	262,39	7,56	224,04	4,30	1,81	1,03	5,95	0,60
ÁREA TOTAL		8679,38 ha		3470,32 ha		5209,06 ha		176,14 ha		986,58 ha	

Elaborado por: Criollo, P., 2016

Nota: El mapa de cobertura y uso actual del suelo del BPA localizado dentro de las parroquias en mención se encuentra en los Anexos de este documento

Del mapa de cobertura vegetal y uso de suelo se obtuvieron los siguientes resultados de áreas, perímetro, longitud, unidades para las diferentes categorías; las mismas que se procederá a indicar.

- Número de cultivos, cuerpos de agua y construcciones en la zona de estudio

Tabla 17. Número de cultivos, cuerpos de agua y construcciones del Área de Estudio

NIVEL I	NIVEL II	PARÁMETRO DE MEDICIÓN	ZONA DE ESTUDIO	PARROQUIA SAN JUAN	PARROQUIA JADÁN	INTERSECCIÓN ENTRE SAN JUAN Y BPA	INTERSECCIÓN ENTRE JADÁN Y BPA
Tierra agropecuaria	Cultivos	Unidades (Espacios)	6874	2080	4794	6	14
Hidrografía	Cuerpos de agua	Unidades (Espacios)	343	111	232	2	5
Zona antrópica	Construcciones	Unidades (Espacios)	7451	3964	3487	20	24

Elaborado por: Criollo, P., 2016

- Longitud de los cursos de agua del área de estudio

Tabla 18. Longitud de los cursos de agua del Área de Estudio

NIVEL I	NIVEL II	UNIDAD DE MEDICIÓN	ZONA DE ESTUDIO	PARROQUIA SAN JUAN	PARROQUIA JADÁN	INTERSECCIÓN ENTRE SAN JUAN Y BPA	INTERSECCIÓN ENTRE JADAN Y BPA
Hidrografía	Cursos de agua	km	71,41	37,02	32,96		4,48

Elaborado por: Criollo, P., 2016

- Perímetro de las vías del área de estudio

Tabla 19. Perímetro de las vías del Área de Estudio

NIVEL I	NIVEL II	UNIDAD DE MEDICIÓN	ZONA DE ESTUDIO	PARROQUIA SAN JUAN	PARROQUIA JADÁN	INTERSECCIÓN ENTRE SAN JUAN Y BPA	INTERSECCIÓN ENTRE JADAN Y BPA
Zona antrópica	Vías	km	391,95	160,85	226,29	2,48	5,57

Elaborado por: Criollo, P., 2016

4.2.2 Mapa de pendientes en porcentaje para las parroquias San Juan y Jadán

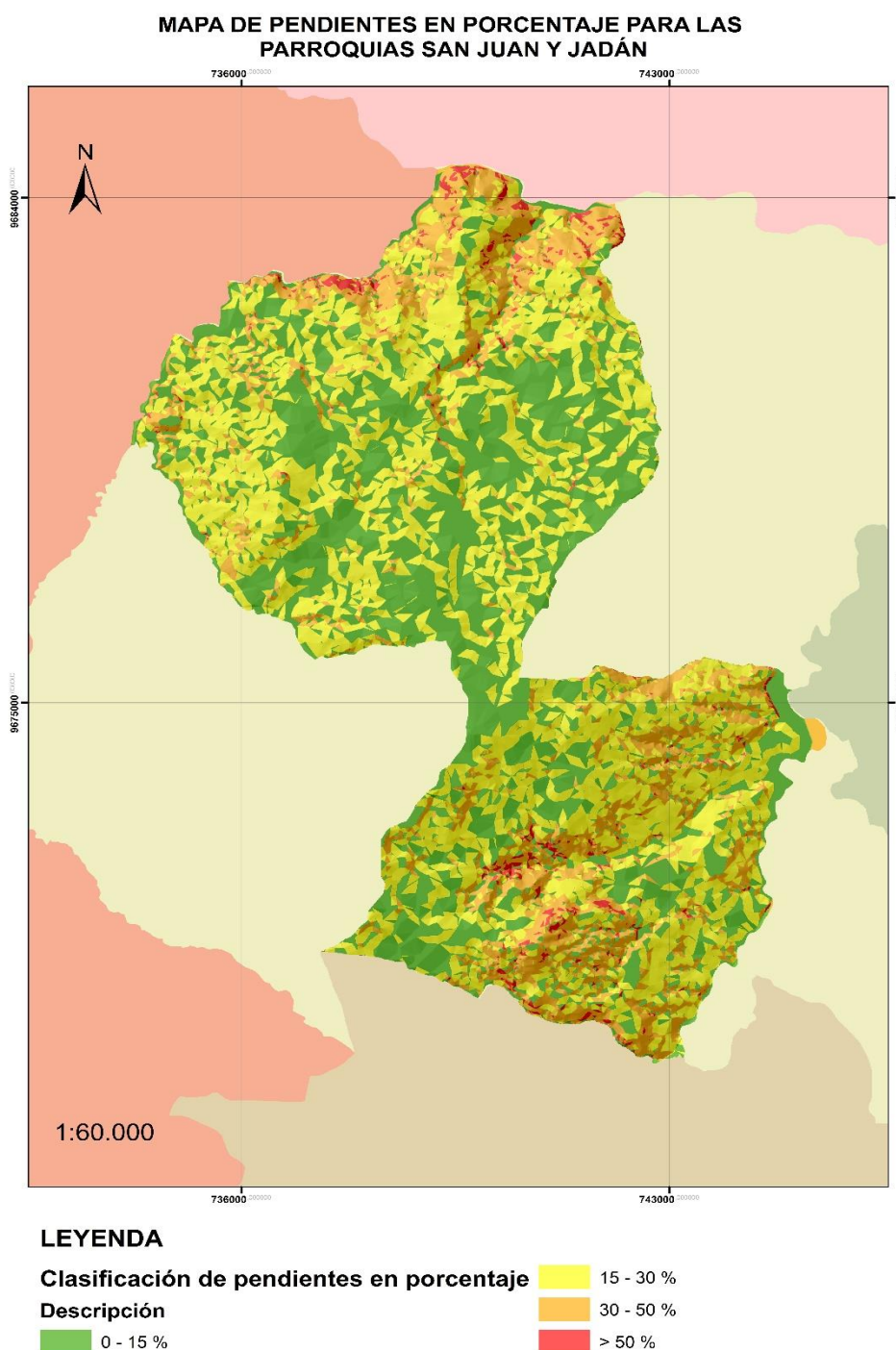


Ilustración 62. Mapa de pendientes en porcentaje para el área de estudio

Elaborado por: Criollo, P., 2016

Nota: El mapa de pendientes en porcentaje para el área de estudio, con mayor detalle se encuentra en los anexos de este documento

A partir de esta información se extrajo las áreas que corresponden a cada valor en porcentaje de las pendientes del área de estudio:

Tabla 20. Áreas pertenecientes a pendientes por porcentaje en el área de estudio

PENDIENTES EN PORCENTAJE	DESCRIPCIÓN	ÁREA DE ESTUDIO		PARROQUIA SAN JUAN		PARROQUIA JADAN		INTERSECCIÓN ENTRE SAN JUAN Y BPA		INTERSECCIÓN ENTRE JADÁN Y BPA	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
0 - 15	Plano o ligeramente inclinado	3224,28	37,15	1008,01	29,05	2216,27	42,55	95,30	54,10	585,68	59,36
15 -30	Inclinado	3722,45	42,89	1543,25	44,47	2179,21	41,83	70,70	40,14	382,78	38,80
30 - 50	Escarpado (muy inclinado)	1592,89	18,35	856,30	24,67	736,59	14,14	10,14	5,76	17,52	1,78
> 50	Fuerte	139,77	1,61	62,77	1,81	77,00	1,48			0,61	0,06
TOTAL (ha)		8679,38		3470,32		5209,06		176,14		986,58	

Elaborado por: Criollo, P., 2016

Nota: El mapa de pendientes en porcentaje del BPA localizado dentro de las parroquias en mención se encuentra en los Anexos de este documento

4.2.3 Mapa de unidades ambientales para las parroquias San Juan y Jadán

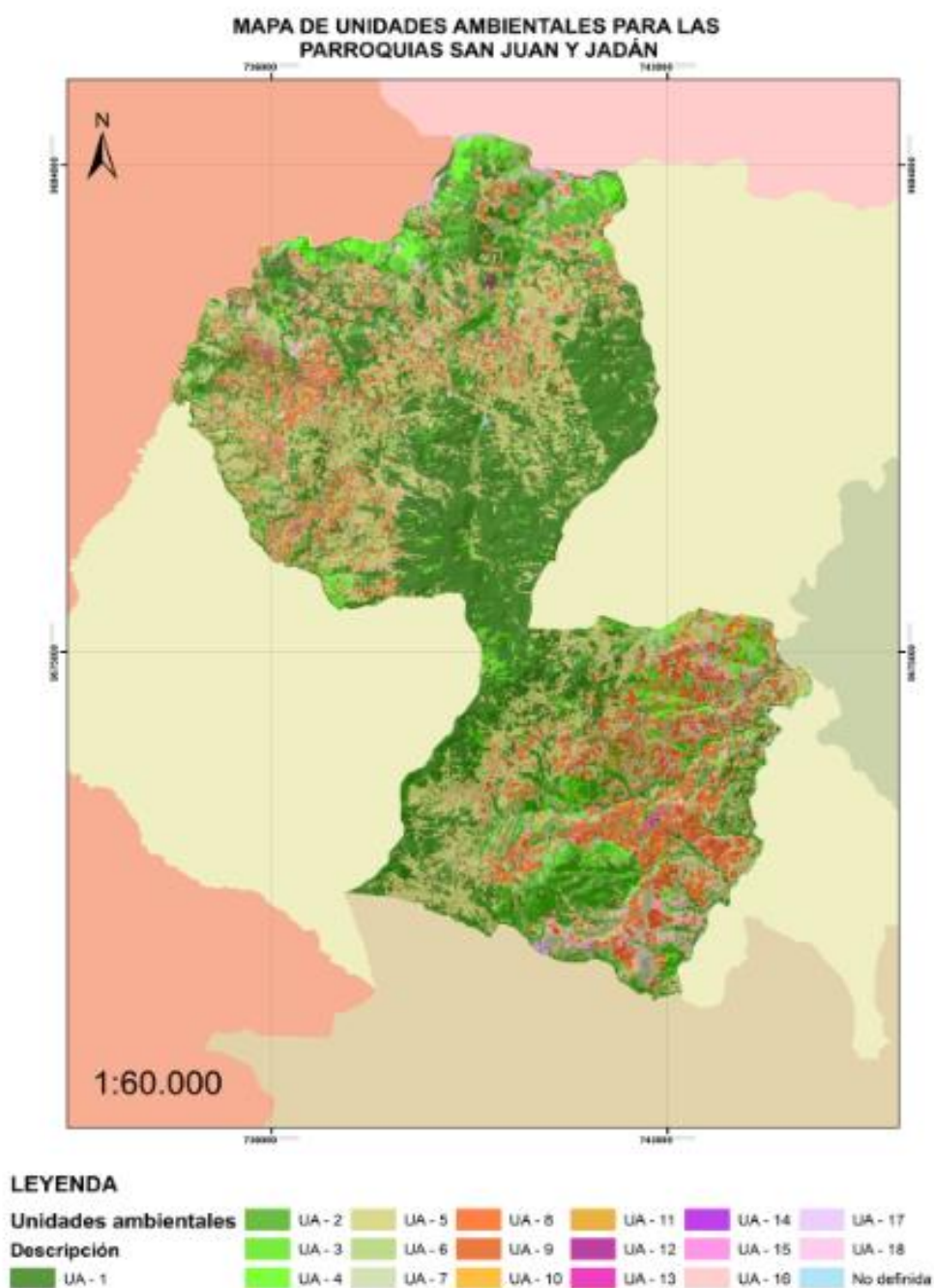


Ilustración 63. Mapa de unidades ambientales para el área de estudio

Elaborado por: Criollo, P., 2016

Nota: El mapa de unidades ambientales para el área de estudio, con mayor detalle se encuentra en los anexos de este documento

Del mapa de unidades ambientales, se extrajo el área de cada unidad ambiental con la pendiente y la categoría de uso de suelo correspondiente:

Tabla 21. Descripción de Unidades Ambientales del Área de Estudio

DESCRIPCIÓN	PENDIENTES	UNIDAD AMBIENTAL	ÁREA DE ESTUDIO		PARROQUIA SAN JUAN		PARROQUIA JADAN		INTERSECCIÓN ENTRE SAN JUAN Y BPA		INTERSECCIÓN ENTRE JADÁN Y BPA	
			ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Bosque Nativo	0 - 15	UA - 1	2794,97	32,20	730,53	21,05	2064,44	39,63	93,11	52,86	729,53	73,95
	15 -30											
	30 - 50	UA - 2	764,17	8,80	361,83	10,43	402,35	7,72	6,98	3,96	14,43	1,46
	> 50											
Vegetación Arbustiva y Herbácea	0 - 15	UA - 3	159,46	1,84	85,80	2,47	73,66	1,41	0,17	0,09	28,51	2,89
	15 -30											
	30 - 50	UA - 4	219,87	2,53	87,48	2,52	132,40	2,54			0,26	0,03
	> 50											
Tierra Agropecuaria - Pasto con riego y sin riego	0 - 15	UA - 5	2653,62	30,57	1012,76	29,18	1640,85	31,50	70,05	39,77	201,39	20,41
	15 -30											
	30 - 50	UA - 6	473,61	5,46	279,96	8,07	193,65	3,72	3,13	1,78	3,32	0,34
	> 50											
Tierra Agropecuaria - Cultivos	0 - 15	UA - 8	330,25	3,80	160,79	4,63	169,46	3,25	0,28	0,16	0,35	0,04
	15 -30	UA - 9	491,96	5,67	306,90	8,84	185,06	3,55	0,04	0,02	0,28	0,03
	30 - 50	UA - 10	97,42	1,12	81,19	2,34	16,23	0,31				
	> 50	UA - 11	1,14	0,01	0,92	0,03	0,22	0,00				
Zona antrópica	0 - 15	UA - 12	64,46	0,74	25,00	0,72	39,47	0,76	0,38	0,22	0,91	0,09
	15 -30	UA - 13	76,71	0,88	36,87	1,06	39,84	0,76	0,18	0,10	0,38	0,04
	30 - 50	UA - 14	17,82	0,21	10,40	0,30	7,42	0,14	0,001	0,001		
	> 50	UA - 15	1,35	0,02	0,21	0,01	1,14	0,02				
Suelo descubierto	0 - 15	UA - 16	362,37	4,18	184,15	5,31	178,22	3,42	1,79	1,02	5,95	0,60
	15 -30											
	30 - 50	UA - 17	114,44	1,32	74,79	2,16	39,65	0,76	0,03	0,02		
	> 50	UA - 18	9,63	0,11	3,48	0,10	6,15	0,12				
No definida			14,64	0,17	9,41	0,27	5,23	0,10	0,016	0,009	1,16	0,12
TOTAL (ha)			8679,38		3470,32		5209,06		176,143		986,58	

Elaborado por: Criollo, P., 2016

Nota: El mapa de unidades ambientales del BPA localizado dentro de las parroquias en mención se encuentra en los Anexos de este documento

4.2.4 Mapa de categorías de ordenación para las parroquias San Juan y Jadán

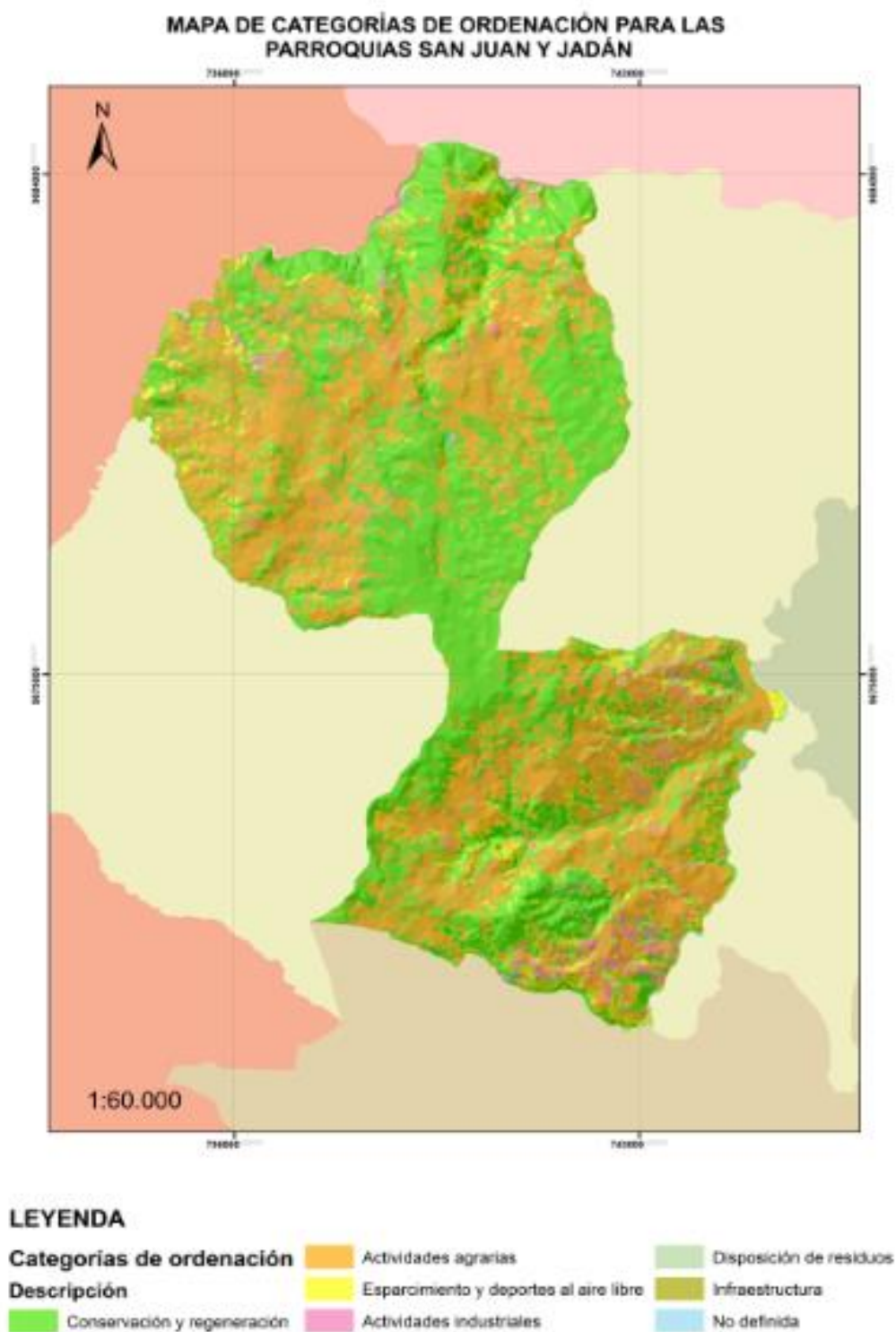


Ilustración 64. Mapa de categorías de ordenación para el área de estudio

Elaborado por: Criollo, P., 2016

Nota: El mapa de categorías de ordenación para el área de estudio, con mayor detalle se encuentra en los anexos de este documento

Con relación a las categorías de ordenación identificadas en el área de estudio se obtuvo las siguientes áreas, en dónde es idóneo el emplazamiento de dichas categorías:

Tabla 22. Áreas correspondientes a las categorías de ordenación del área de estudio

CATEGORÍAS DE ORDENACIÓN	ÁREA DE ESTUDIO		PARROQUIA SAN JUAN		PARROQUIA JADAN		INTERSECCIÓN ENTRE SAN JUAN Y BPA		INTERSECCIÓN ENTRE JADÁN Y BPA	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Actividades agropecuarias	3637,73	41,91	1586,65	45,72	2051,07	39,38	70,75	40,17	202,93	20,57
Actividades industriales	362,34	4,17	184,10	5,31	178,24	3,42	1,78	1,01	5,95	0,60
Conservación y regeneración	3999,96	46,09	1298,50	37,42	2701,46	51,86	100,26	56,92	772,83	78,33
Disposición de residuos	114,46	1,32	74,82	2,16	39,65	0,76	0,03	0,02		
Esparcimiento y deportes al aire libre	473,64	5,46	279,97	8,07	193,67	3,72	3,12	1,77	3,32	0,34
Infraestructura	76,61	0,88	36,87	1,06	39,74	0,76	0,19	0,11	0,38	0,04

Elaborado por: Criollo, P., 2016

Nota: El mapa de categorías de ordenación para el BPA localizado dentro de las parroquias en mención se encuentra en los Anexos de este documento

4.2.5 Mapa de capacidad de acogida para actividades agrarias en las parroquias San Juan y Jadán

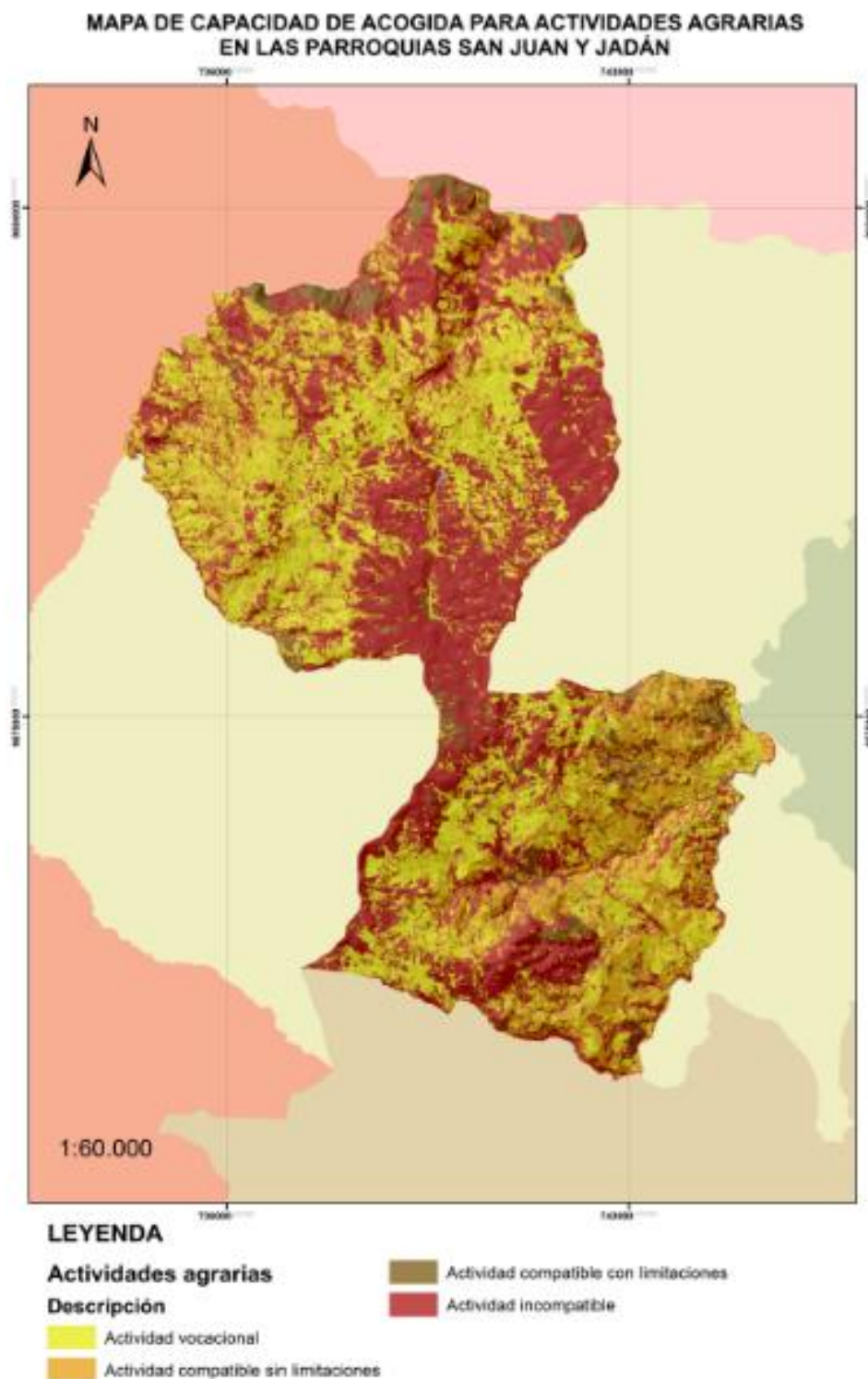


Ilustración 65. Mapa de capacidad de acogida para actividades agrarias en el área de estudio

Elaborado por: Criollo, P., 2016

Nota: El mapa de capacidad de acogida para actividades agrarias en el área de estudio, con mayor detalle se encuentra en los anexos de este documento

Las superficies óptimas para el emplazamiento de actividades agrarias en el área de estudio son las que se indican en el mapa de capacidad de acogida para esta categoría de ordenación. A través de la siguiente tabla se indicará las áreas con la aptitud del terreno propicia para el desarrollo de esta actividad, así como también sitios dónde se debe restringir este uso de suelo.

Tabla 23. Capacidad de acogida para actividades agrarias en el área de estudio

CATEGORÍAS DE ORDENACIÓN	DESCRIPCIÓN	ÁREA DE ESTUDIO		PARROQUIA SAN JUAN		PARROQUIA JADAN		INTERSECCIÓN ENTRE SAN JUAN Y BPA		INTERSECCIÓN ENTRE JADÁN Y BPA	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Actividades agrarias	Actividad vocacional	2983,87	34,38	1173,55	33,82	1810,32	34,75	70,33	39,93	201,74	20,45
	Actividad compatible sin limitaciones	1566,49	18,05	914,02	26,34	652,47	12,53	5,51	3,13	10,85	1,10
	Actividad compatible con limitaciones	406,78	4,69	187,16	5,39	219,62	4,22	0,17	0,10	28,77	2,92
	Actividad incompatible	3707,60	42,72	1186,18	34,18	2521,42	48,40	100,12	56,84	744,06	75,42

Elaborado por: Criollo, P., 2016

Nota: El mapa de capacidad de acogida para actividades agrarias dentro del BPA localizado en las parroquias en mención se encuentra en los Anexos de este documento

4.2.6 Mapa de capacidad de acogida para actividades de conservación y regeneración en las parroquias San Juan y Jadán

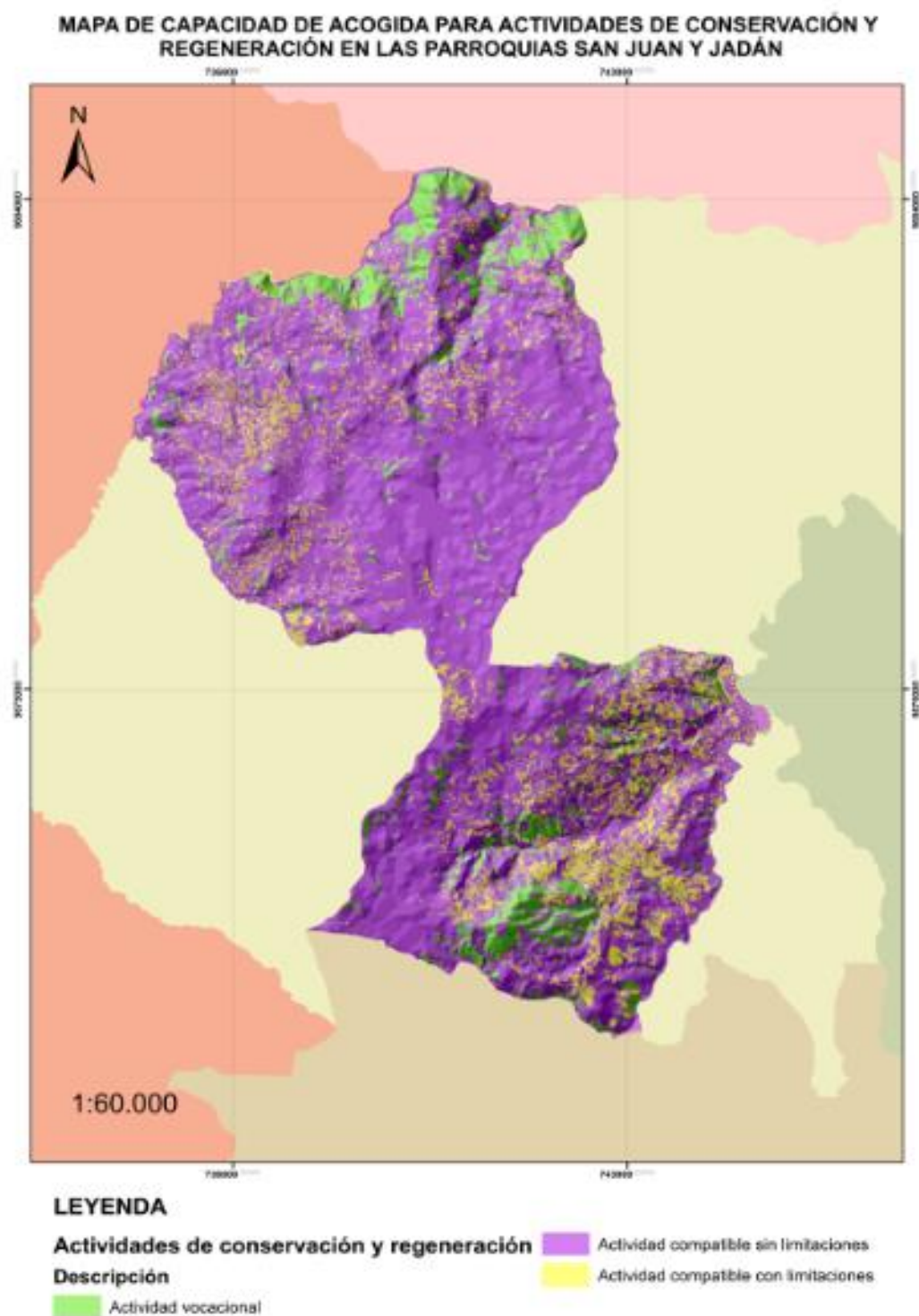


Ilustración 66. Mapa de capacidad de acogida para actividades de conservación y regeneración en el área de estudio

Elaborado por: Criollo, P., 2016

Nota: El mapa de capacidad de acogida para actividades de conservación y regeneración en el área de estudio, con mayor detalle se encuentra en los anexos de este documento

Es importante es importante resaltar que una de las principales coberturas del suelo del área de estudio es el bosque nativo, por lo que es necesario establecer programas y medidas de gestión para conservar y proteger las mismas. En el mapa de cobertura y uso actual del suelo se evidencia claramente la presencia de cultivos dentro del ABVP, por lo que en estas zonas es necesario el emprendimiento de programas para un manejo adecuado del BPA.

Tabla 24. Capacidad de acogida para actividades de conservación y regeneración para el área de estudio

CATEGORÍA DE ORDENACIÓN	DESCRIPCIÓN	ÁREA DE ESTUDIO		PARROQUIA SAN JUAN		PARROQUIA JADAN		INTERSECCIÓN ENTRE SAN JUAN Y BPA		INTERSECCIÓN ENTRE JADÁN Y BPA	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Actividades de conservación y regeneración	Actividad vocacional	984,06	11,34	449,31	12,95	534,74	10,27	6,98	3,96	14,69	1,49
	Actividad compatible sin limitaciones	6557,87	75,56	2396,24	69,05	4161,63	79,89	168,10	95,44	940,30	95,31
	Actividad compatible con limitaciones	1122,81	12,94	615,35	17,73	507,46	9,74	1,05	0,59	30,43	3,08

Elaborado por: Criollo, P., 2016

Nota: El mapa de capacidad de acogida para actividades de conservación y regeneración dentro del BPA localizado en las parroquias en mención se encuentra en los Anexos de este documento

4.3 Discusión

La elaboración del mapa de cobertura y uso de suelo para las parroquias San Juan y Jadán, fue un elemento indispensable para la creación de la información cartográfica posterior. Para la validación en campo del mapa de uso y cobertura actual de la zona de estudio, se calculó una precisión del 90% en la identificación de usos y coberturas al realizar el muestreo espacial.

El uso actual del suelo del área de estudio que comprende las parroquias San Juan y Jadán que incluyen el 63% del Bosque Protector Aguarongo está ocupado por pastizales con riego y sin riego, así como por cultivos, estas categorías se encuentran representadas por el 47.01%, siendo el área total de estudio 8679.38 ha.

En cuanto al uso de vegetación natural, la zona de estudio está ocupada por bosque nativo con un porcentaje del 41.01 %.

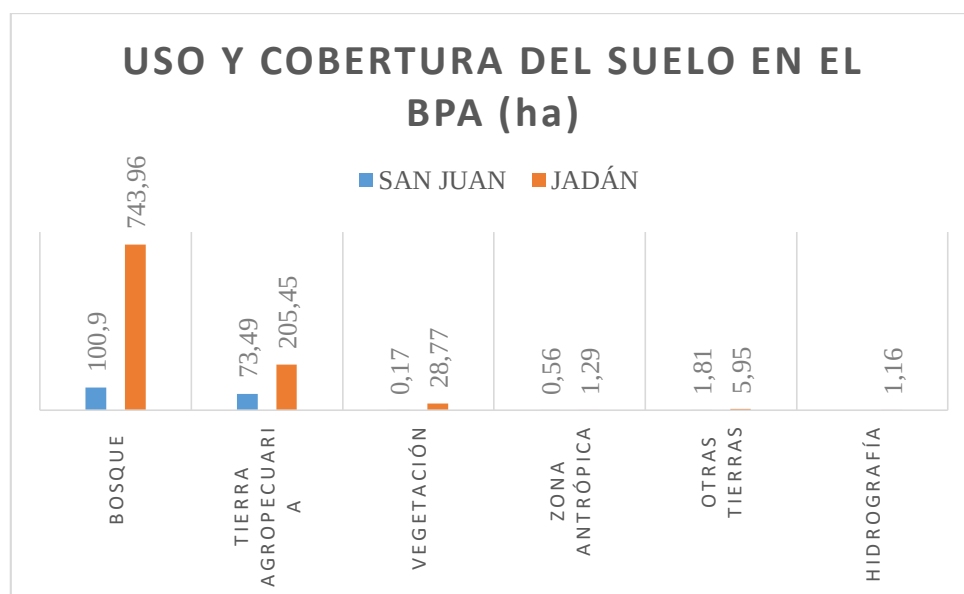


Ilustración 67. Coberturas y uso de suelo del BPA en ha situado en las parroquias San Juan y Jadán

Elaborado por: Criollo, P., 2016

De acuerdo a los mapas elaborados, se puede observar que existe la presencia tierra agropecuaria (pasto con riego y sin riego) incluyendo cultivos en la superficie del Bosque Protector Aguarongo; esto sería un indicador de la presencia de actividad antrópica por parte de las dos parroquias colindantes (San Juan y Jadán).

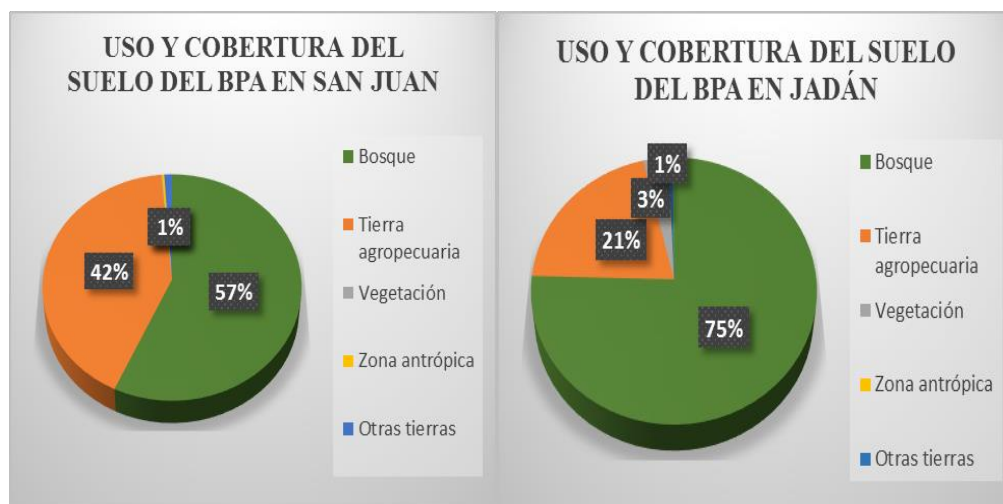


Ilustración 68. Cobertura y uso de suelo en porcentaje del BPA situado en las parroquias San Juan y Jadán

Elaborado por: Criollo, P., 2016

Al estar presente el 53% (986.58 ha) del BPA en la parroquia Jadán, se identifica que el 21% (205.45 ha) corresponden a tierra agropecuaria que son cultivos y pastizales por lo que los habitantes podrían crear una tendencia de movilización hacia estas zonas con sus actividades agrarias. Mientras tanto el porcentaje del BPA en la parroquia San Juan es el 9% (176.14 ha), en dónde el 42% (73.49 ha) pertenecen a tierra agropecuaria.

Aunque las áreas no son equitativas para establecer una comparación adecuada, se debe tener en cuenta el crecimiento de las actividades agrarias en las comunidades de la parroquia San Juan que a la larga afectarán al área de vegetación protectora.

Con el tratamiento de la información digital se corrobora que la percepción de los habitantes con el tema del incremento de la frontera agrícola es totalmente aceptable; pues existe un crecimiento de estas actividades en las cercanías de la parroquia San Juan con el BPA. Probablemente esta expansión agrícola se deba a que las superficies intersectadas entre el bosque y las parroquias poseen pendientes planas en dónde es factible el desarrollo de dichas actividades.

Es evidente que existe un dominio de una pendiente plana o ligeramente inclinada (0 - 15%) e inclinada (15 – 30%) en las intersecciones (Ver Anexos: Mapa de pendientes en porcentaje para el BPA).

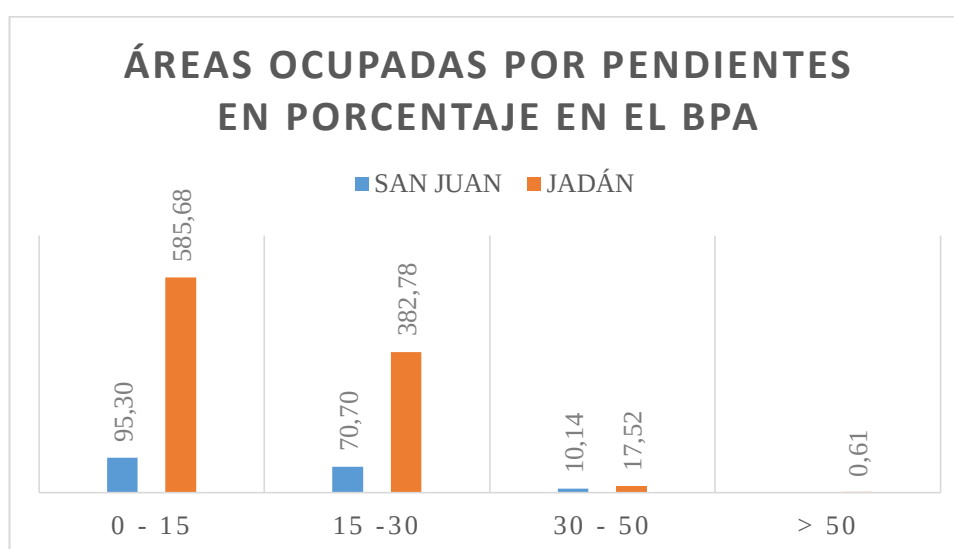


Ilustración 69. Cobertura y uso de suelo en ha del BPA situado en las parroquias San Juan y Jadán

Elaborado por: Criollo, P., 2016

Una vez definidas las unidades ambientales para el área de estudio se estableció que la Unidad Ambiental 1 correspondiente a bosque nativo es la que ocupa el mayor porcentaje del área (32.2%). Sin embargo la Unidad Ambiental 5 perteneciente a Tierra Agropecuaria: pasto con riego y sin riego también ocupa un

lugar importante dentro las demás unidades ambientales (30.57%); y esto se debe a las características de la zona de estudio.

Para el 63% del BPA situado en las dos parroquias se definieron las siguientes unidades ambientales:

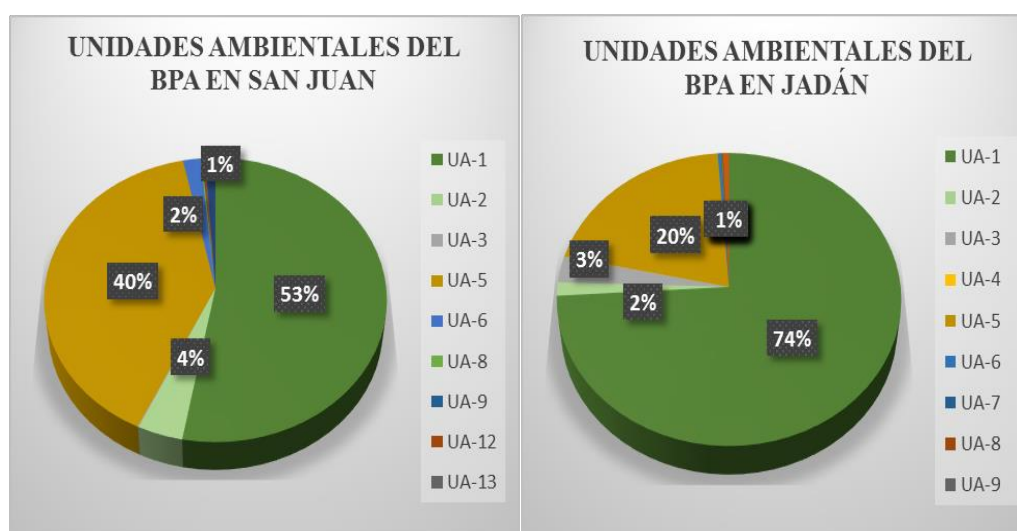


Ilustración 70. Unidades ambientales del BPA situado en las parroquias San Juan y Jadán

Elaborado por: Criollo, P., 2016

De acuerdo a las características de la zona de estudio, la unidad ambiental que ocupa la mayor cantidad de la superficie es la unidad ambiental 1, que corresponde a bosque nativo situado en pendientes de 0-15% y 15-30%. Cabe recalcar que es necesario mantener las zonas de pasto con riego y sin riego sin afecciones; estas, de igual forman se sitúan en pendientes con porcentaje de 0-30%.

Al ser una zona de vegetacion protectora se debería restringir el uso para actividades agrarias, es por esta razón que los porcentajes destinados para esta categoría son mínimos.

A través de la evaluación de cada unidad ambiental, con sus diferentes valores para las actividades idóneas que pueden desarrollarse en cada una, se agruparon en

seis categorías de ordenación para el área de estudio; en dónde jerárquicamente se debe dar prioridad a actividades de conservación y regeneración del área así como también a las actividades agrarias.

Para el Bosque Protector Aguarongo las categorías de ordenación (Ver Anexos: Mapa de categorías de ordenación para el BPA en las parroquias San Juan y Jadán) son:



Ilustración 71. Categorías de ordenación para el BPA situado en las parroquias San Juan y Jadán

Elaborado por: Criollo, P., 2016

En el gráfico se indica la prioridad que deben tener las categorías de conservación y regeneración y la de actividades agropecuarias, ésta última no hace referencia únicamente a cultivos sino de una forma más específica a pastos (con riego y sin riego). Debido a esto se realizaron dos análisis destinados a la capacidad de acogida para estas dos categorías.

- Actividades agrarias

Con el mapa de capacidad de acogida para actividades agrarias en la zona de estudio se identificó que del total del área, en el 42.72% se debe restringir el

desarrollo de actividades agropecuarias. No obstante el área destinada para tierra agropecuaria es el 34.38% que actualmente está siendo ocupado en un 47.01%, existiendo un incremento de la capacidad que tiene el suelo para albergar este tipo de uso.

De acuerdo al análisis realizado en el que se tomó en cuenta la percepción de los habitantes mediante la ejecución de las encuestas, este aumento del uso de suelo relacionado a actividades agrarias podría estar asociado al manejo del suelo por parte de los agricultores de la zona, en donde predomina el arado superficial como profundo para ambos sectores. Para una mayor comprensión del manejo y tratamiento del suelo se recomienda revisar el documento “ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LA GESTIÓN, USO Y COBERTURA VEGETAL DEL SUELO DEL BOSQUE PROTECTOR AGUARONGO Y SECTORES COLINDANTES, ÁREA DE ESTUDIO: SAN JUAN Y JADÁN” elaborado por Vanessa Contreras, integrante del grupo INBIAM. En dicha investigación se establecen comparaciones relacionadas al manejo del suelo en actividades agropecuarias realizadas por los habitantes de las parroquias involucradas en el área de estudio.

Para el BPA comprendido en las parroquias San Juan y Jadán la capacidad de acogida para actividades agrarias (Ver Anexos: Mapa de capacidad de acogida para actividades agrarias del BPA en las parroquias San Juan y Jadán) se indica en la siguiente ilustración:

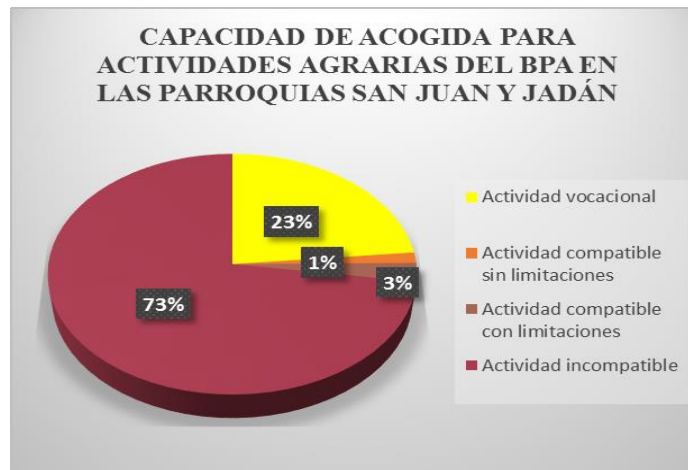


Ilustración 72. Capacidad de acogida para actividades agrarias del BPA situado en las parroquias San Juan y Jadán

Elaborado por: Criollo, P., 2016

Siendo 1162.72 ha del BPA involucradas en este estudio, en el 73% se debe restringir la ejecución de actividades agrarias puesto que se trata de una zona protegida. El porcentaje que corresponde al 23% resulta contradictorio; pero hay que tener en cuenta que las actividades agrarias involucran zonas de pastos, las cuáles deberían mantenerse sin alterar sus condiciones impidiendo el desarrollo de actividades antrópicas en estas superficies.

- Conservación y regeneración

El 75.56% del área de estudio es una superficie donde esta actividad puede darse sin complicación alguna. Desde otro punto de vista esto resultaría un tanto conflictivo, pues estos terrenos corresponden a zonas antrópicas y tierras agropecuarias en dónde se desenvuelven actividades que son indispensables para el desarrollo económico de la zona. Sin embargo es importante indicar que se debe realizar actividades de conservación y regeneración para áreas dónde se localiza vegetación arbustiva y herbácea, tal y como se indica en el mapa de capacidad de

acogida para actividades de conservación y regeneración de las parroquias San Juan y Jadán.

Para la superficie del BPA comprendida en el área de estudio la capacidad de acogida para actividades de conservación y regeneración (Ver Anexos: Mapa de capacidad de acogida para actividades de conservación y regeneración del BPA en las parroquias San Juan y Jadán) podría ser la siguiente:

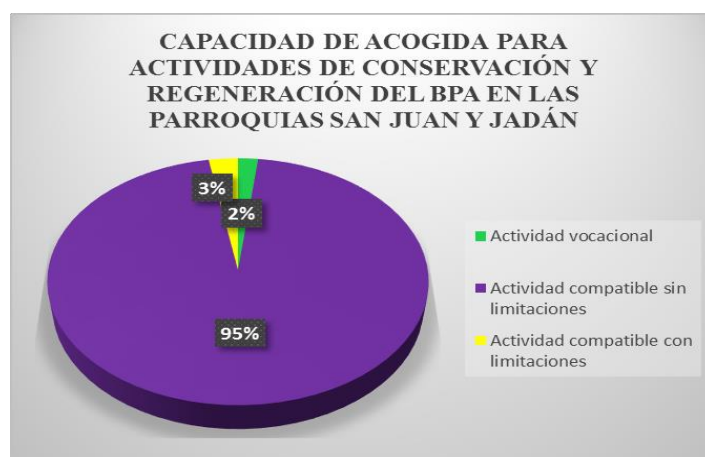


Ilustración 73. Capacidad de acogida para actividades de conservación y regeneración del BPA situado en las parroquias San Juan y Jadán

Elaborado por: Criollo, P., 2016

Con relación al gráfico se deduce que es factible la ejecución de actividades de conservación y regeneración en la superficie del BPA, por lo que se debería emprender dichas acciones en beneficio de la zona, evitando el progreso de actividades agrarias como se explicó en líneas anteriores.

Mediante este mapa se deduce que lo ideal para mantener en sus excelentes condiciones esta zona es la implementación de programas de conservación y regeneración hacia el área de vegetación protectora y hacia otras áreas que de acuerdo al mapa de cobertura y uso actual de suelo son áreas de vegetación arbustiva y herbácea.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

1. El proceso de validación en el campo del mapa de cobertura y uso actual del suelo de las parroquias San Juan y Jadán aseguró una precisión del 90% en la identificación de usos y coberturas, lo que confirma que las ortofotografías son una fuente de información veraz que permite determinar las respectivas coberturas y usos de suelo en la tierra en base al nivel de píxeles.
2. Esta información fue procesada mediante Sistemas de Información Geográfica, los cuales permiten el acceso hacia información más detallada y precisa en cuanto a la cobertura y uso actual del suelo mediante la representación de mapas de gran precisión (Alier, 1996). De acuerdo a este criterio y al conocer que la escala de trabajo es 1: 5000; el mapa de cobertura y uso actual tiene un buen nivel de confiabilidad, pues las áreas muestreadas que no coincidieron fueron muy pequeñas y no son perceptibles a cambios en el mapa final.
3. Los puntos de muestreo que no obtuvieron coberturas y usos de suelo iguales en el monitoreo en campo cómo en el mapa, son del 10%, y esto se debe a que el proyecto Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica "SIGTIERRAS" ejecutado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), en asocio con los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADM), fue ejecutado en el año 2010. Hasta la fecha actual han transcurrido aproximadamente 5 años, por lo que es evidente que exista

crecimiento demográfico y por ende otro tipo de actividades que modifican las características del suelo del área de estudio.

4. En las parroquias San Juan y Jadán en cuanto al uso y cobertura del suelo predomina el tipo de cobertura tierra agropecuaria que está constituida por cultivos, pasto con riego y pasto sin riego con el 47.01%. Le sigue en importancia el uso del suelo con bosque nativo con un 41.01%, en tercer lugar se encontró la categoría correspondiente a otras tierras que es suelo descubierto cubriendo un área porcentual de 5.6%. La vegetación arbustiva y herbácea ocupa un 4.37%. Para otras categorías como hidrografía y zona antrópica se destina el 2,01%.
5. La superficie del BPA que pertenece a las parroquias San Juan y Jadán en su mayor parte está ocupada por bosque nativo con un 72.6 %. Pero también existe una cobertura perteneciente a pasto con riego y pasto sin riego con un 23.99% y el 0.1% corresponde a cultivos; estas categorías se sitúan dentro de tierra agropecuaria que podrían estar siendo empleadas para el pastoreo de ganado y el desarrollo de agricultura.
6. Existe una expansión de la cobertura agropecuaria hacia el área del BPA, donde 0.95 ha de éstos se encuentra dentro de la superficie del bosque. Es un tanto preocupante la expansión de estas actividades, pues trae consecuencias como la pérdida de bienes y servicios ambientales que generan los ecosistemas, también la pérdida de hábitats y la alteración de ciclos hidrológicos (Valarezo, 2005).
7. Referente al mapa de unidades ambientales, los resultados de éste fueron agrupados en 18 categorías, en donde la unidad 1 es la que mayor cantidad de área posee y corresponde a la de bosque en una pendiente de 0 – 30 %.

La tierra agropecuaria (cultivos) en el mapa de unidades ambientales elaborado ocupa un área de 922.65 ha representada por el 9.68%, correspondiente a las unidades ambientales 8, 9, 10 y 11.

8. De acuerdo al análisis realizado se concluye que la actividad agrícola es la que tiene mayor incidencia sobre la superficie del BPA, pues esta avanza hacia los límites del bosque con las parroquias colindantes que son San Juan y Jadán.
9. A más de esto el crecimiento demográfico ha provocado una expansión de las comunidades, hacia la zona protegida. El área ocupada por la zona antrópica es de 157.57 ha.
10. En el mapa de capacidad de acogida se determinó los usos y coberturas adecuados para el área de estudio, resultando el de mayor área las actividades destinadas a conservación y regeneración. De acuerdo a esta aptitud del territorio se establecieron zonas en las que es factible el emplazamiento de actividades agrícolas que no generen afección al área del Bosque Protector Aguarongo.

5.2 Recomendaciones

1. Referente a la validación del mapa de cobertura y uso actual se recomienda el desarrollo de diseños estadísticos para calcular el nivel de precisión cartográfica.
2. Para la zona de estudio de este trabajo de titulación se sugiere tomar un mayor número de muestras con la finalidad de abarcar un mayor porcentaje de la superficie. En el caso en el que se requiera conocer la cantidad exacta de coberturas del suelo, lo ideal sería establecer un período de tiempo lo

suficientemente considerable para monitorear y registrar la vegetación, puesto que esta varía de acuerdo a las épocas del año.

3. Este tipo de estudios en los que se elabora un análisis de mapas deberían realizarse en períodos prudenciales de tiempo, de manera especial si se trata de bosques de vegetación protectora con la finalidad de evaluar los cambios que ocurren asociados a modificaciones en el componente biótico y plantear medidas para proteger estas áreas.
4. Las investigaciones relacionadas a Ordenamiento Territorial en el Bosque Protector Aguarongo y áreas colindantes deberían continuar con el objetivo de diagnosticar, reconocer y reformular los planes en programas referentes a la utilización, conservación y regeneración de los recursos naturales.
5. Al obtener un mapa de uso y cobertura actual del suelo de un bosque protector, podría emplearse para calcular tasas de deforestación que están vinculadas directamente con el cambio climático; lo cual sería importante para el planteamiento de nuevos temas de investigación.
6. Para culminar, es necesario indicar la prioridad de ejecutar trabajos en dónde el tema principal sea referente a la fragmentación del Bosque Protector Aguarongo, para determinar el grado de fragmentación, tal y como se indica en el Plan de Manejo Ambiental efectuado en esta zona en el año 2002. No obstante al realizar este trabajo se identificó ciertos espacios cercanos al bosque dónde existe la presencia de tierras de cultivo, pastizales para el ganado y la implementación de carreteras para el desarrollo humano, cómo se indica en las fotografías.

De acuerdo a la bibliografía consultada, la presencia de estas coberturas indica una transformación del paisaje; lo cual está relacionado directamente con la fragmentación.



Ilustración 74. Presencia de tierras de cultivo, pastizales e implementación de vías en el área de estudio.

Elaborado por: Criollo, P., 2016

6. Bibliografía

- Áreas Protegidas | Ministerio del Ambiente. (s. f.). Recuperado 15 de febrero de 2016, a partir de <http://www.ambiente.gob.ec/areas-protegidas-3/>
- Angermeier, P. L. 1994. Does biodiversity include artificial diversity. *Conserv. Biol.* 8: 600-602.
- Astudillo Guzmán, P. A. (2012). Análisis de las políticas de gestión ambiental de bosque protector Aguarongo. Universidad de Cuenca. Cuenca Ecuador.
- Baatz, M. y Schäpe, A. (2000): Multi-resolution segmentation: an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. En J. Strobl, T. Blaschke y G. Griesebner (Eds.), *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XII*, Wichmann, Heidelberg, pp. 12-23.
- Báez, S., et al., Bottom-up regulation of plant community structure in an aridland ecosystem. *Ecology*, 2006. 87(11): p. 2746-2754.
- Burel, F., Baudry, J. (2002). *Ecología del Paisaje: Conceptos, métodos y aplicaciones*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-Barcelona-México.
- Caballero, E. (s, f). *Muestreo en poblaciones ambientales*. Universidad de Granada. Granada España.
- Centro de Supercomputación de Galicia CESGA (www.cesga.es)
- Chao, C.-T., Thompson, S.K. (2001). Optimal adaptive selection of sampling sites. *Environmetrics* 12, 517–538.
- Criollo P., Parra P., Contreras V., Zumba D (2016). Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo.

Definiens. (2007). Definiens Professional 5.0 Essential Training. Definiens AG, München,

Definiens Imaging GmbH (2002): eCognition user guide. Definiens Imaging GmbH, Munich, Alemania. <http://www.definiens-imaging.com>

Definición de sig-ARCGIS.pdf. (s. f.). Disponible en: http://www.inec.gob.ec/nuevo_inec/items/gestion_eficiente/cartografia/anejos/CAPACITACIONES/INSTRUCTIVOS%20AMANZANADO/ARCGIS.pdf

Fernández de Tejada, A. (1994): La definición de Espacios Naturales. Revista Estratos nº 31, primavera. Madrid.

Forman, R., Gordon, M. (1986): Landscape Ecology, Wiley, Chichester

Franquis F., Infante A. (2003). Los bosques y su importancia para el suministro de servicios ambientales. Rev. For.

Ganzenmüller, A., F. Cuesta-Camacho, M. G. Riofrío, C. González y F. Baquero. 2010. Caracterización ecosistémica y evaluación de efectividad de manejo de los bosques protectores y bloques del Patrimonio Forestal ubicados en el sector ecuatoriano del Corredor de Conservación Chocó-Manabí. Ministerio del Ambiente del Ecuador, EcoCiencia y Conservación Internacional. Quito Ecuador.

García, R. (1995): “Consideraciones sobre los Instrumentos de Planificación de los Espacios Naturales Protegidos. ESPARC-95”. Actas del I Seminario de Espacios Naturales Protegidos en Soto del Real. Madrid.

Ghio, G. (2008). Taller Regional: Cartografía Censal con Miras a la Ronda de Censos 2010 en Latinoamérica. Sociedad de Especialistas Latinoamericanos en Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Cuenca (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca. Disponible en: http://www.cuenca.gob.ec/?q=system/files/PDOT_Completo_2015.pdf

Gómez Orea, D. (2001). Ordenación Territorial. Mundi-Prensa. Altur Grau, V.J. (2002) Ordenación del territorio y medio ambiente: Manual de prácticas: Proyectos de innovación docente. Universidad Politécnica de Valencia.

González, F. (1988): “Relación entre Espacios Naturales Protegidos y Protegibles. Los términos de una polémica”. Supervivencia de los Espacios Naturales. Survie de Espaces Naturels. Casa de Velázquez. MAPA. Madrid.

González X., Tapia M., Validivieso M. (2009). Estado actual de las áreas protegidas y bosques protectores de la región sur del Ecuador y su marco jurídico ambiental. Universidad Técnica Particular de Loja.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/>

Kattan, G., Murcia, C. A review and synthesis of conceptual Frameworks for the study of forest fragmentation. Ecological Studies, 162: 183-200. 2003.

Ley Forestal y de conservación de áreas naturales y vida silvestre. Codificación 17. Registro oficial suplemento 418 de 10 de Septiembre de 2004

López, F. (1996). Fuentes del régimen jurídico de los Espacios Naturales Protegidos. Gestión de Espacios Naturales. La demanda de servicios recreativos. Norte, Mariano (Ed.). Mc. Graw Hill. Madrid.

Maguire, D.J. (1991) An overview and definition of GIS en Maguire, D.J.; Goodchild, M.F. and Rhind, D.W. (Eds.) Geographical Information Systems: Principles and Applications. John Wiley & sons pp. 9-20 (www.wiley.co.uk/wileychi/gis/resources.html)

Maidment, D., Robayo D., McKinney F., Patino C., Martinez S., Teasley R. (s, f). Generalidades del ArcGIS. Disponible en: ftp://200.16.19.97/pub/trabajosfinales/Trabajo%20Final%20MARTINEZ%20GARCIA/Disco%201/09%20%20Bibliografia/Tutoriales%20Argis/Hydro/Hydro/ARCHYDRO/ArcHydro_Chihuahua_1/Agosto25_2008/2_Generalidades_ArcGIS.pdf

Minga, D. (2014). Relación entre el conocimiento tradicional y la diversidad de plantas en el Bosque Protector Aguarongo Azuay Ecuador. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca Ecuador.

Minga, N., et al. (2002). Plan de Manejo del Bosque Protector Aguarongo y su Área de Influencia. A partir de: <http://www.developmentofpeople.org/uploads/analysis/analysis3-CISP-biblioteca-progetti.pdf>

Ministerio del Ambiente del Ecuador. Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ec/>

Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2006). Políticas y Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador 2007 -2016. Proyecto GEF: Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Quito, Ecuador.

Ministerio del Ambiente del Ecuador: Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. (2012). Disponible en: http://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2012/09/LEY_ENDA_ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (2010). Indicadores de fragmentación de hábitats causada por infraestructuras lineales de transporte. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, número 4. O.A. Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 133 pp. Madrid.

Morillo, C. Leconte, J. (1988): Conclusiones generales. Supervivencia de Espacios Naturales. Casa Velázquez. MAPA. Madrid.

Municipalidad de Gualaceo. (2012). Diagnóstico Integrado, Diagnóstico Sectorial y Modelo de Desarrollo Estratégico y Ordenamiento Territorial. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, Gualaceo-Ecuador.

Openshaw, S. (1991) A view on the GIS crisis in geography Environment and Planning A 23, 621-628

Pilco, P., C. Gavilanes, D. Suárez, T. Castillo, S. Poats. 2008. Guía metodológica para la elaboración de planes de manejo de bosques y vegetación protectora del Ecuador. Corporación Grupo Randi, Conservación Internacional Ecuador, Ministerio del Ambiente – Dirección Nacional Forestal. Quito.

PLAN DE MANEJO DEL BOSQUE PROTECTOR AGUARONGO Y SU AREA

DE INFLUENCIA (s. f.). Disponible en:

<http://www.developmentofpeoples.org/uploads/analysis/analysis3-CISP-biblioteca-progetti.pdf>.

Plan Estratégico del SNAP. pdf (s. f.). Disponible en:

<http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/369324/12>.

Prado, K (2015): “Ordenación Territorial de Áreas Protegidas: Aplicación al área de influencia y vegetación protectora-ABVP Aguarongo”. Universidad de Cuenca. Cuenca Ecuador.

Puente, M (2007). Reflexiones sobre la propiedad privada y la posesión en un bosque protector en el Ecuador. FLACSO - Sede Ecuador. Quito.

Redford, K. The empty forest. BioScience 42: 412-422. 1992.

Rivadeneira N. (2012). Plan de Ordenamiento Forestal del Bosque Protector Kutukú-Shaimi. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba Ecuador.

Rojas, S (2011). “Evaluación de metodologías para procesamiento de imágenes satelitales para identificación de cambio de uso de suelo”. Escuela Politécnica del Ejército.

Salgado S., Betancourt F., Cuesta F. (2007). Caracterización de la cobertura vegetal y uso del suelo en la cuenca alta del río Mazar, Provincia Cañar – Ecuador. Unidad de Ecología Espacial Laboratorio de SIG & SR Ecociencia. Quito Ecuador.

- Salitchev, K. (1979). Cartografía. MES. Habana-Cuba: Pueblo y Educación.
- Samaniego, H. (2012). Sistema de Información Geográfica aplicado al Catastro de Alcantarillado del Cantón Paute, Ecuador. Universidad San Francisco de Quito. Quito Ecuador.
- Sánchez, I. (1982): “Inventariación y evaluación de recursos de un espacio natural. Planificación y gestión de Espacios Naturales Protegidos”. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid.
- SOLER, J. (1992): “Los espacios naturales”. Manual de ciencia del paisaje Bolós, María (Dirección). Masson, S.A. Barcelona.
- Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Disponible en: <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/>
- Sistema de información geográfica. (s, f). Corporación Autónoma Regional de Nariño. Disponible en: <http://corponarino.gov.co/pmapper-4.1.1/sig/interfase/interfase.html>
- Sistemas de Información Geográfica (s, f). Sistema de Información de la Provincia de Loja. Universidad Técnica Particular de Loja. Capítulo I, 1-72. <http://sig.utpl.edu.ec/sigutpl/staftpro/realidad/Indicadores.PDF>
- Sousa, G. (2013). XII Jornada de Fotogrametría, 1er. Taller eCognition. GeotoolBox Ibérica SL. Disponible en: <http://www.gtbi.net/wp-content/plugins/gallery/uploads/pdf/5941386004316.pdf>
- Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria TULAS. Libro III del Régimen Forestal.

Tolón A., Lastra J. (2008). Los espacios naturales protegidos. Revista Electrónica de Medio Ambiente, 2, 25.

Tolón, A.; Ramírez, M^aD. (2002): “El Parque Natural de Sierra María Los Vélez Almería, bases para un Desarrollo Sostenible”. Instituto de Estudios Almerienses.

Verboom,B. y H. Huitema. 1997. The importance of linear landscape elements for the pipistrelle *Pipistrellus pipistrellus* and the serotine bat *Eptesicus serotinus* . Landscape Ecology 12: 117-125.

Willhauck, G. (2000): “Semiautomatic classification procedures for fire monitoring using multitemporal SAR Images and NOAA-AVHRR hotspot data”. Disponible en: <http://www.definiens.com/publication.pdf>

7. Anexos

7.1 Datos de las encuestas realizadas en las parroquias San Juan y Jadán

7.1.1 Parroquia San Juan

Las encuestas fueron realizadas en un total de 25, es importante indicar que éstas se ejecutaron en áreas cercanas al Bosque Protector Aguarongo.

- Uso actual del Bosque Protector Aguarongo:

Tabla 25. Uso actual del BPA (encuestas)

PREGUNTA	OPCIÓN DE RESPUESTA	N° DE RESPUESTAS
¿Cuál es el uso que se le da al "Bosque Protector Aguarongo"?	Extracción de madera	3
	Turismo	15
	Agricultura	6
	Extracción de plantas medicinales	3
	Conservación	12
	Pastoreo de ganado	9
	Otros	1

Fuente: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. INBIAM (2015)

Elaborado por: Criollo, P., 2016

- Incremento de la frontera agrícola:

Tabla 26. Incremento de la frontera agrícola (encuestas)

PREGUNTA	RESPUESTAS	N° DE RESPUESTAS
¿Existe actualmente más terreno cultivado que antes?	Incremento	9
	Disminución	15

Fuente: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. INBIAM (2015)

Elaborado por: Criollo, P., 2016

- Métodos para la preparación del suelo:

Tabla 27. Métodos para la preparación del suelo (encuestas)

PREGUNTA	ÍTEM	N° DE RESPUESTAS
¿Cuál es el método usado para la preparación del suelo?	Arado superficial	5
	Arado profundo	19
	Mata-malezas	1
	Epeque	0
	Desbrozado y quemado	0
	Todas	0
	Otros	0

Fuente: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. INBIAM (2015)

Elaborado por: Criollo, P., 2016

- Métodos para evitar la pérdida del suelo:

Tabla 28. Métodos para evitar la pérdida del suelo (encuestas)

PREGUNTA	ÍTEM	N° DE RESPUESTAS
¿Qué se hace actualmente para evitar la pérdida del suelo?	Arar contra pendiente	0
	Surcos	2
	Construcción de terrazas	7
	Siembra de barreras vivas	8
	Muros de contención	6
	Cultivos en franjas	1
	Otros	0

Fuente: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. INBIAM (2015)

Elaborado por: Criollo, P., 2016

7.1.2 Parroquia Jadán

Las encuestas fueron realizadas en un total de 25, es importante indicar que éstas se ejecutaron en áreas cercanas al Bosque Protector Aguarongo.

- Uso actual del Bosque Protector Aguarongo:

Tabla 29. Uso actual del BPA (encuestas)

PREGUNTA	ÍTEM	N° DE RESPUESTAS
¿Cuál es el uso que se le da al "Bosque Protector Aguarongo"?	Extracción de madera	3
	Turismo	15
	Agricultura	3
	Extracción de plantas medicinales	0
	Conservación	2
	Pastoreo de ganado	11
	Otros	2

Fuente: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. INBIAM (2015)

Elaborado por: Criollo, P., 2016

- Incremento de la frontera agrícola:

Tabla 30. Incremento de la frontera agrícola (encuestas)

PREGUNTA	RESPUESTAS	N° DE RESPUESTAS
¿Existe actualmente más terreno cultivado que antes?	Incremento	3
	Disminución	22

Fuente: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. INBIAM (2015)

Elaborado por: Criollo, P., 2016

- Métodos para la preparación del suelo:

Tabla 31. Métodos para la preparación del suelo (encuestas)

PREGUNTA	ÍTEM	N° DE RESPUESTAS
¿Cuál es el método usado para la preparación del suelo?	Arado superficial	13
	Arado profundo	10
	Cruzada	5
	Desbrozado y quemado	0
	Mata-malezas	1
	Desbrozado y quemado	0
	Todas	7
	Otros	0

Fuente: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. INBIAM (2015)

Elaborado por: Criollo, P., 2016

- Medidas para evitar la pérdida del suelo:

Tabla 32. Medidas para evitar la pérdida del suelo (encuestas)

PREGUNTA	ÍTEM	N° DE RESPUESTAS
¿Qué se hace actualmente para evitar la pérdida del suelo?	Arar contra pendiente	9
	Surcos	6
	Construcción de terrazas	10
	Siembra de barreras vivas	9
	Muros de contención	9
	Cultivos en franjas	1
	Otros	1

Fuente: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. INBIAM (2015)

Elaborado por: Criollo, P., 2016

7.2 Valoración de las unidades ambientales

Tabla 33. Valoración de unidades ambientales para las categorías de ordenación

DESCRIPCIÓN	PENDIENTES	UNIDAD AMBIENTAL	CONSERVACIÓN Y REGENERACIÓN						DESCRIPCIÓN
			Preservación estricta	Conservación Activa de las actividades que se desarrollan	Regeneración del ecosistema	Actividades científico culturales	Repoblación forestal	PROMEDIO 1	
Bosque Nativo	0 - 15	UA - 1	4	2	3	3	4	3,20	Actividad compatible sin limitaciones
	15 -30								
	30 - 50	UA - 2	5	2	5	4	5	4,20	Actividad vocacional
	> 50								
Vegetación Arbustiva y Herbácea	0 - 15	UA - 3	3	2	4	3	3	3,00	Actividad compatible con limitaciones
	15 -30								
	30 - 50	UA - 4	5	3	5	3	5	4,20	Actividad vocacional
	> 50								
Tierra Agropecuaria - Pasto con riego y sin riego	0 - 15	UA - 5	2	3	4	5	4	3,60	Actividad compatible sin limitaciones
	15 -30								
	30 - 50	UA - 6	3	3	4	5	4	3,80	Actividad compatible sin limitaciones
	> 50								
Tierra Agropecuaria - Cultivos	0 - 15	UA - 8	2	5	3	2	1	2,60	Actividad compatible con limitaciones
	15 -30	UA - 9	2	4	3	2	2	2,60	Actividad compatible con limitaciones
	30 - 50	UA - 10	3	4	5	2	3	3,40	Actividad compatible sin limitaciones
	> 50	UA - 11	4	2	5	3	5	3,80	Actividad compatible sin limitaciones
Zona antrópica	0 - 15	UA - 12	2	5	3	2	1	2,60	Actividad compatible con limitaciones
	15 -30	UA - 13	2	5	3	3	2	3,00	Actividad compatible con limitaciones
	30 - 50	UA - 14	3	3	4	3	4	3,40	Actividad compatible sin limitaciones
	> 50	UA - 15	4	3	5	3	5	4,00	Actividad compatible sin limitaciones
Suelo descubierto	0 - 15	UA - 16	2	2	4	3	5	3,20	Actividad compatible sin limitaciones
	15 -30								
	30 - 50	UA - 17	2	2	4	3	5	3,20	Actividad compatible sin limitaciones
	> 50	UA - 18	4	2	5	4	5	4,00	Actividad compatible sin limitaciones

Fuente: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. INBIAM (2015)

Elaborado por: Criollo, P., 2016

Tabla 34. Valoración de unidades ambientales para las categorías de ordenación

ESPARCIMIENTO Y DEPORTES AL AIRE LIBRE									
Excursionismo y contemplación	Recreo concentrado	Camping	Baño y actividades náuticas	Caza	Pesca	Motocross, trial	Circulación campo a través con vehículos todo terreno	PROMEDIO 2	DESCRIPCIÓN
5	3	2	1	2	2	1	1	2,13	Actividad compatible con limitaciones
4	1	1	1	2	2	1	1	1,63	Actividad incompatible
4	3	2	2	3	4	1	2	2,63	Actividad compatible con limitaciones
5	4	4	3	3	4	1	1	3,13	Actividad compatible sin limitaciones
5	5	5	3	3	4	3	3	3,88	Actividad compatible sin limitaciones
5	5	5	3	3	4	3	4	4,00	Actividad compatible sin limitaciones
4	2	3	1	2	3	2	2	2,38	Actividad compatible con limitaciones
4	3	3	1	1	1	1	1	1,88	Actividad incompatible
3	3	2	1	1	1	1	1	1,63	Actividad incompatible
3	2	2	1	1	1	1	2	1,63	Actividad incompatible
2	2	2	2	1	1	1	1	1,50	Actividad incompatible
3	3	2	3	1	1	2	3	2,25	Actividad compatible con limitaciones
5	5	3	2	1	1	2	3	2,75	Actividad compatible con limitaciones
5	2	4	3	2	2	2	3	2,88	Actividad compatible con limitaciones
5	2	4	3	2	2	1	1	2,50	Actividad compatible con limitaciones
4	5	4	3	3	4	4	4	3,88	Actividad compatible sin limitaciones
2	2	3	1	3	4	4	4	2,88	Actividad compatible con limitaciones
3	3	3	3	3	4	4	4	3,38	Actividad compatible sin limitaciones

Fuente: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. INBIAM (2015)

Elaborado por: Criollo, P., 2016

Tabla 35. Valoración de unidades ambientales para las categorías de ordenación

ACTIVIDADES AGRARIAS											
Agricultura extensiva de secano	Agricultura de regadío	Huertos familiares y/o metropolitanos	Agricultura industrial: invernaderos	Pascicultura	Pastoreo	Edificaciones ganaderas	Repoblación forestal: bosque productor	Edificaciones asociadas a la explotación agraria	Vivienda rural	PROMEDIO 3	DESCRIPCIÓN
1	1	1	1	2	1	1	4	2	2	1,60	Actividad incompatible
1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1,40	Actividad incompatible
2	2	3	2	2	2	3	4	4	4	2,80	Actividad compatible con limitaciones
2	2	3	2	2	2	2	5	2	3	2,50	Actividad compatible con limitaciones
4	5	5	5	4	4	5	3	5	5	4,50	Actividad vocacional
3	4	4	4	3	4	5	3	4	4	3,80	Actividad compatible sin limitaciones
1	1	1	1	2	2	2	4	1	1	1,60	Actividad incompatible
5	5	5	5	3	3	4	3	5	4	4,20	Actividad vocacional
4	5	5	4	3	3	4	3	5	4	4,00	Actividad compatible sin limitaciones
3	5	5	4	3	3	4	3	5	3	3,80	Actividad compatible sin limitaciones
2	2	2	1	1	1	2	4	3	2	2,00	Actividad incompatible
5	5	5	5	1	3	3	2	5	5	3,90	Actividad compatible sin limitaciones
4	5	5	4	1	2	3	2	5	5	3,60	Actividad compatible sin limitaciones
3	3	4	3	2	1	2	3	4	4	2,90	Actividad compatible con limitaciones
2	1	3	2	1	2	2	4	2	1	2,00	Actividad incompatible
2	1	3	4	3	3	5	5	4	5	3,50	Actividad compatible sin limitaciones
2	1	1	1	2	2	2	3	3	2	1,90	Actividad incompatible
2	2	2	4	2	2	3	4	3	2	2,60	Actividad compatible con limitaciones

Fuente: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. INBIAM (2015)
Elaborado por: Criollo, P., 2016

Tabla 36. Valoración de unidades ambientales para las categorías de ordenación

ACTIVIDADES INDUSTRIALES					
Polígonos industriales	Industria pesada aislada	Industria limpia	Industria extractiva	PROMEDIO 4	DESCRIPCIÓN
1	1	1	1	1,00	Actividad incompatible
1	1	1	1	1,00	Actividad incompatible
2	2	3	2	2,25	Actividad compatible con limitaciones
2	1	3	1	1,75	Actividad incompatible
2	2	3	3	2,50	Actividad compatible con limitaciones
2	2	3	3	2,50	Actividad compatible con limitaciones
1	1	1	1	1,00	Actividad incompatible
1	1	2	1	1,25	Actividad incompatible
1	1	2	1	1,25	Actividad incompatible
1	1	1	1	1,00	Actividad incompatible
1	1	1	1	1,00	Actividad incompatible
5	2	5	2	3,50	Actividad compatible sin limitaciones
5	2	5	2	3,50	Actividad compatible sin limitaciones
3	1	3	2	2,25	Actividad compatible con limitaciones
1	1	1	1	1,00	Actividad incompatible
4	3	5	4	4,00	Actividad compatible sin limitaciones
3	2	3	3	2,75	Actividad compatible con limitaciones
2	1	2	2	1,75	Actividad incompatible

Fuente: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. INBIAM (2015)
Elaborado por: Criollo, P., 2016

Tabla 37. Valoración de unidades ambientales para las categorías de ordenación

INFRAESTRUCTURAS											
Autopistas	Autovías	Carreteras	Ferrocarriles	Pistas forestales	Líneas aéreas de conducción eléctrica o telefónica	Oleoductos, gaseoductos, etc.	Embalses	Canales hidráulicos	Antenas para telefonía móvil, televisión y otras instalaciones puntuales de comunicación	PROMEDIO 5	DESCRIPCIÓN
1	1	2	1	3	2	1	2	2	2	1,70	Actividad incompatible
1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1,20	Actividad incompatible
2	2	3	1	4	5	2	3	3	4	2,90	Actividad compatible sin limitaciones
2	2	3	1	4	3	1	3	2	3	2,40	Actividad compatible con limitaciones
3	3	5	3	4	5	2	4	5	4	3,80	Actividad compatible sin limitaciones
3	3	4	3	4	4	2	4	5	4	3,60	Actividad compatible sin limitaciones
2	2	3	1	3	3	1	1	3	3	2,20	Actividad compatible con limitaciones
2	1	2	1	3	3	2	3	5	2	2,40	Actividad compatible con limitaciones
2	1	2	1	3	3	2	3	5	3	2,50	Actividad compatible con limitaciones
1	1	2	1	2	2	2	1	4	2	1,80	Actividad incompatible
1	1	1	1	4	1	1	2	2	3	1,70	Actividad incompatible
5	3	5	2	3	5	3	3	4	5	3,80	Actividad compatible sin limitaciones
5	3	5	2	3	5	3	3	4	5	3,80	Actividad compatible sin limitaciones
3	2	3	1	2	5	1	1	3	4	2,50	Actividad compatible con limitaciones
1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1,30	Actividad incompatible
4	4	5	2	5	5	3	3	4	4	3,90	Actividad compatible sin limitaciones
3	3	4	3	4	3	2	1	2	5	3,00	Actividad compatible con limitaciones
1	2	3	1	3	4	1	1	2	4	2,20	Actividad compatible con limitaciones

Fuente: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. INBIAM (2015)
Elaborado por: Criollo, P., 2016

Tabla 38. Valoración de unidades ambientales para las categorías de ordenación

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS					
Vertederos de residuo inertes. Escombreras	Vertedero de residuos urbanos	Vertedero de residuos tóxicos	Cementerios	PROMEDIO 6	DESCRIPCIÓN
1	1	1	2	1,25	Actividad incompatible
1	1	1	1	1,00	Actividad incompatible
4	2	2	3	2,75	Actividad compatible con limitaciones
3	2	1	2	2,00	Actividad incompatible
4	3	2	4	3,25	Actividad compatible sin limitaciones
4	3	2	4	3,25	Actividad compatible sin limitaciones
2	1	1	3	1,75	Actividad incompatible
3	1	1	1	1,50	Actividad incompatible
3	1	1	1	1,50	Actividad incompatible
2	1	1	1	1,25	Actividad incompatible
1	1	1	1	1,00	Actividad incompatible
3	2	2	3	2,50	Actividad compatible con limitaciones
3	2	2	3	2,50	Actividad compatible con limitaciones
2	1	1	2	1,50	Actividad incompatible
1	1	1	1	1,00	Actividad incompatible
5	4	2	4	3,75	Actividad compatible sin limitaciones
4	4	2	3	3,25	Actividad compatible sin limitaciones
3	2	1	1	1,75	Actividad incompatible

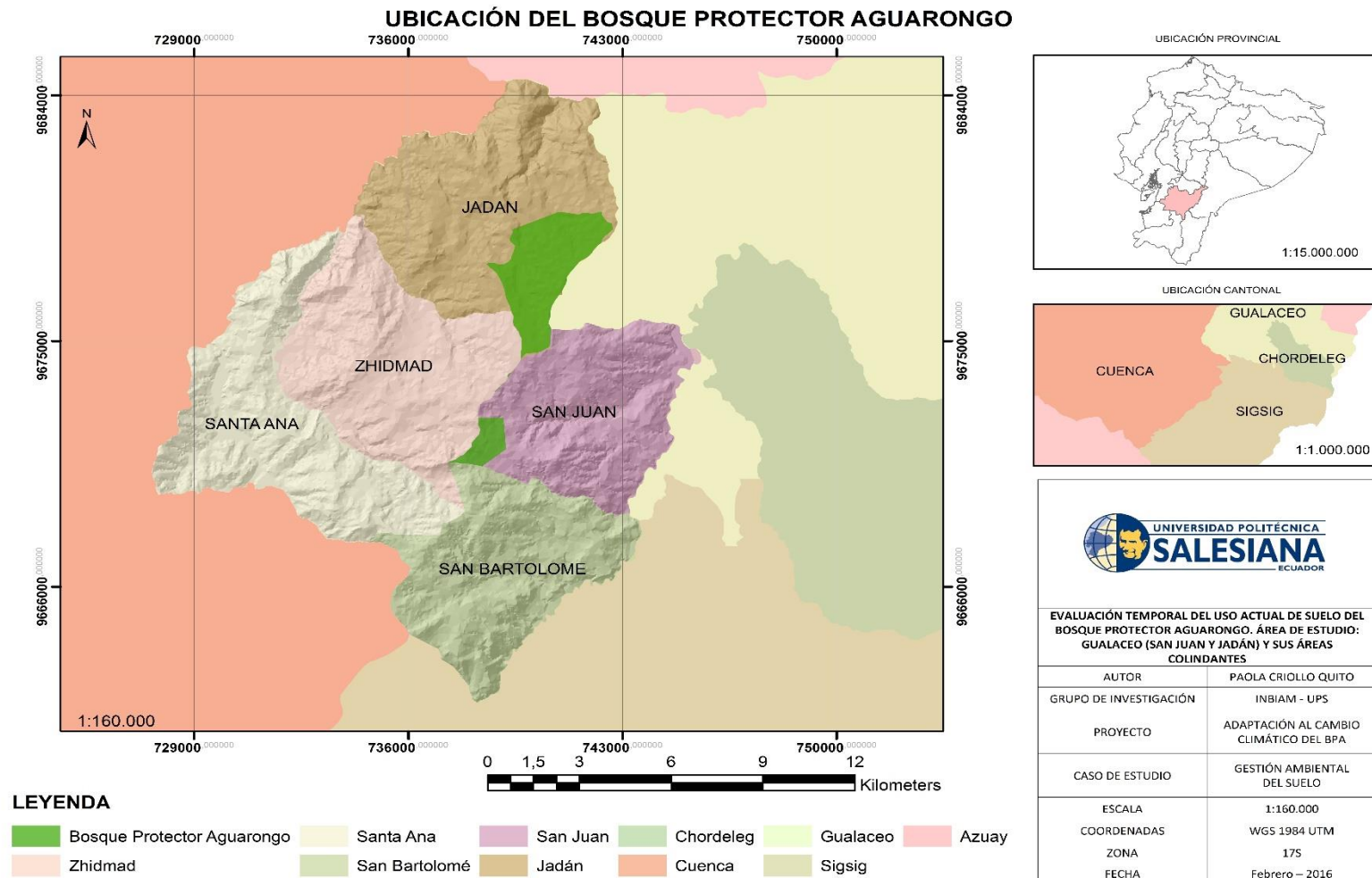
Fuente: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. INBIAM (2015)
Elaborado por: Criollo, P., 2016

Tabla 39. Valoración de unidades ambientales para las categorías de ordenación

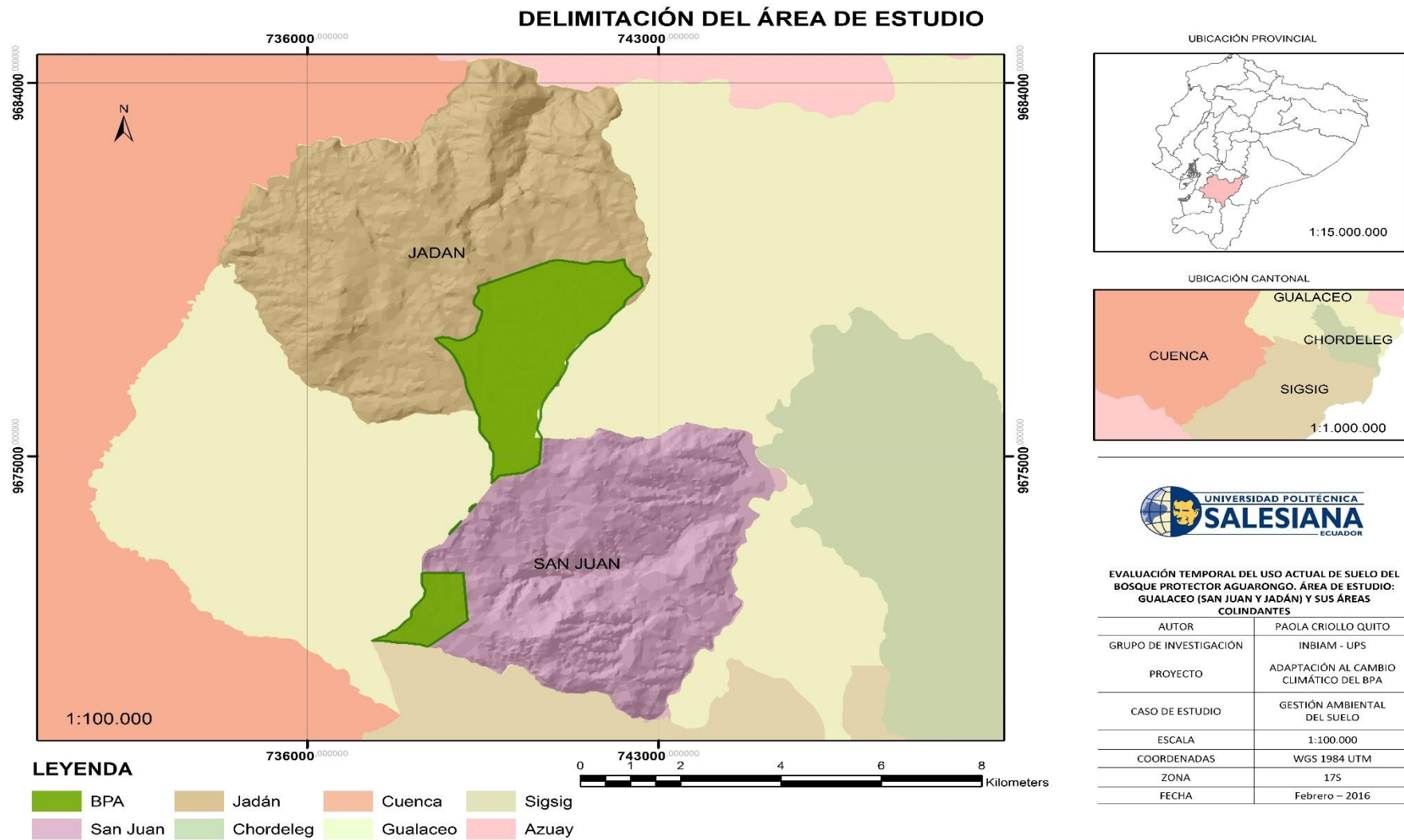
PROMEDIO GENERAL	VALOR MÁXIMO	CAPACIDAD DE ACOGIDA	DESCRIPCIÓN
1,81	3,20	CONSERVACIÓN Y REGENERACIÓN	Actividad compatible sin limitaciones
1,74	4,20	CONSERVACIÓN Y REGENERACIÓN	Actividad vocacional
2,72	3,00	INFRAESTRUCTURAS	Actividad compatible sin limitaciones
2,66	4,20	CONSERVACIÓN Y REGENERACIÓN	Actividad vocacional
3,59	4,50	ACTIVIDADES AGRARIAS	Actividad vocacional
3,49	4,00	ARCIMIENTO Y DEPORTES AL AIRE LI	Actividad compatible sin limitaciones
2,15	4,00	CONSERVACIÓN Y REGENERACIÓN	Actividad compatible sin limitaciones
2,30	4,20	ACTIVIDADES AGRARIAS	Actividad vocacional
2,25	4,00	ACTIVIDADES AGRARIAS	Actividad compatible sin limitaciones
2,15	3,80	ACTIVIDADES AGRARIAS	Actividad compatible sin limitaciones
1,83	3,80	CONSERVACIÓN Y REGENERACIÓN	Actividad compatible sin limitaciones
3,09	3,90	ACTIVIDADES AGRARIAS	Actividad compatible sin limitaciones
3,19	3,80	INFRAESTRUCTURAS	Actividad compatible sin limitaciones
2,57	3,40	CONSERVACIÓN Y REGENERACIÓN	Actividad compatible sin limitaciones
1,97	4,00	CONSERVACIÓN Y REGENERACIÓN	Actividad compatible sin limitaciones
3,70	4,00	ACTIVIDADES INDUSTRIALES	Actividad compatible sin limitaciones
2,83	3,25	DISPOSICIÓN DE RESIDUOS	Actividad compatible sin limitaciones
2,61	4,00	CONSERVACIÓN Y REGENERACIÓN	Actividad compatible sin limitaciones

Fuente: Proyecto: Adaptación al cambio climático del BPA: caso de estudio gestión ambiental del suelo. INBIAM (2015)
Elaborado por: Criollo, P., 2016

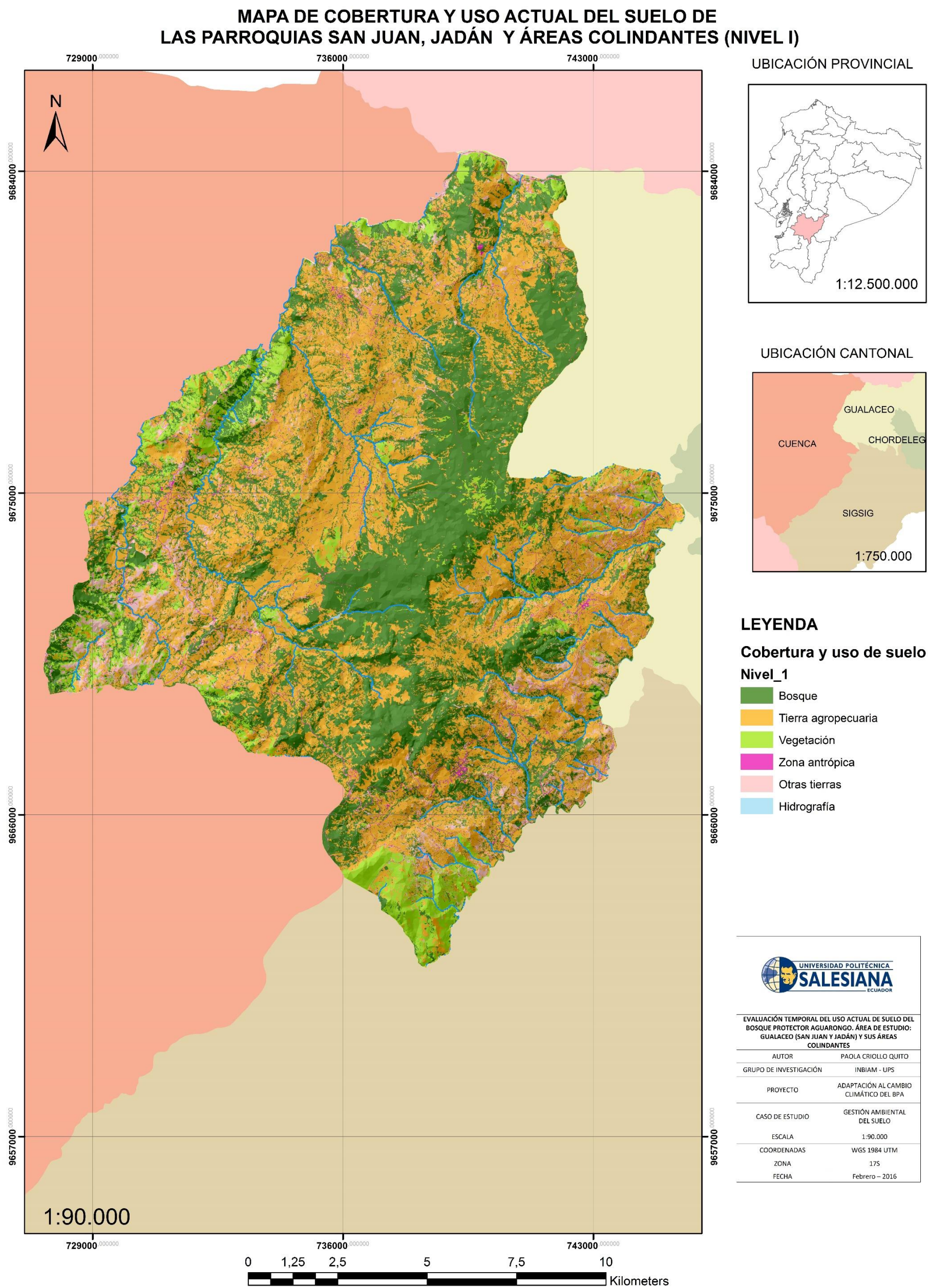
7.3 Ubicación del Bosque Protector Aguarongo



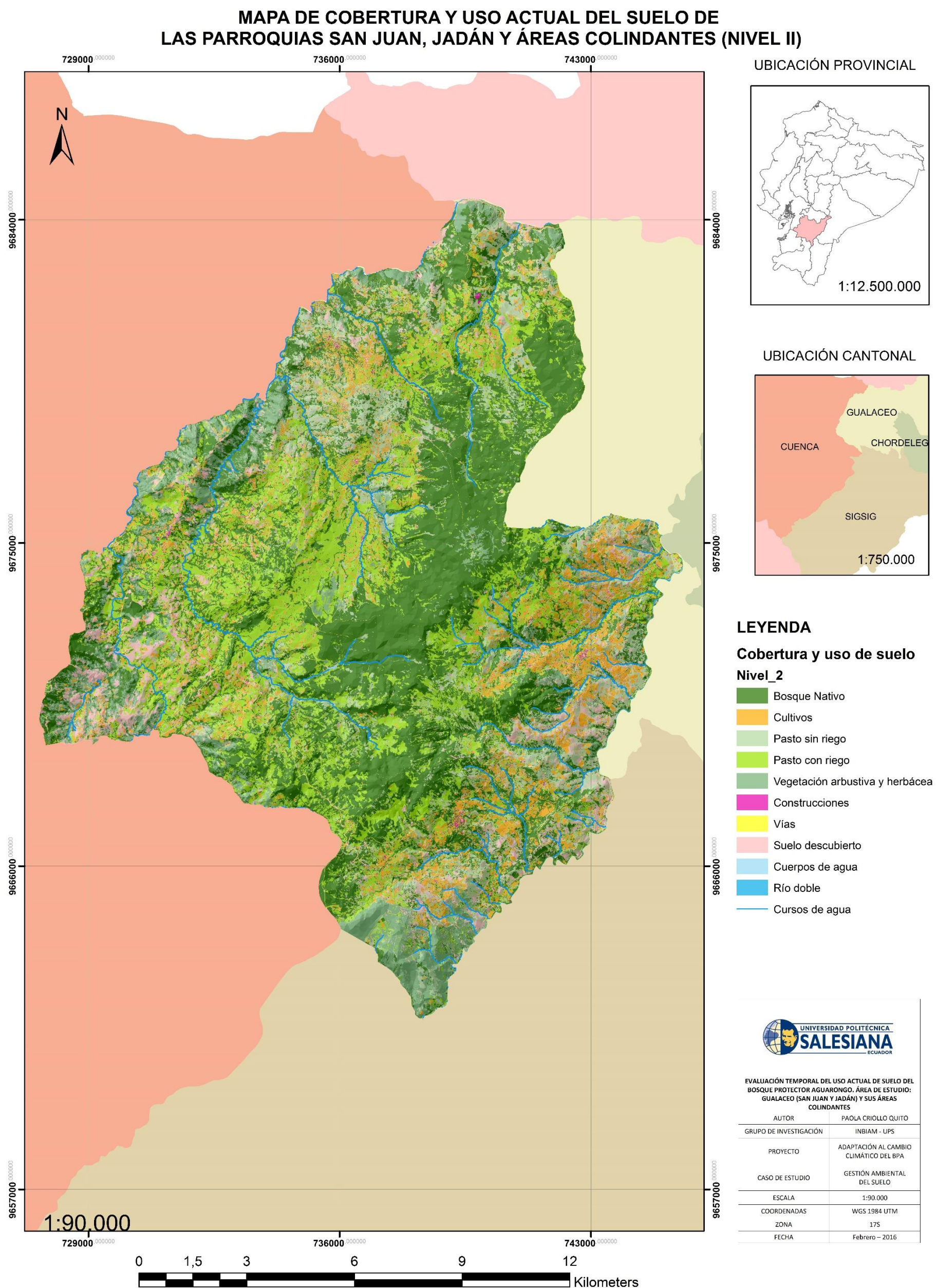
7.4 Delimitación del área de estudio



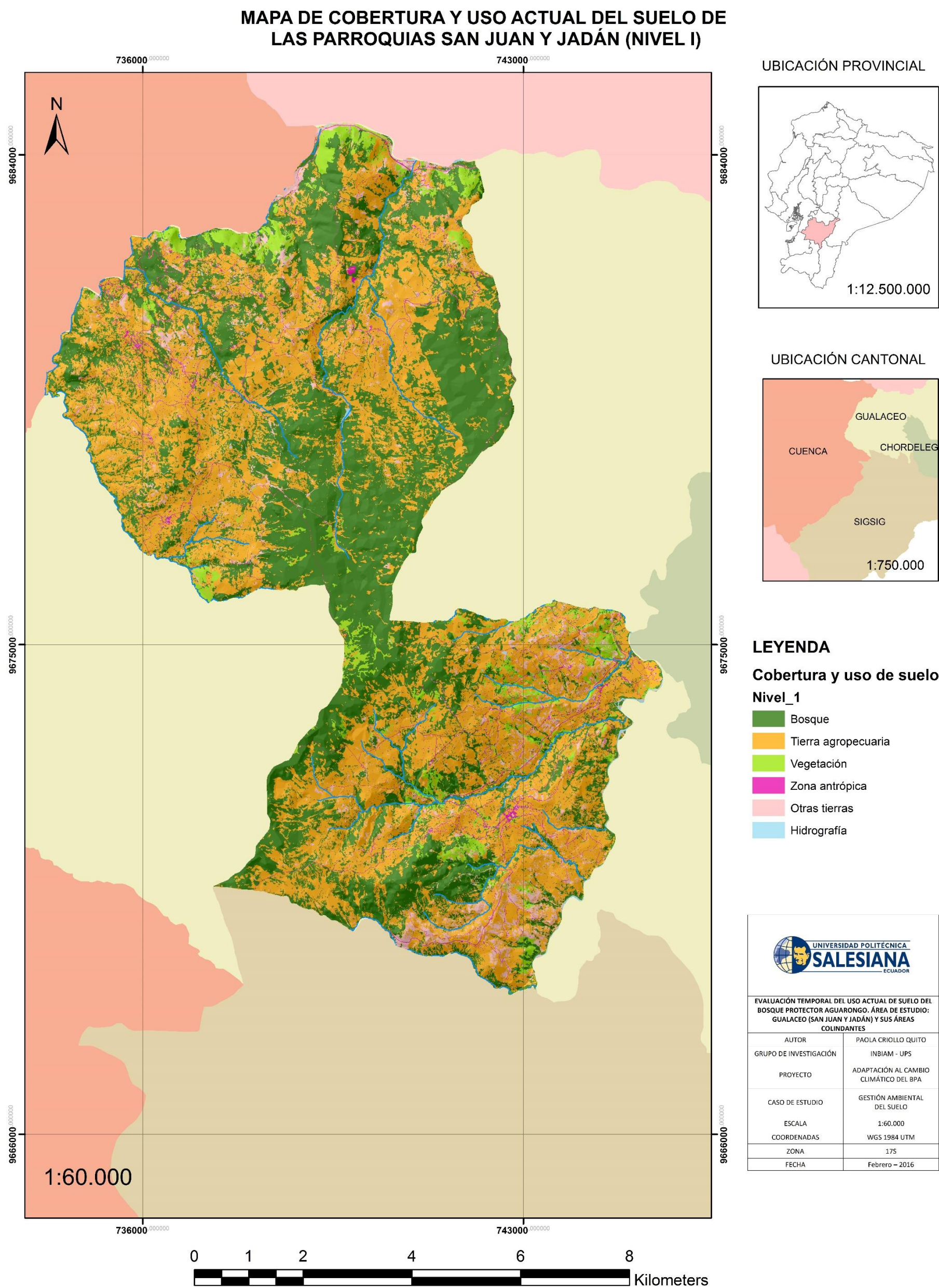
75 Mapa de cobertura y uso actual del suelo de las parroquias San Juan, Jadán y áreas colindantes(Nivel I)



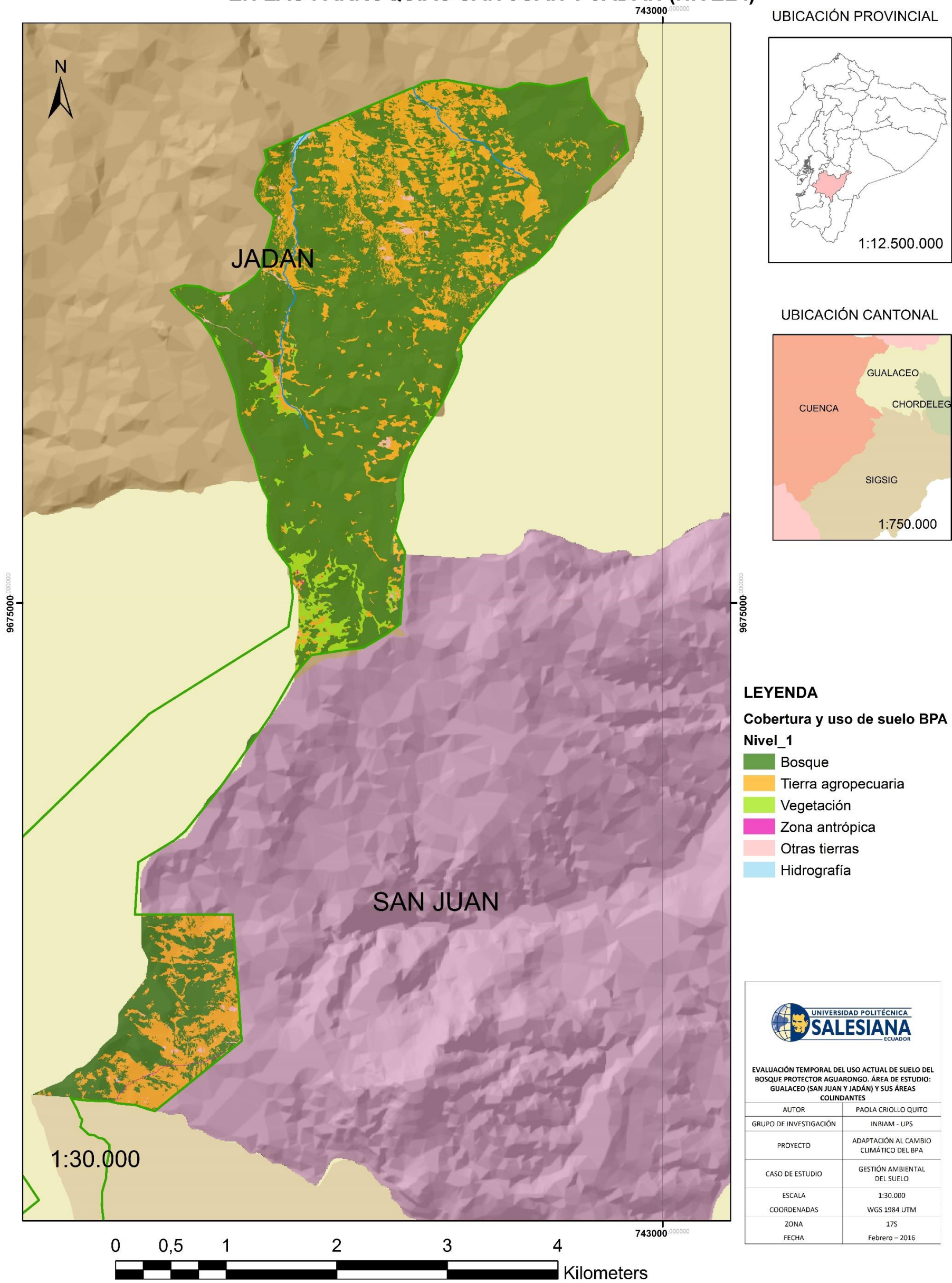
7.6 Mapa de cobertura y uso actual del suelo de las parroquias San Juan, Jadán y áreas colindantes (Nivel II)

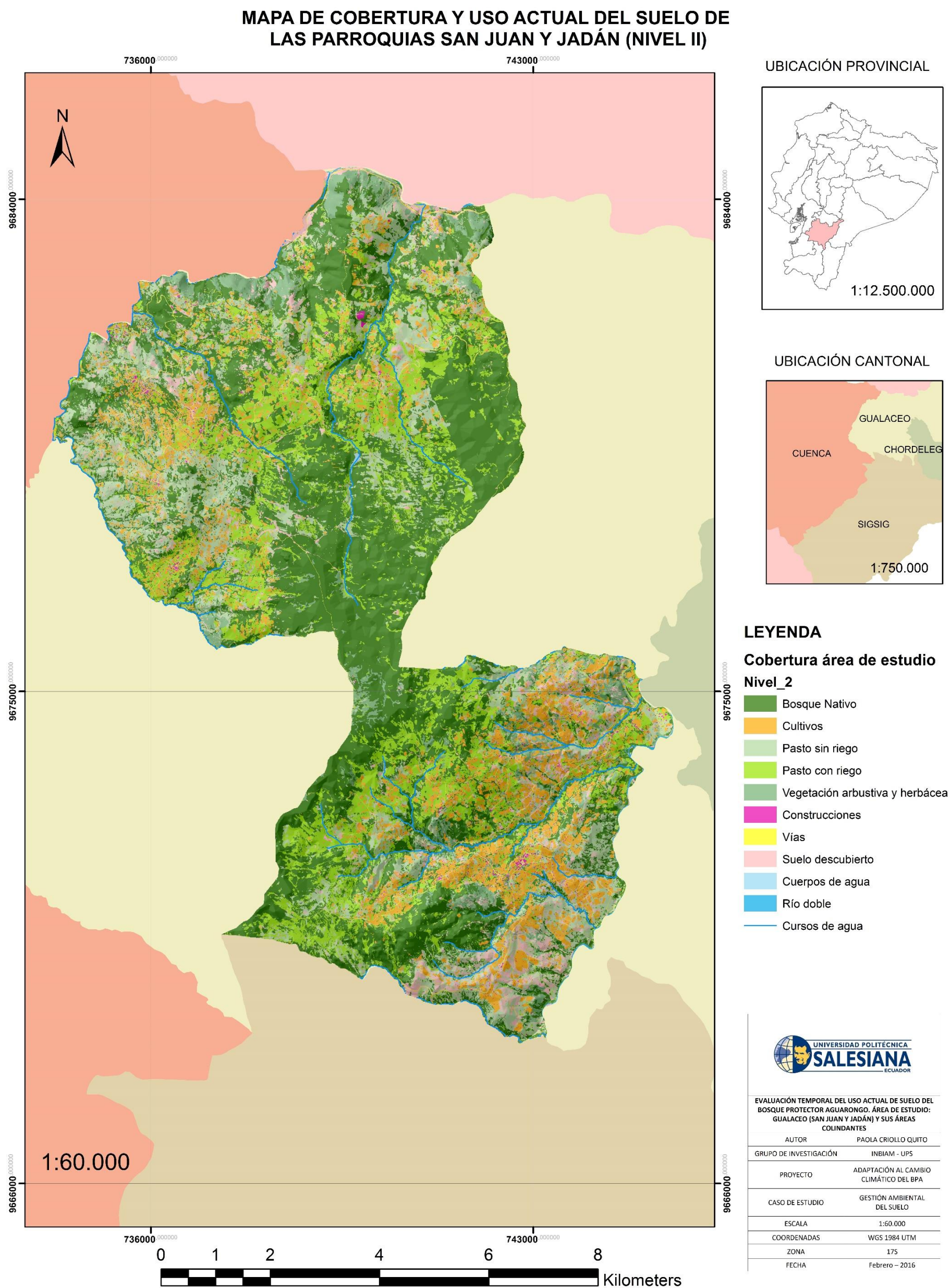


7.7 Mapa de cobertura y uso actual del suelo de las parroquias San Juan y Jadán (Nivel I)

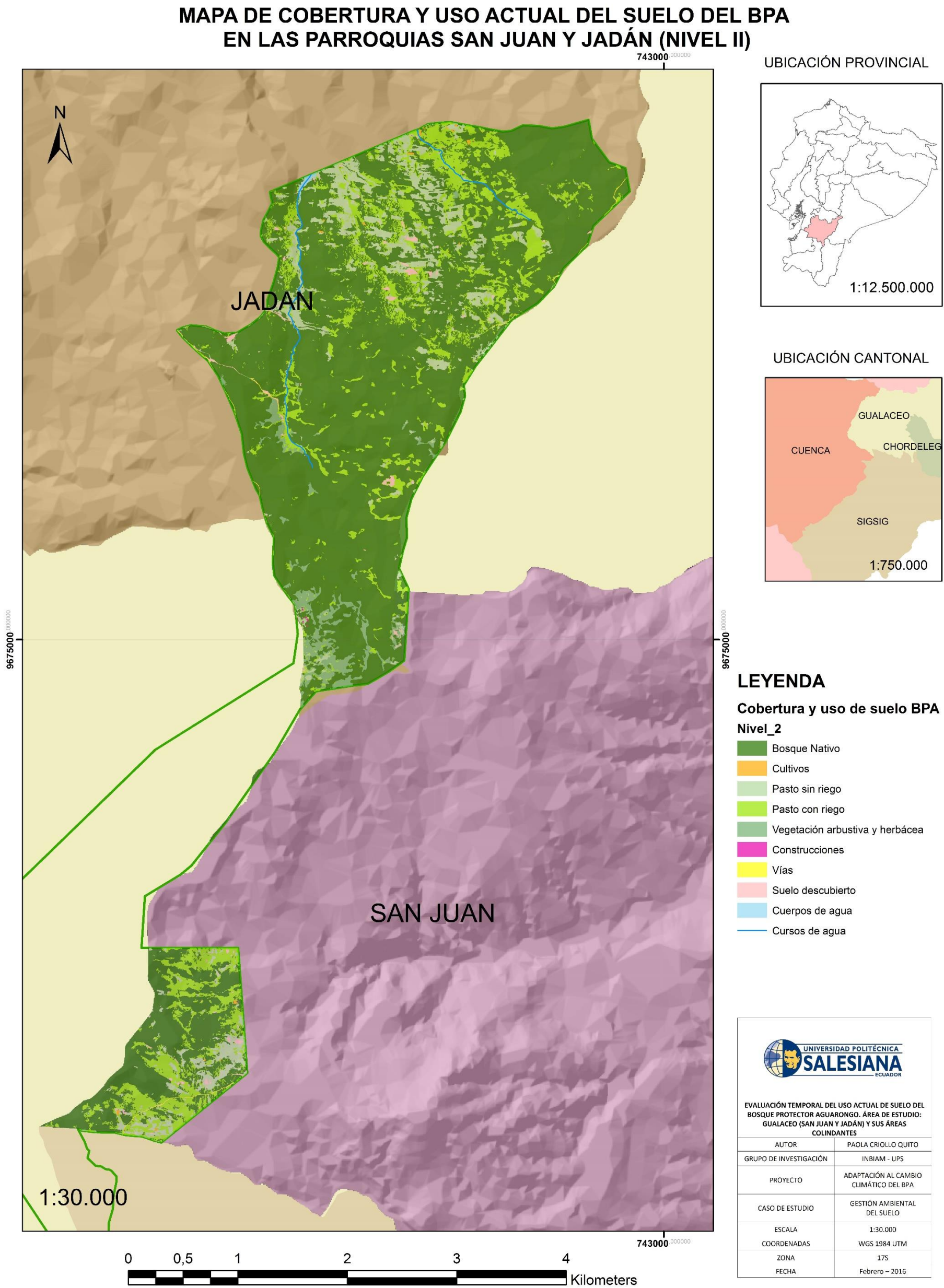


MAPA DE COBERTURA Y USO ACTUAL DEL SUELO DEL BPA
EN LAS PARROQUIAS SAN JUAN Y JADÁN (NIVEL I)

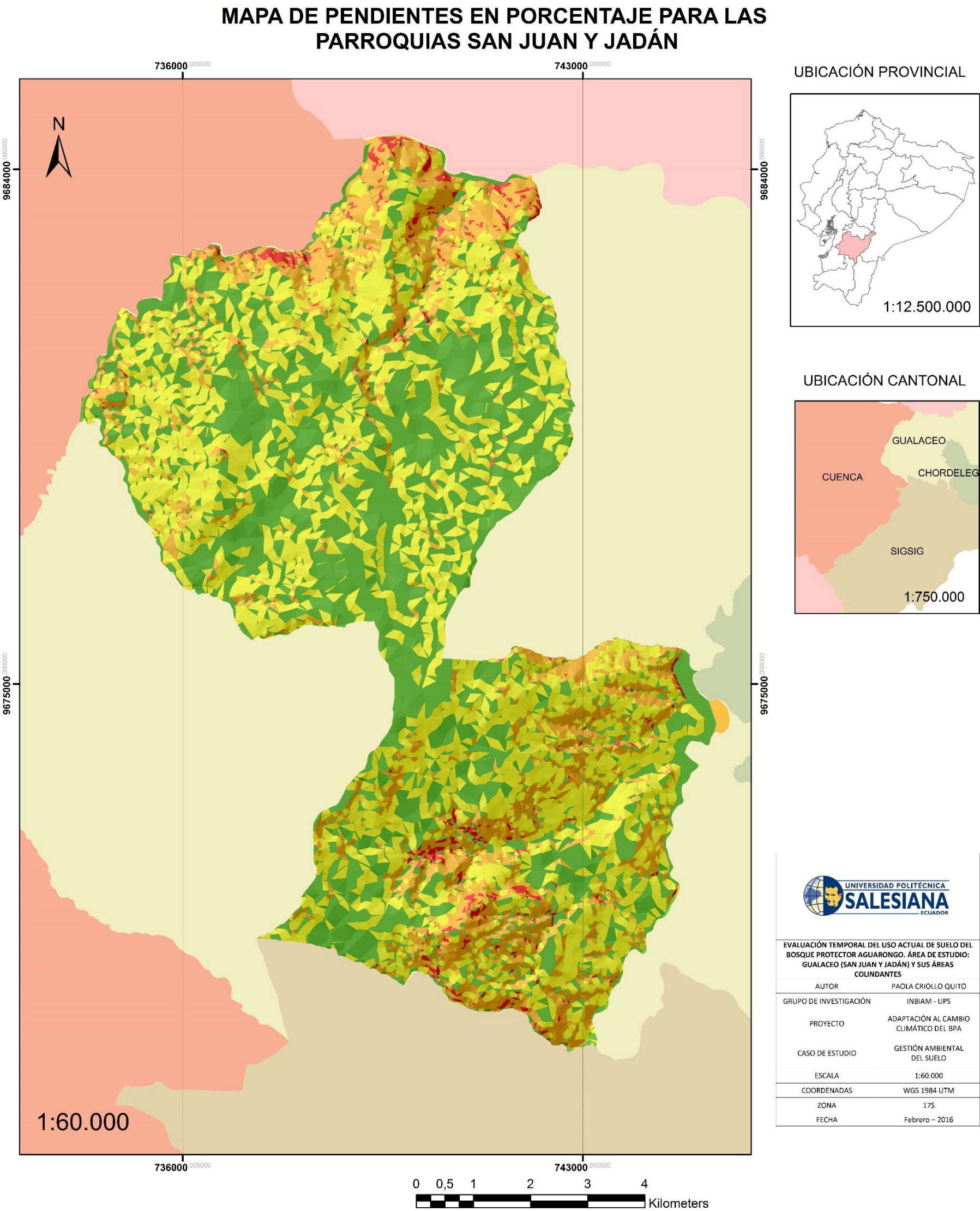




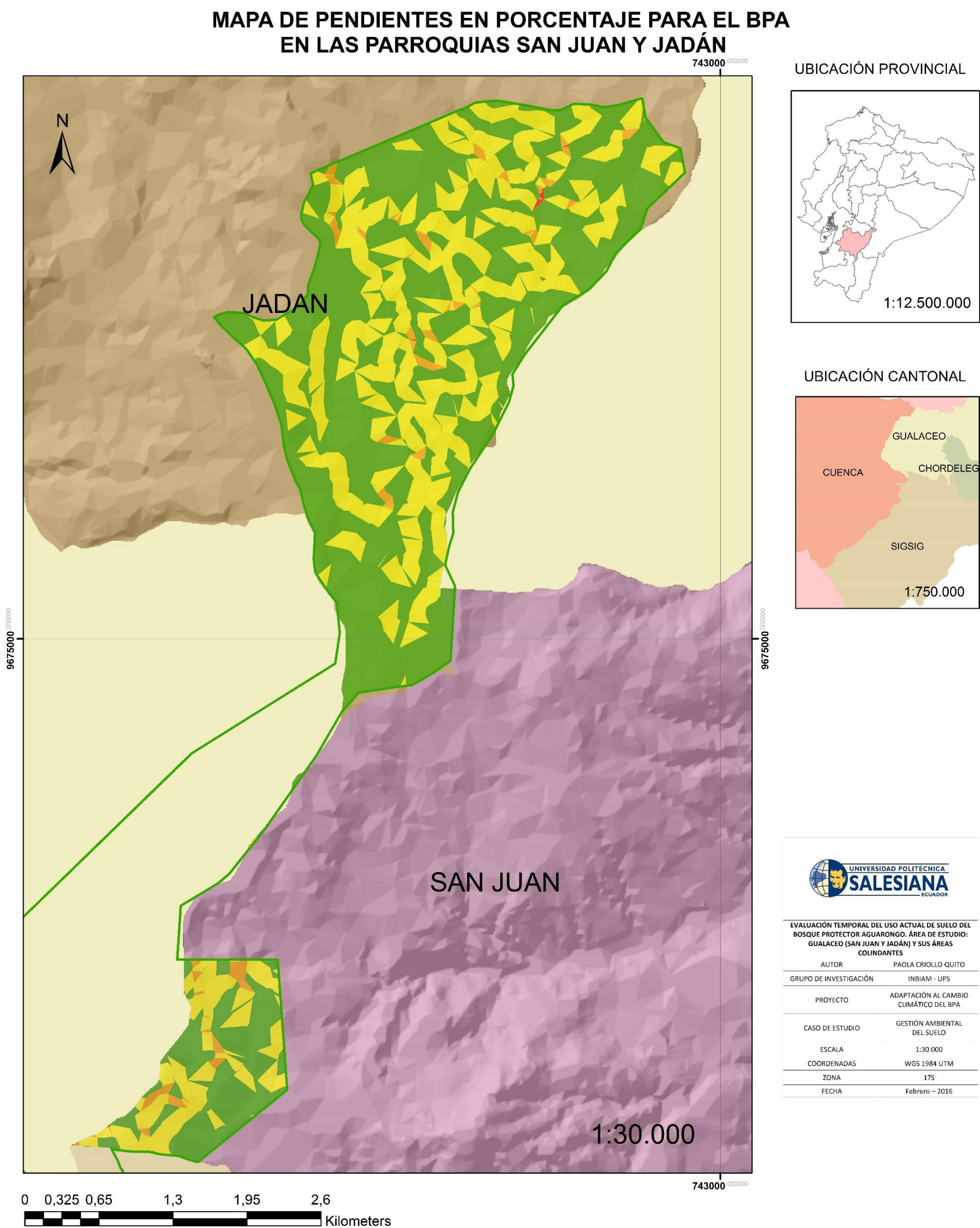
7.10 Mapa de cobertura y uso actual del suelo del BPA en las parroquias San Juan y Jacán (Nivel II)



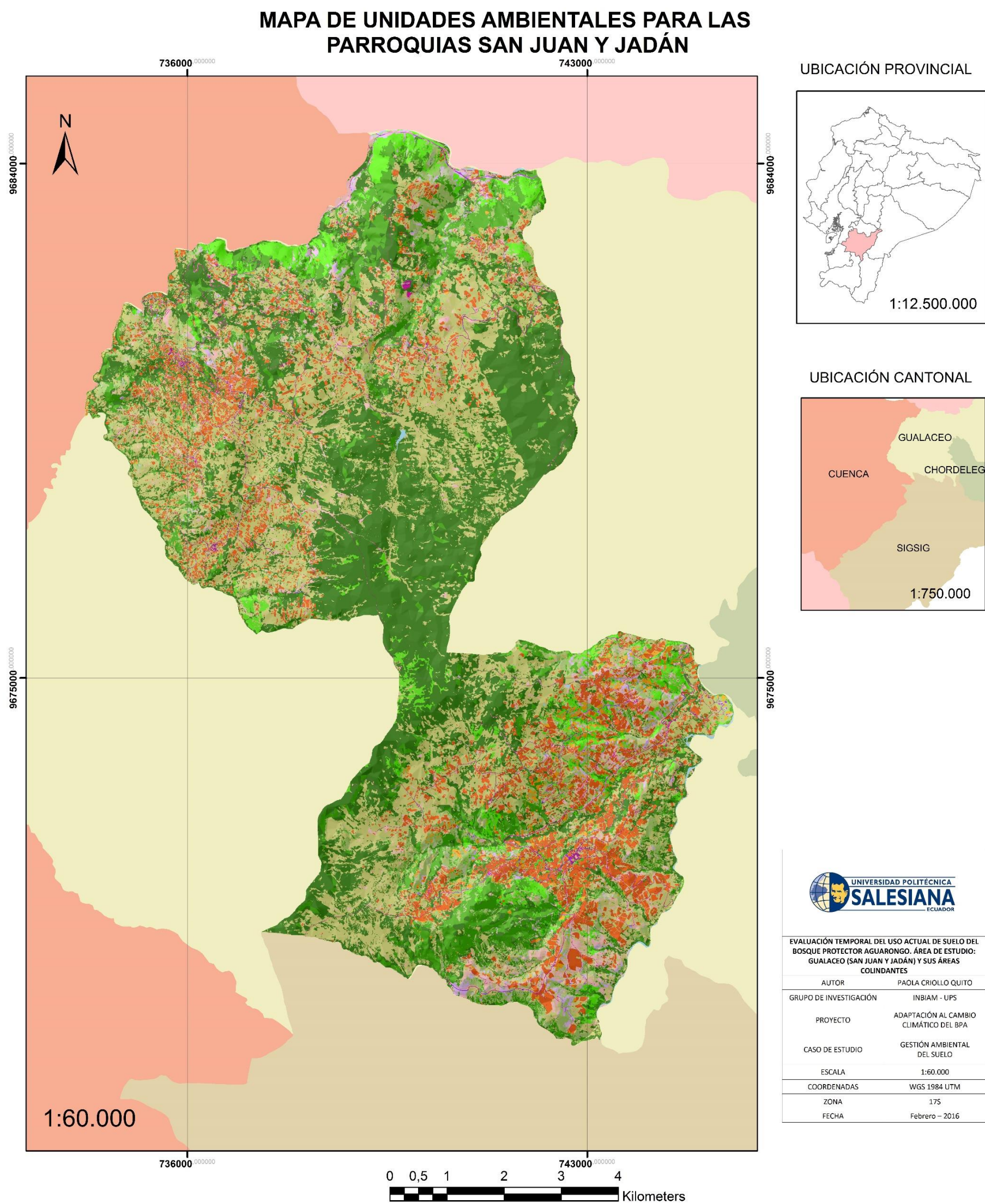
7.11 Mapa de pendientes en porcentaje para las parroquias San Juan y Jadán



7.12 Mapa de pendientes en porcentaje para el BPA en las parroquias San Juan y Jacán

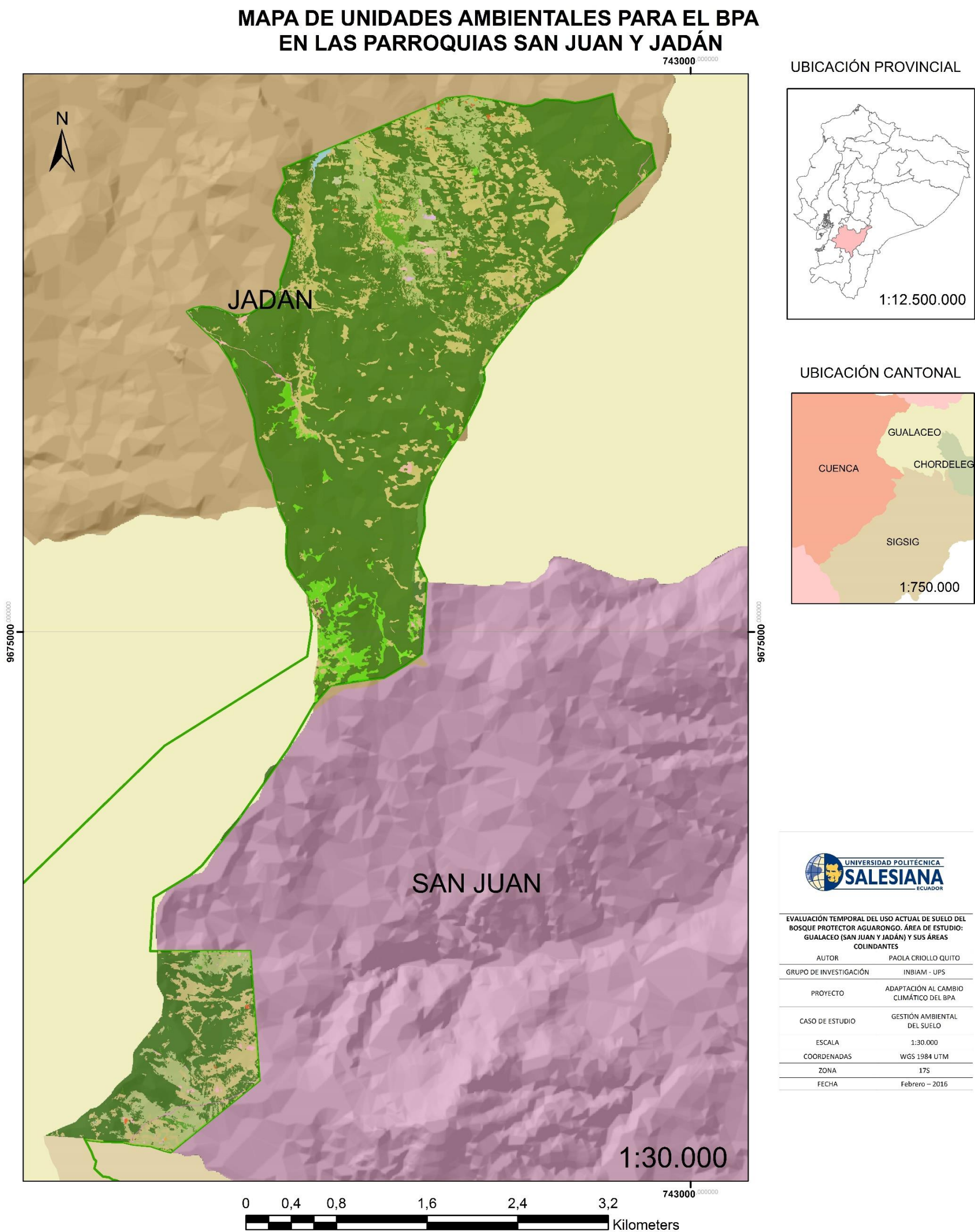


7.13 Mapa de unidades ambientales para las parroquias San Juan y Jadán



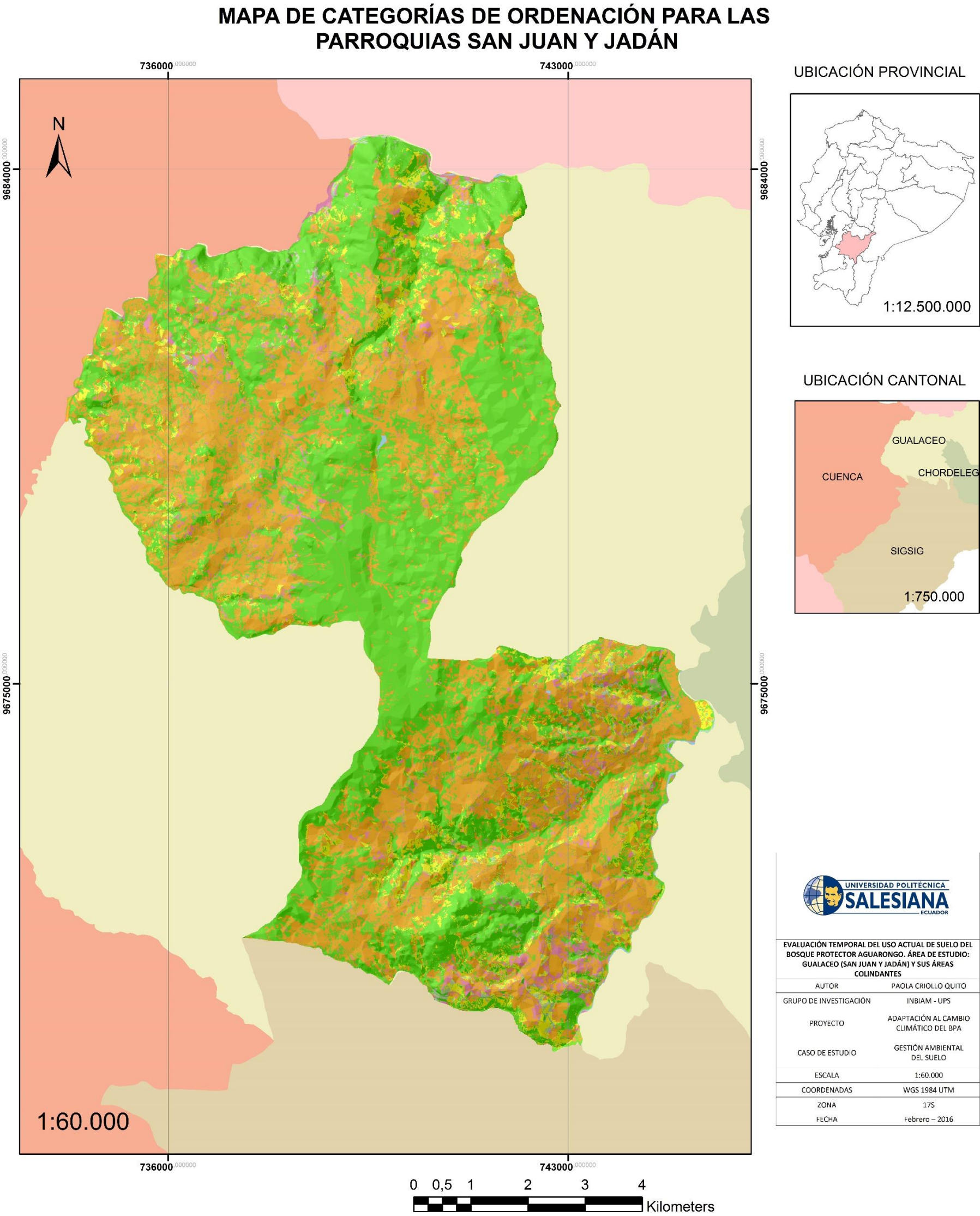
	
EVALUACIÓN TEMPORAL DEL USO ACTUAL DE SUELO DEL BOSQUE PROTECTOR AGUARONGO. ÁREA DE ESTUDIO: GUALACEO (SAN JUAN Y JADÁN) Y SUS ÁREAS COLINDANTES	
AUTOR	PAOLA CRIOLLO QUITO
GRUPO DE INVESTIGACIÓN	INBIAM - UPS
PROYECTO	ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DEL BPA
CASO DE ESTUDIO	GESTIÓN AMBIENTAL DEL SUELO
ESCALA	1:60.000
COORDENADAS	WGS 1984 UTM
ZONA	17S
FECHA	Febrero – 2016

7.14 Mapa de unidades ambientales para el BPA en las parroquias San Juan y Jadán



	
EVALUACIÓN TEMPORAL DEL USO ACTUAL DE SUELO DEL BOSQUE PROTECTOR AGUARONGO. ÁREA DE ESTUDIO: GUALACEO (SAN JUAN Y JADÁN) Y SUS ÁREAS COLINDANTES	
AUTOR	PAOLA CRIOLLO QUITO
GRUPO DE INVESTIGACIÓN	INBIAM - UPS
PROYECTO	ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DEL BPA
CASO DE ESTUDIO	GESTIÓN AMBIENTAL DEL SUELO
ESCALA	1:30.000
COORDENADAS	WGS 1984 UTM
ZONA	17S
FECHA	Febrero – 2016

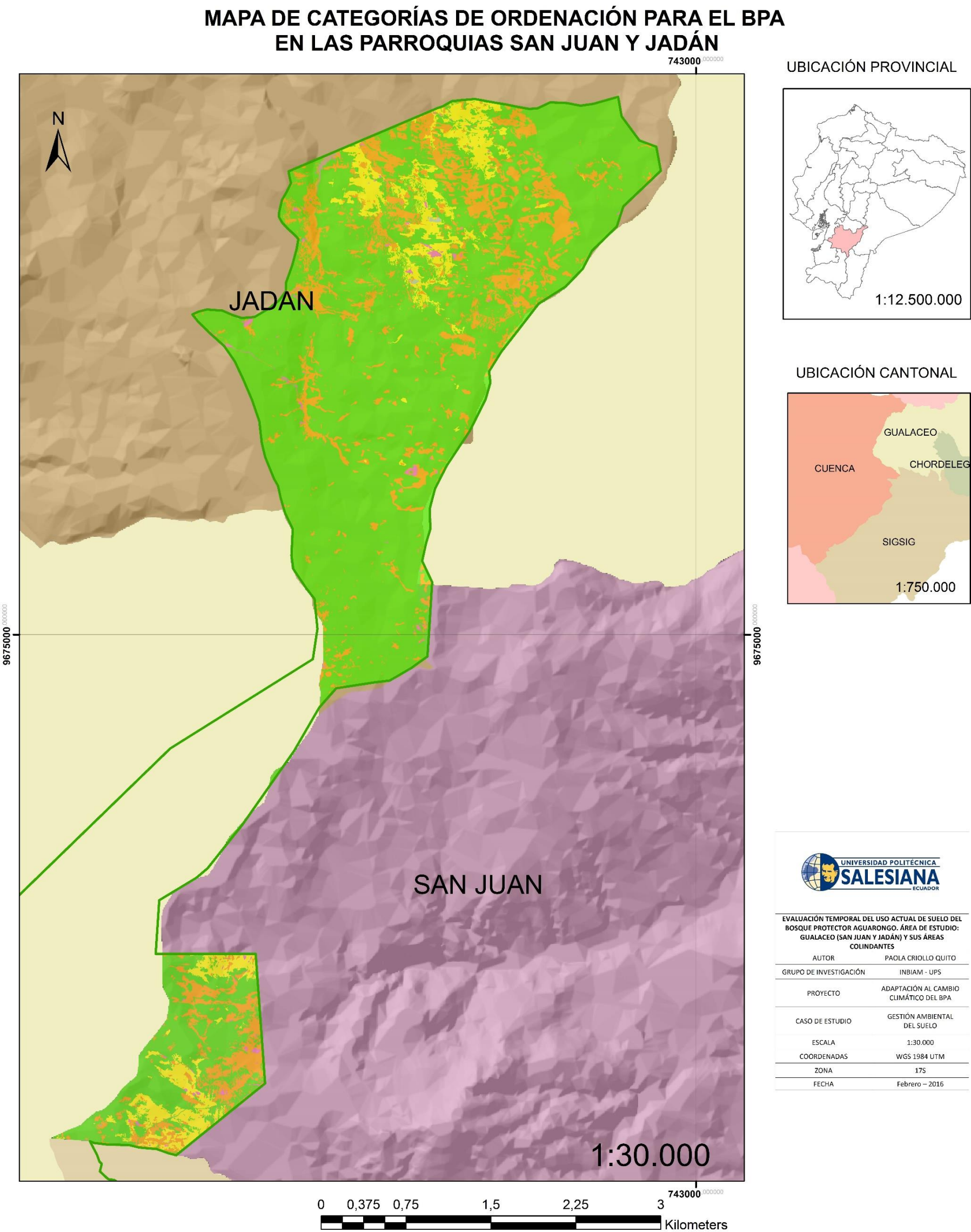
7.15 Mapa de categorías de ordenación para las parroquias San Juan y Jadán



LEYENDA

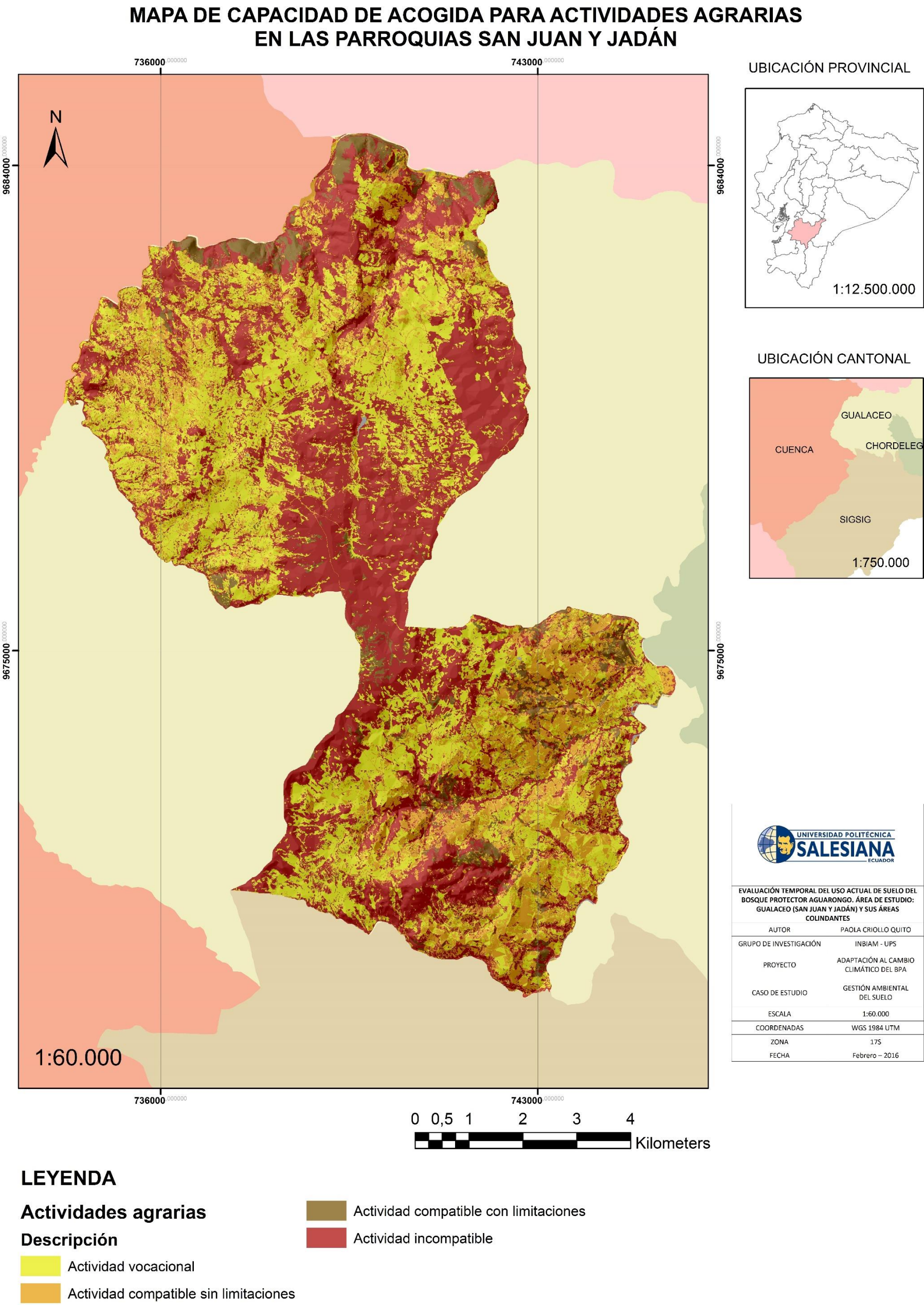
Categorías de ordenación		Actividades agrarias		Disposición de residuos
		Esparcimiento y deportes al aire libre		Infraestructura
		Conservación y regeneración		Actividades industriales
Descripción				No definida

7.16 Mapa de categorías de ordenación para el BPA en las parroquias San Juan y Jacán

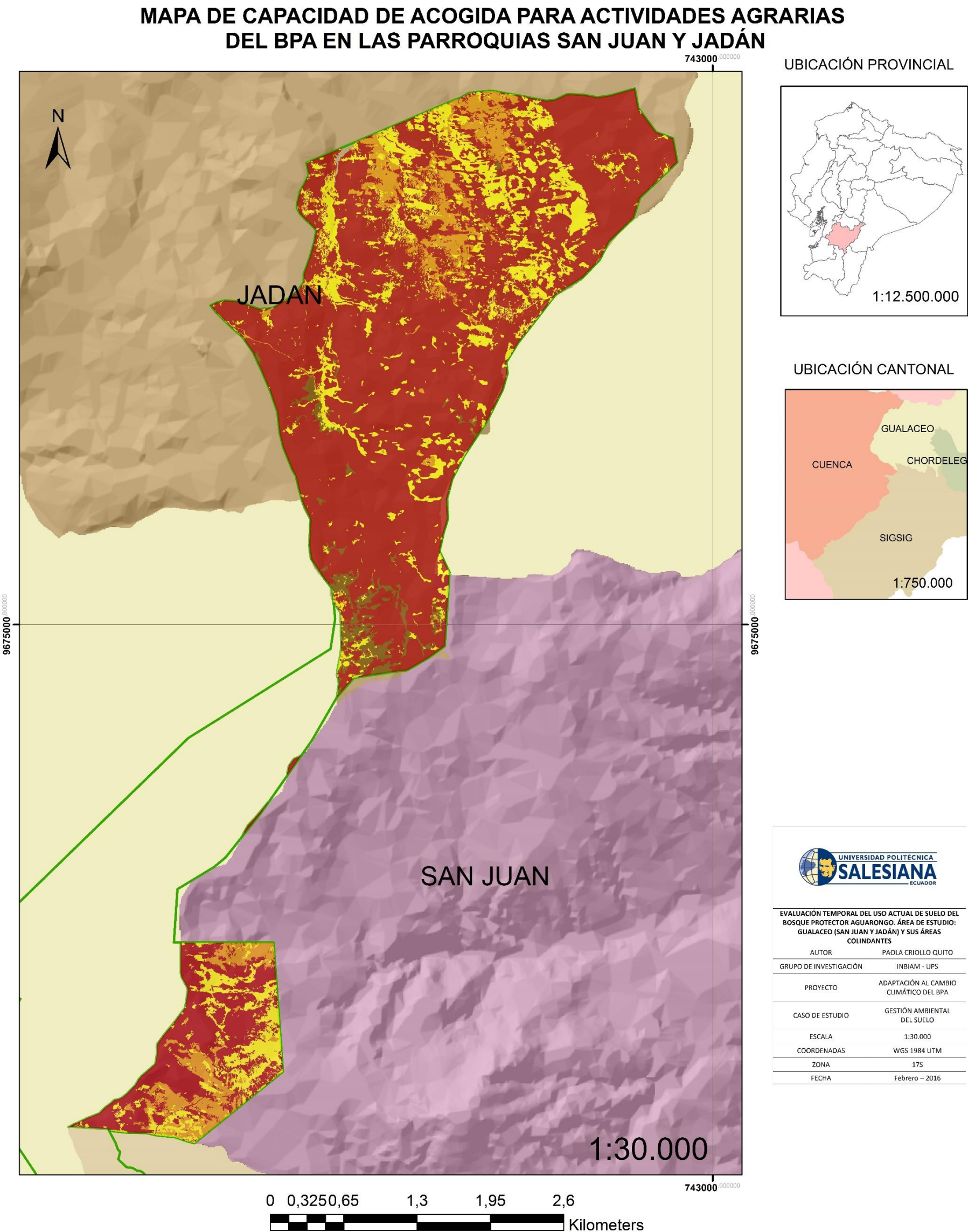


	
EVALUACIÓN TEMPORAL DEL USO ACTUAL DE SUELO DEL BOSQUE PROTECTOR AGUARONGO. ÁREA DE ESTUDIO: GUALACEO (SAN JUAN Y JADÁN) Y SUS ÁREAS COLINDANTES	
AUTOR	PAOLA CRIOLLO QUITO
GRUPO DE INVESTIGACIÓN	INBIAM - UPS
PROYECTO	ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DEL BPA
CASO DE ESTUDIO	GESTIÓN AMBIENTAL DEL SUELO
ESCALA	1:30.000
COORDENADAS	WGS 1984 UTM
ZONA	17S
FECHA	Febrero – 2016

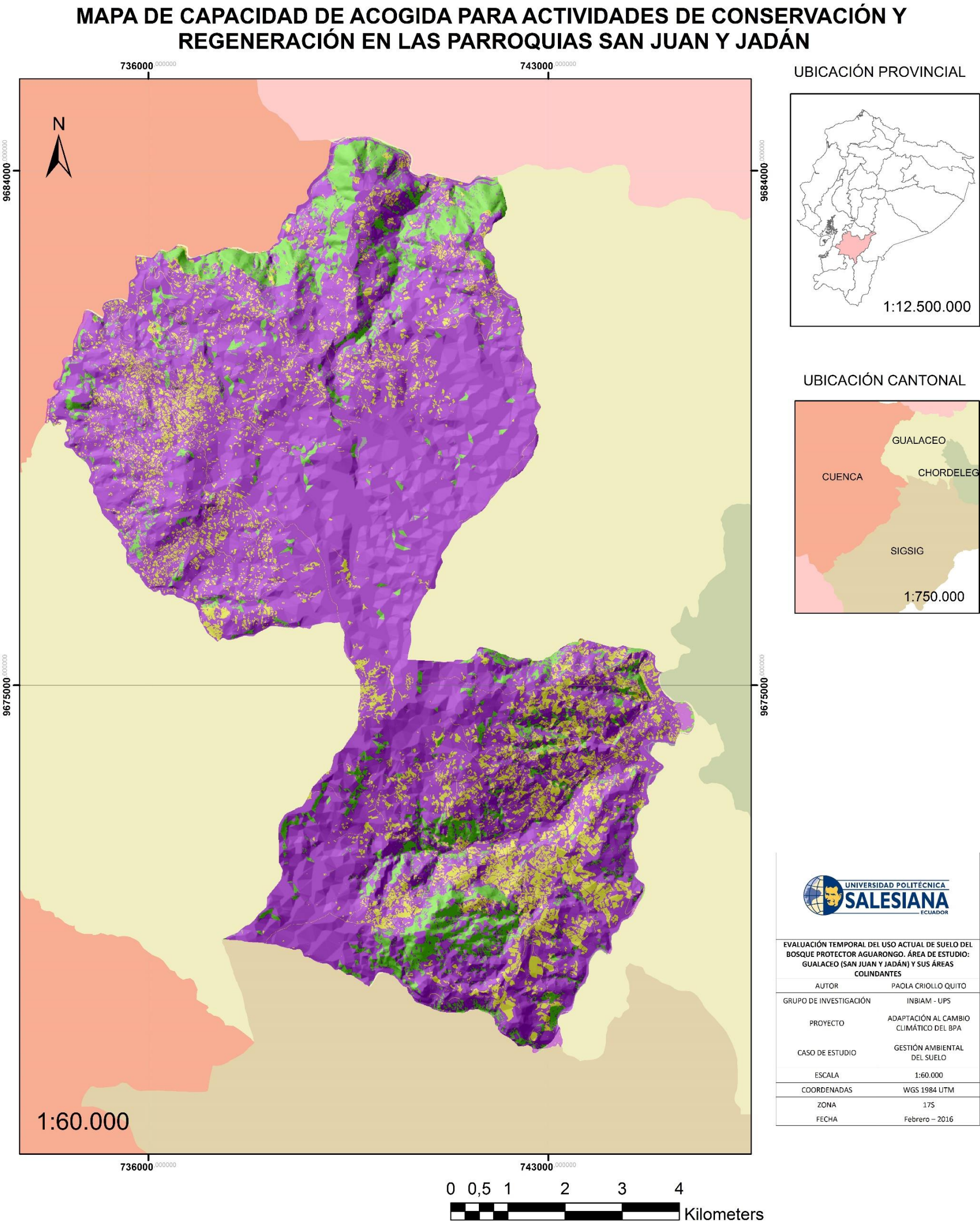
7.17 Mapa de capacidad de acogida para actividades agrarias en las parroquias San Juan y Jadán



7.18 Mapa de capacidad de acogida para actividades agrarias para el BPA en las parroquias San Juan y Jadán



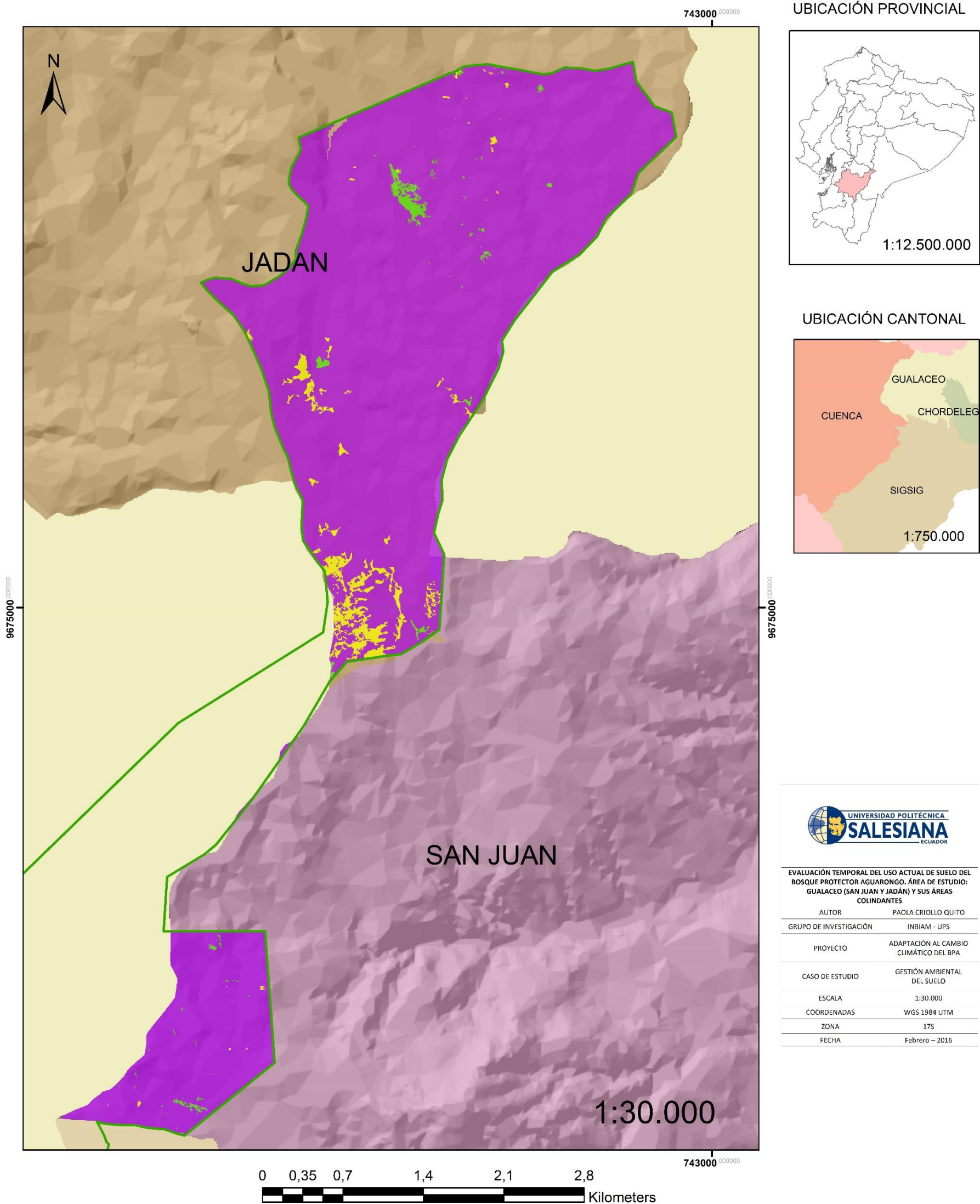
7.19 Mapa de capacidad de acogida para actividades de conservación y regeneración en las parroquias San Juan y Jadán



LEYENDA

- Actividades de conservación y regeneración**
- Descripción**
- Actividad compatible sin limitaciones
 - Actividad compatible con limitaciones
 - Actividad vocacional

MAPA DE CAPACIDAD DE ACOGIDA PARA ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN Y REGENERACIÓN DEL BPA EN LAS PARROQUIAS SAN JUAN Y JADÁN



LEYENDA

Actividades de conservación y regeneración

Descripción

Actividad vocacional

Actividad compatible sin limitaciones

Actividad compatible con limitaciones