



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**INSTITUTO DE POSTGRADO**



**MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS  
HIDROGRÁFICAS**

**“IDENTIFICACIÓN DE ZONAS VULNERABLES A  
RIESGOS DE: INUNDACIÓN, EROSIÓN Y  
DESLIZAMIENTOS EN EL CANTÓN SAN MIGUEL DE  
URCUQUÍ-ECUADOR MEDIANTE EL USO DE SISTEMA  
DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA”**

**Trabajo de Investigación previo a la obtención del Título de Magíster  
en Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas**

**DIRECTOR:**

**Ing. Guillermo Beltrán MSc**

**AUTOR:**

**Ing. Juan A. Puerres**

**IBARRA – ECUADOR**

**2016**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100270481-3		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Puerres Rueda Juan Alexander		
DIRECCIÓN:	La Victoria I etapa Mz 33 Casa 1-13		
EMAIL:	jpuerres@yahoo.com		
TELÉFONO FIJO:	(06) 2615 021	TELÉFONO MÓVIL:	0986502543

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Identificación de zonas vulnerables a riesgos de: Inundación, Erosión y Deslizamientos en el cantón San Miguel de Urququí-Ecuador mediante el uso de sistema de información geográfica
AUTOR (ES):	Puerres Rueda Juan Alexander
FECHA: AAAAMMDD	2016/12/09
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input type="checkbox"/> PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Magíster en Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Guillermo Beltrán Msc.

#### 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

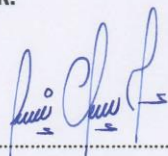
Yo, Puerres Rueda Juan Alexander, con cédula de identidad Nro. 100270481-3, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

### 3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 09 días del mes de diciembre de 2016

**EL AUTOR:**



(Firma).....

Nombre: Ing. Juan A. Puerres. R



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Puerres Rueda Juan Alexander, con cédula de identidad Nro. 100270481-3, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: IDENTIFICACIÓN DE ZONAS VULNERABLES A RIESGOS DE: INUNDACIÓN, EROSIÓN Y DESLIZAMIENTOS EN EL CANTÓN SAN MIGUEL DE URCUQUÍ-ECUADOR MEDIANTE EL USO DE SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Magíster en Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 09 días del mes de diciembre de 2016

(Firma) .....

Nombre: Ing. Juan A. Puerres R.

Cédula: 100270481-3

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de Tutor del Trabajo de Grado, **IDENTIFICACIÓN DE ZONAS VULNERABLES A RIESGOS DE: INUNDACIÓN, EROSIÓN Y DESLIZAMIENTOS EN EL CANTÓN SAN MIGUEL DE URCUQUÍ-ECUADOR MEDIANTE EL USO DE SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA** presentado por el Ing. Juan Alexander Puerres Rueda , para optar por el Grado de Magíster en “Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas”, doy fe de que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación (pública o privada) y evaluación por parte del Jurado Examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, al noveno día del mes de septiembre del 2016



Ing. Guillermo Beltrán MSc

CI: 180085951-2

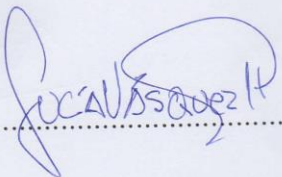
**APROBACIÓN DEL JURADO CALIFICADOR**

**IDENTIFICACIÓN DE ZONAS VULNERABLES A RIESGOS DE:  
INUNDACIÓN, EROSIÓN Y DESLIZAMIENTOS EN EL CANTÓN SAN  
MIGUEL DE URCUQUÍ-ECUADOR MEDIANTE EL USO DE SISTEMA DE  
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

**AUTOR:** Ing. Juan A. Puerres R.


Trabajo de Grado de Magíster, aprobado en nombre de la Universidad Técnica del Norte,  
por el siguiente Jurado, al 25 día del mes de diciembre de 2016

MSc. Lucía Vásquez  
CL 100268272-0



.....

Msc. Oscar Rosales  
CL 040093352-9



.....

MSc. David Suarez  
CL 171303428-6



.....

## DEDICATORIA

A Dios por darme la fuerza, la voluntad y la sabiduría necesaria para cumplir con una meta más en mi vida.

A mis padres Juan Puerres y Elvia Rueda por ser el pilar fundamental durante todo este tiempo, a ellos dedico mi esfuerzo y sacrificio.

A mis hermanas y hermano que a pesar de nuestras diferencias, a ellos dedico este trabajo, este pequeño y grande logro en mi vida, a toda mi familia en general sobrinos/as, cuñados/as, gracias por todo.

*Juan A. Puerres. R*

## RECONOCIMIENTO

Mi eterno agradecimiento a quien formó parte de mi formación académica en Pregrado y posteriormente en Posgrado, para la persona que compartió con ahínco sus conocimientos para quienes tuvimos la oportunidad de ser sus estudiantes, es grato para mí manifestarle y reconocer como maestro y como amigo al Ing. Guillermo Beltrán MSc por su valioso aporte para dicha investigación.

Al Ing. Oscar Rosales, Ing. Lucía Vásquez y al Dr. David Suarez miembros del tribunal mi gratitud a cada uno de ellos por su valiosa ayuda prestada en el transcurso del presente trabajo.

De igual manera un agradecimiento especial a una amiga, a la Ing. Cristina Cuasapaz por su valioso aporte desinteresado con la información facilitada, al Licenciado Oswaldo Delgado por su aporte en la presente investigación y a una personita muy especial que con su carisma y forma de ser, llegó a formar parte indispensable en mi diario vivir gracias mi Y.S.

A todas aquellas personas, compañeros de aula de la maestría y a los estudiantes de la FICAYA que estuvieron pendientes, que me colaboraron y apoyaron a cada uno de ellos mi gratitud más sincera.

*Juan A. Puerres. R*



## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR .....	ii
APROBACIÓN DEL JURADO CALIFICADOR.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RECONOCIMIENTO .....	viii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS .....	ix
LISTA DE CUADROS.....	xii
LISTA DE GRÁFICOS.....	xiv
LISTA DE TABLAS.....	xvii
LISTA DE MAPAS.....	xvi
LISTA DE SIGLAS .....	xxi
RESUMEN .....	xxiii
SUMARY .....	xxv
INTRODUCCIÓN.....	xxiv
CAPITULO I.....	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.4. OBJETIVOS.....	3
1.4.1. Objetivo General.....	3
1.4.2. Objetivos Específicos.....	3
1.5. JUSTIFICACIÓN.....	3
CAPITULO II.....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. MARCO LEGAL.....	5

2.1.1. Constitución de la República del Ecuador 2008.....	5
2.1.2. Plan Nacional del Buen Vivir (2013-2017) de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo del Ecuador.....	6
2.1.3. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD).....	7
2.1.4. Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR).....	7
2.1.5. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2011-2031 (PDOT).....	8
2.2. RIESGOS NATURALES EN EL ECUADOR.....	8
2.2.1. Amenazas relacionadas al clima.....	8
2.3. RIESGO.....	9
2.4. AMENAZA.....	10
2.4.1. Amenazas naturales.....	10
2.4.2. Amenazas antrópicas.....	10
2.5. VULNERABILIDAD.....	11
2.6. INUNDACIÓN.....	11
2.7. DESLIZAMIENTO.....	13
2.8. EROSIÓN.....	15
2.9. ANÁLISIS MULTITEMPORAL.....	17
2.10. COBERTURA VEGETAL.....	17
2.10.1. Pérdida de Cobertura Vegetal.....	17
2.11. IMÁGENES SATELITALES.....	18
2.11.1. Imágenes LANDSAT.....	18
2.11.2. Imágenes ASTER.....	19
2.11.3. Imágenes SPOT.....	20
2.12. PROBLEMAS CON SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN ACTUALES.....	21

2.13. INTERPRETACIÓN VISUAL DE IMÁGENES.....	21
2.14. INTERPRETACIÓN DIGITAL DE LAS IMÁGENES.....	22
2.14.1. Clasificación Supervisada.....	22
2.14.2. Clasificación No Supervisada.....	22
CAPITULO III.....	23
3. METODOLOGÍA.....	23
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	23
3.1.1. La Investigación Bibliográfica.....	23
3.1.2. La Investigación de Campo.....	23
3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
3.3. ÁREA DE ESTUDIO.....	24
3.3.1. Datos generales.....	24
3.3.1.1. Coordenadas geográficas del área de estudio.....	26
3.3.2. Componente Ambiental.....	27
3.3.3. Flora y Fauna.....	27
3.3.4. Turismo.....	28
3.4. PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	28
3.5. INSTRUMENTOS Y EQUIPOS UTILIZADOS.....	29
3.5.1. Materiales y equipos de campo.....	29
3.5.2. Materiales y equipos de oficina.....	29
3.6. MÉTODOS.....	29
3.6.1. Análisis Multitemporal.....	29
3.6.1.1. Obtención de las imágenes.....	30
3.6.1.2. Tratamiento básico de las imágenes satelitales con el software ArcMap 10.3....	30

3.6.1.3. Clasificación de la cobertura vegetal.....	30
3.6.1.3.1. Clasificación de las imágenes satelitales.....	31
3.6.1.3.2. Agrupación de los píxeles de la imagen por categorías (fase de asignación)..	32
3.6.1.4. Elaboración del mapa de cobertura vegetal y análisis multitemporal de las imágenes satelitales.....	33
3.6.2. Elaboración de la cartografía base y temática.....	35
3.6.3. Algebra de mapas de vulnerabilidad a Inundación, Erosión y Deslizamientos....	36
3.6.4. Metodología Cartográfica.....	37
3.6.4.1. Mecanismo de trabajo en el Sistema de Información Geográfica.....	37
3.6.5. Metodología para determinar los riesgos de Inundación, Erosión y Deslizamientos.....	38
3.6.5.1. Mapa de Pendientes.....	38
3.6.5.2. Estaciones Meteorológicas.....	39
3.6.5.2.1. Mapa de Isoyetas.....	40
3.6.5.2.2. Mapa de Isotermas.....	41
3.6.5.3. Mapa Geológico.....	43
3.6.5.4. Mapa Geomorfológico.....	44
3.6.5.5. Mapa de Cobertura Vegetal.....	45
3.6.5.6. Mapa de Suelos.....	46
3.6.5.7. Mapa de Uso del Suelo.....	46
3.6.5.8. Mapa Hidrológico.....	47
3.6.5.9. Mapa de Inundaciones.....	48
3.6.5.10. Mapa de Erosión.....	51
3.6.5.11. Mapa de Deslizamientos.....	54
3.7. MEDIDAS PREVENTIVAS.....	57

CAPITULO IV.....	58
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	58
4.1. DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	58
4.2. MAPA DE COBERTURA VEGETAL AÑO 2000.....	58
4.3. MAPA DE COBERTURA VEGETAL AÑO 2007.....	60
4.4. MAPA DE COBERTURA VEGETAL AÑO 2015.....	61
4.5. ANÁLISIS MULTITEMPORAL.....	62
4.5.1. Sin Información.....	63
4.5.2. Cuerpos de Agua.....	63
4.5.3. Zona Antrópica.....	64
4.5.4. Tierra Agropecuaria.....	65
4.5.5. Otras Tierras.....	66
4.5.6. Vegetación Arbustiva y Herbácea.....	66
4.5.7. Bosques.....	67
4.6. MODELO DE INUNDACIÓN.....	69
4.7. MODELO DE EROSIÓN.....	70
4.8. MODELO DE DESLIZAMIENTO.....	72
4.9. INFRAESTRUCTURA ACTUAL.....	74
4.10. TRABAJO DE CAMPO.....	75
4.11. PROPUESTA PARA REDUCIR LOS RIESGOS.....	77
CAPITULO V.....	78
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78
5.1. CONCLUSIONES.....	78
5.2. RECOMENDACIONES.....	80

CAPITULO VI.....	81
6. BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	81
CAPITULO VII.....	85
ANEXOS.....	85
ANEXO 1 CUADROS.....	86
ANEXO 2 MAPAS.....	90
ANEXO 2 REGISTRO FOTOGRÁFICO.....	114

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Tipo de Inundaciones.....	12
Cuadro 2. Tipos de Deslizamientos.....	13
Cuadro 3. Tipos de Erosión.....	16
Cuadro 4. Datos Generales.....	25
Cuadro 5. Coordenadas geográficas del centroide.....	27
Cuadro 6. Flora.....	86
Cuadro 7. Fauna.....	88
Cuadro 8. Recolección de Información.....	28
Cuadro 9. Combinación de mapas temáticos.....	37
Cuadro 10. Parámetros de trabajo de SIG.....	37
Cuadro 11. Niveles de riesgo.....	38
Cuadro 12. Morfología pendientes.....	38
Cuadro 13. Estaciones meteorológicas consideradas.....	39
Cuadro 14. Precipitación media mensual en mm.....	40
Cuadro 15. Temperatura media mensual en °C.....	42
Cuadro 16. Formaciones Geológicas.....	44
Cuadro 17. Ponderación Inundación.....	48
Cuadro 18. Ponderación Erosión.....	51
Cuadro 19. Ponderación Deslizamientos.....	54
Cuadro 20. Cobertura Vegetal 2000.....	58
Cuadro 21. Cobertura Vegetal 2007.....	60
Cuadro 22. Cobertura Vegetal 2015.....	61
Cuadro 23. Cobertura Vegetal 2000 - 2015.....	68

Cuadro 24. Riesgos a Inundación.....	69
Cuadro 25. Riesgos a Erosión.....	71
Cuadro 26. Riesgos a Deslizamiento.....	73
Cuadro 27. Puntos de Campo.....	76



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Mapa Político.....	26
Gráfico 2. Mapa Base.....	26
Gráfico 3. Mapa Zonas de Vida.....	27
Gráfico 4. Modelo de clasificación supervisada.....	33
Gráfico 5. Cobertura Vegetal año 2000-2015.....	34
Gráfico 6. Mapa de Pendientes.....	39
Gráfico 7. Mapa de Isoyetas.....	41
Gráfico 8. Mapa de Isotermas.....	42
Gráfico 9. Mapa Geológico.....	43
Gráfico 10. Mapa Geomorfológico.....	45
Gráfico 11. Mapa de Cobertura Vegetal.....	45
Gráfico 12. Mapa de Suelos.....	46
Gráfico 13. Mapa de Uso del Suelo.....	47
Gráfico 14. Mapa Hidrológico.....	47
Gráfico 15. Modelo de Inundación.....	49
Gráfico 16. Mapa de Inundación.....	50
Gráfico 17. Modelo de Erosión.....	52
Gráfico 18. Mapa de Erosión.....	53
Gráfico 19. Modelo de Deslizamiento.....	55
Gráfico 20. Mapa de Deslizamientos.....	56
Gráfico 21. Cobertura Vegetal año 2000.....	59
Gráfico 22. Mapa de Cobertura Vegetal año 2000.....	59
Gráfico 23. Cobertura Vegetal año 2007.....	60

Gráfico 24. Mapa de Cobertura Vegetal año 2007.....	61
Gráfico 25. Cobertura Vegetal año 2015.....	62
Gráfico 26. Mapa de Cobertura Vegetal año 2015.....	62
Gráfico 27. Sin Información.....	63
Gráfico 28. Cuerpos de Agua.....	64
Gráfico 29. Zona Antrópica.....	64
Gráfico 30. Tierra Agropecuaria.....	65
Gráfico 31. Otras Tierras.....	66
Gráfico 32. Vegetación Arbustiva y Herbácea.....	67
Gráfico 33. Bosques.....	67
Gráfico 34. Riesgo a Inundación.....	69
Gráfico 35. Mapa de Riesgo a Inundación.....	70
Gráfico 36. Riesgo a Erosión.....	71
Gráfico 37. Mapa de Riesgo a Erosión.....	72
Gráfico 38. Riesgo a Deslizamientos.....	72
Gráfico 39. Mapa de Riesgo a Deslizamientos.....	73
Gráfico 40. Infraestructura en el Mapa de Riesgo a Inundación.....	74
Gráfico 41. Infraestructura en el Mapa de Riesgo a Erosión.....	75
Gráfico 42. Infraestructura en el Mapa de Riesgo a Deslizamientos.....	75

## LISTA DE MAPAS

Mapa 1. MAPA DE UBICACIÓN SAN MIGUEL DE URCUQUÍ.....	74
Mapa 2. MAPA BASE SAN MIGUEL DE URCUQUÍ.....	75
Mapa 3. MAPA POLÍTICO SAN MIGUEL DE URCUQUÍ.....	76
Mapa 4. MAPA DE PENDIENTES SAN MIGUEL DE URCUQUÍ.....	77
Mapa 5. MAPA DE ISOYETAS MEDIAS ANUALES SAN MIGUEL DE URCUQUÍ.....	78
Mapa 6. MAPA DE ISOTERMAS MEDIAS ANUALES SAN MIGUEL DE URCUQUÍ.....	79
Mapa 7. MAPA GEOLÓGICO REGIONAL SAN MIGUEL DE URCUQUÍ.....	80
Mapa 8. MAPA GEOMORFOLÓGICO SAN MIGUEL DE URCUQUÍ.....	81
Mapa 9. MAPA DE COBERTURA VEGETAL SAN MIGUEL DE URCUQUÍ.....	82
Mapa 10. MAPA DE TIPOS DE SUELOS SAN MIGUEL DE URCUQUÍ.....	83
Mapa 11. MAPA DE USO DEL SUELO SAN MIGUEL DE URCUQUÍ.....	84
Mapa 12. MAPA HIDROLÓGICO SAN MIGUEL DE URCUQUÍ.....	85
Mapa 13. MAPA DE ZONAS DE VIDA SAN MIGUEL DE URCUQUÍ.....	86
Mapa 14. MAPA DE COBERTURA VEGETAL SAN MIGUEL DE URCUQUÍ AÑO 2000.....	87
Mapa 15. MAPA DE COBERTURA VEGETAL SAN MIGUEL DE URCUQUÍ AÑO 2007.....	88
Mapa 16. MAPA DE COBERTURA VEGETAL SAN MIGUEL DE URCUQUÍ AÑO 2015.....	89
Mapa 17. COBERTURA VEGETAL AÑOS 2000 – 2015.....	90
Mapa 18. MODELO DE INUNDACIÓN SAN MIGUEL DE URCUQUÍ.....	91
Mapa 19. MODELO DE EROSIÓN SAN MIGUEL DE URCUQUÍ.....	92
Mapa 20. MODELO DE DESLIZAMIENTOS SAN MIGUEL DE URCUQUÍ.....	93
Mapa 21. MAPA DE PUNTOS DE CAMPO SAN MIGUEL DE URCUQUÍ.....	94

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características generales imagen LANDSAT.....	19
Tabla 2. Características generales imagen ASTER.....	20
Tabla 3. Características generales imagen SPOT.....	21
Tabla 4. Clasificación Cobertura Vegetal.....	31
Tabla 5. Combinación de Bandas.....	32

## LISTA DE SIGLAS

- AME** Asociación de Municipalidades del Ecuador
- ASTER** Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer
- COOTAD** Código Orgánico de Organización Territorial y Descentralización
- CRED** Center the Recherches sllr, Epide-miologie des Desastres
- EM-DAT** Emergclly Ellcnts Database
- ERTS** Earth Resources Tecnology Satellite
- ESDI** Earth Science Data Interface
- GAD** Gobierno Autónomo Descentralizado
- GLCF** Global Land Cover Facility
- GPI** Gobierno Provincial de Imbabura
- IGM** Instituto Geográfico Militar
- INAMHI** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
- INEC** Instituto Nacional de Estadísticas y Censo
- INIGEMM** Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico
- LANDSAT** LAND: Tierra, SAT: Satélite
- MAE** Ministerio del Ambiente del Ecuador
- MDT** Modelo Digital del Terreno
- NASA** National Aeronautics and Space Administration
- ND** Número Digital
- PAR** Pressure and reléase
- PDOT** Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial
- SENPLADES** Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo del Ecuador
- SIG** Sistema de Información Geográfica

**SHP** Shapefile

**SNI** Sistema de Información Nacional

**SNGR** Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos

**SPOT** Satellite Pour l'Observation de la Terre

**SWIR** Región Espectral del Infrarrojo de Onda Corta

**TIR** Thermal Infrared (Infrarrojo Térmico)

**VNIR** Región Espectral del Visible e Infrarrojo Cercano

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo identificar las zonas vulnerables a riesgos de: Inundación, Erosión y Deslizamientos en el cantón San Miguel de Urququí-Ecuador mediante el uso de Sistema de Información Geográfica, para ello fue necesario realizar el análisis multitemporal del cantón con imágenes satelitales, para este caso en particular se logró conseguir imágenes Landsat del año 2000, Aster del 2007 y Spot del 2015 es decir que el análisis se lo realizó en un periodo de 15 años donde se determinó las diferentes clases de cobertura vegetal según el nivel I del Ministerio del Ambiente del Ecuador. Las Coberturas Vegetales analizadas fueron: Sin Información, Cuerpos de Agua, Zona Antrópica, Tierra Agropecuaria, Otras Tierras, Bosques, Vegetación Arbustiva y Herbácea, el cambio más representativo fueron los Bosques ya que a inicios del 2000 más de la mitad del cantón (56,36%) estaba cubierta por esta cobertura, con el transcurso del tiempo específicamente para el año 2015 la reducción de esta cobertura es significativa llegando únicamente a ocupar el 29,18% del área total del cantón, es de notar que esto trae consigo consecuencias en las demás coberturas como es la reducción de los Cuerpos de Agua como principal problema, todo ello se debe además por el crecimiento de la Frontera Agrícola, por actividades antrópicas entre otras. Si se analiza los mapas generados del análisis multitemporal se observa que en los primeros siete años (2000 – 2007) es donde se dan los mayores cambios de las coberturas, del 2007 al 2015 los cambios de estas áreas fueron en menor porcentaje lo que tal vez de deba a que las autoridades competentes tomaron medidas correctivas con el fin de disminuir el deterioro de las zonas antes mencionadas. Todos estos cambios influyen directa o indirectamente en los riesgos de Inundación, Erosión y Deslizamientos que puede tener el cantón San Miguel de Urququí, con el fin de determinar y elaborar los modelos para cada uno de los riesgos antes mencionados se buscó la información necesaria en las instituciones encargadas de generar la información como datos meteorológicos, información base como: vías, ríos, curvas de nivel, etc, Geología, Geomorfología, Suelos, entre otras, encontrar toda esta información a una escala a detalle como 1:25 000 fue complicado únicamente se logró conseguir Suelos, y Cobertura Vegetal a la escala en mención, luego de realizar y elaborar cada uno de los modelos se determinó que por su extensión y diversidad en recursos naturales la parroquia de Buenos Aires es la más susceptible a los tres riesgos. En general el catón presenta un riesgo bajo a Inundación (37 843,72 Ha; 49%) la parroquia más afectada es Cahuasquí después de Buenos Aires, mientras que Pablo

Arenas es la que menor riesgo presenta ante una inundación. Más de la mitad del cantón con el 59,70% del área total presenta un riesgo medio a erosión, Tumbabiro se considera que es la menos afectada para este riesgo, 58 492,82 ha equivalente al 76,31% presenta un riesgo medio a deslizamientos, Cahuasquí y San Blas son las parroquias con un alto riesgo ante este suceso y Urcuquí la menos afectada. De esta manera se dieron los resultados de la presente investigación esperando que esta sea de utilidad para planificar y elaborar un adecuado Plan de Ordenamiento Territorial y Prevención de riesgos, o para proyectos de investigación que sean de suma ayuda para la población.



## SUMMARY

This current research had as its main objective to identify the vulnerable areas to dangers: flood, erosion and landslides in the canton San Miguel de Urququí-Ecuador by using Geographic Information System, for that, it was necessary to make the multi-temporal analysis of the canton with satellite images, for this particular case it was possible to get Landsat 2000, Aster 2007 and Spot 2015 that is to say the analysis was made in a period of 15 years where different kinds of plant cover were determined according to the level First of the Ministry of Environment of Ecuador. The natural analyzed hedgings were : no Information, bodies of Water, Anthropic Zone, Land Agriculture, other Lands, forests, shrub and herbaceous vegetation, the most representative change was the forests because since early 2000 more than the half of the canton (56 , 36%) was covered by this hedging, with the pass of time specifically for the year 2015 this reduction of this hedging is significant, reaching only the 29.18% of the total area of the canton, it is noteworthy that this brings consequences in other hwndgings such as the reduction of Water Bodies like the main problem, all of this is also due to the growth of the agricultural frontier, by anthropogenic activities among others. If the generated maps of multitemporal analysis are analyzed it is showed that in the first seven years (2000-2007) it is where the biggest changes of hedges, from 2008 to 2015 the changes in these areas were in a lesser percentage which maybe it is because of the competent authorities took the corrective measures in order to reduce the deterioration of the above areas.

All these changes influence directly or indirectly in the risks of flooding, erosion and landslides that the canton San Miguel de Urququí may have, in order to determine and develop the models for each of the above risks, the necessary information was selected in the responsible institutions for generating information such as meteorological data, information base such as roads, rivers, contour lines, etc., geology, geomorphology, soils, among others, to find all this information at a detail scale of 1:25 000 was complicated, it was only achieved to get soils and vegetation hedge on the scale in question, after making and developing each one of the models it was determined that due to its size and diversity of natural resources the parish of Buenos Aires is the most susceptible to the three risks. In general the canton has a low irrigation to flood (37 843.72 Ha; 49%) the most affected parish is Cahuasquí after Buenos Aires, while Pablo Arenas presents less risk to a flood. More than the half of the canton 59.70% of the total area has a medium risk of erosion, Tumbabiro is considered to be the least affected for this risk. 58 492.82 76.31% equivalent

to 76,31% presents a medium risk of landslides, Cahuasquí and San Blas are the parishes with a high risk to this event and Urcuquí the least affected. For this reason the results of this current investigation were obtained hoping that this will be useful to plan and develop an appropriate territorial arrangement planning or for research projects that would be a great help to the population.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente las inundaciones, heladas, sequías, erosión y demás fenómenos climáticos que el planeta está viviendo, a consecuencia de factores naturales o antrópicos hacen que existan más zonas vulnerables propensas a riesgos como los antes mencionados. Cabe señalar que una de las consecuencias primordiales es el Cambio Climático, presentándose su principal impacto sobre el recurso agua con el deshielo de los polos y glaciares, elevando progresivamente el nivel del mar y como consecuencia a ello alterando los diversos ecosistemas. (MAP, 2009)

En el XVI Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica realizada en junio del 2014 en Alicante se menciona que los riesgos naturales como Erosión, Inundación, Deslizamientos son fenómenos naturales que ocurren regularmente y ocasionan daños materiales incluso pueden acabar con vidas humanas; por ello es necesario integrar acciones que permitan alertar a la población que habita en estas zonas de los riesgos a los que están expuestos. Hoy en día los avances en ciencia y tecnología permiten aplicar distintos métodos para determinar y analizar con precisión zonas vulnerables a riesgos, con la finalidad de tomar las precauciones necesarias como medidas preventivas ante estos hechos.

Existen numerosos casos en los que los mapas de riesgos (Inundación, Erosión y Deslizamientos) se han limitado a la descripción física del fenómeno, olvidando el componente de vulnerabilidad de los elementos expuestos implícito en cualquier situación de riesgo (Ribera, 2004b).

El Ecuador, por su posición geográfica, astronómica y sus características geológicas, hidrológicas y meteorológicas, posee ecosistemas ricos y diversos, pero también lo hace más vulnerable a riesgos naturales. Es importante saber que los fenómenos o riesgos naturales son acontecimientos impredecibles como por ejemplo los terremotos a diferencia de un Deslizamiento, Erosión entre otros, que pueden estar directamente influenciado por la actividad del hombre, siendo la deforestación una causa principal para los riesgos antes mencionados, Todos estos fenómenos que han sucedido y siguen sucediendo en el planeta tienen consecuencias negativas. En el caso del Ecuador, la falta de planificación ha dado como resultado que ciertas zonas sean más vulnerables a estos fenómenos. (Moreira, 2011)

En la actualidad las condiciones socioeconómicas de la población, las diferentes dinámicas ambientales que caracteriza a las comunidades y los factores culturales e históricos determinan ciertos grados de vulnerabilidad de la población a diferentes amenazas naturales y antrópicas, desencadenando diferentes niveles de peligrosidad en el territorio.

No obstante, una caracterización del territorio debe ser holística, pues no basta con delimitar el territorio y sus diferentes grados de exposición ante amenazas naturales, sino, a la vez, es necesario conocer las dinámicas y procesos sociales que permiten el correcto funcionamiento de dicho espacio; esto con el fin de comprender la estructura funcional del territorio en tiempo normal (sin situaciones de riesgos), y también de predecir la estructura funcional del territorio en un escenario de crisis (con situaciones de riesgo). (Álvarez, 2005)

Cabe mencionar que los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son herramientas muy potentes que permiten, de una forma eficaz, trabajar en la planificación territorial, en la implementación de niveles de prevención frente a las amenazas a las que está expuesto un territorio, cuando se busca dar respuestas concretas frente a la ocurrencia de una emergencia o catástrofe. La capacidad para gestionar y acoplar mapas con bases de datos ya sea con información generada o existente hace de los SIG una herramienta de gran ayuda en el análisis de vulnerabilidad de ciertas zonas de interés particular (Ribera, 2004a; Álvarez, 2005; Llorente et al., 2009).

La presente investigación tiene como fin determinar las zonas vulnerables propensas a riesgos como: Inundaciones, Erosión y Deslizamientos en el cantón San Miguel de Urququí, aplicando Sistemas de Información Geográfica (SIG), modelos digitales de elevación y toda aquella información generada y disponible en las diversas instituciones ya sean estas públicas o privadas.

El uso de las diferentes herramientas a ser aplicadas permitirá determinar las zonas de mayor riesgo, de tal manera que los resultados obtenidos sea un instrumento para las autoridades locales como un insumo verás y oportuno de apoyo para diseñar y establecer estrategias de planes y acciones de atención, mitigación o prevención a la población del Cantón o a su vez como apoyo para la elaboración del Plan de Desarrollo del cantón San Miguel de Urququí ante posibles desastres. **Palabras claves:** vulnerabilidad, riesgos, SIG, cambio climático, fenómeno, PDOT, catástrofes

## CAPÍTULO I

### 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. ANTECEDENTES

Los procesos geodinámicos internos y externos, en el ámbito mundial y nacional, crean situaciones de emergencia cuando estos riesgos alcanzan grandes proporciones, especialmente en los países en vías de desarrollo expuestos a constantes acontecimientos de este tipo, esto se debe a que actividades antrópicas como la deforestación causan efectos como pérdida del suelo, deslizamientos, entre otras. (Moreira, 2011)

Constantemente se han presentado sucesos vinculados a los desastres naturales tanto a nivel mundial, nacional y regional, es por ello que la conciencia mundial ha crecido en cuanto a los altos costos que estos ocasionan en términos de pérdidas humanas, económicas y ambientales. Cabe resaltar que en las últimas décadas en el territorio ecuatoriano se han generado fenómenos naturales de gran magnitud, llegando en algunas ocasiones a ser catastróficos, como por ejemplo: Deslizamientos en las vías en especial vía Aloag-Santo Domingo, Terremotos como el ocurrido en abril en Manabí e Inundaciones de las cuales las zonas de la costa son las más afectadas. (Buitrón, 2014)

Los riesgos, cuya ocurrencia puede deberse tanto a factores naturales como inducidos por la actividad del hombre, y por supuesto a una combinación de ambos, han sido parte del diario vivir de los seres humanos en cada lugar habitado del planeta, así el Ecuador ha enfrentado según los registros históricos sismos, tsunamis, erupciones volcánicas, fenómenos (El Niño), grandes inundaciones, deslaves de gran magnitud, sequías, incendios forestales, incidentes ambientales, epidemias entre otros. La medida del impacto de esos eventos dependió en su momento tanto las características del mismo,

Intensidad, duración, ubicación del foco del evento; como de la vulnerabilidad de las poblaciones que estuvieron dentro del radio de acción de dicho evento adverso. (Vera, 2015)

Según el Plan de Contingencia Interinstitucional “Fenómeno del niño 2015” presentado por el GAD de San Miguel de Urcuquí, manifiesta que la vulnerabilidad que presenta el cantón en cuanto a la época lluviosa muestra un alto nivel a riesgos por deslizamientos principalmente en la redes viales que conectan a las cabeceras parroquiales y sus comunidades, otro factor importante es la topografía del cantón debido a las pendientes naturales de las cuencas hídricas y a las condiciones dadas por los asentamientos estructurales del territorio.

Además, la vulnerabilidad se enmarca en las condiciones a las que quedan expuestos la población debido a la incomunicación entre diferentes zonas, afectando el normal flujo de las personas hacia los centros poblados consolidados, el transporte de insumos hacia los cultivos o la salida de la cosecha hacia los mercados a fin de abastecer a otras localidades. (Acaro, 2010)

## 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD & Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (2012) “las amenazas que mayor impacto han causado en el Ecuador son las inundaciones, los eventos sísmicos, volcánicos y los movimientos de masas o deslizamientos”.

La provincia de Imbabura según investigaciones realizadas es vulnerable a inundaciones, deslaves, sismos, temblores y otro tipo de eventos catastróficos. Dentro de este contexto existen tres cantones considerados vulnerables y los más propensos a inundaciones y deslaves que son: Cotacachi, Pimampiro, Urcuquí. (AME, 2016)

El cantón San Miguel de Urcuquí a consecuencias de las diversas actividades antrópicas y al uso irracional de los recursos naturales, ha traído consecuencias ambientales, como son: pérdida de la cobertura vegetal, expansión de la frontera agrícola, contaminación de las corrientes de agua, construcción de vías entre otros. (PDOT, 2011)

Como consecuencia de ello hace que existan mayores zonas vulnerables a riesgos como: la Erosión, Deslizamientos e Inundaciones. Todo lo antes mencionado puede ser ante la falta de planificación y de ordenamiento del territorio que oriente la formulación y ejecución de las políticas para el desarrollo sostenible y cuidado del ambiente. Es por ello que es necesario realizar estudios en el cual se identifiquen estas zonas vulnerables a riesgos con el fin de poder tomar posibles medidas preventivas dentro del cantón.

### **1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuáles son las zonas vulnerables a riesgos de: Inundación, Erosión y Deslizamiento en el cantón San Miguel de Urucuquí?

### **1.4. OBJETIVOS**

#### **1.4.1. Objetivo General**

Identificar las zonas vulnerables a riesgos de: Inundación, Erosión y Deslizamientos en el cantón San Miguel de Urucuquí, aplicando Sistemas de Información Geográfica y propuestas de medidas preventivas.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- ✓ Realizar un análisis multitemporal de la Cobertura Vegetal sobre la incidencia en la vulnerabilidad a riesgos.
- ✓ Aplicar el modelo cartográfico para cada uno de los riesgos, Inundación, Erosión, y Deslizamientos.
- ✓ Proponer medidas preventivas para los riesgos identificados como: Erosión, Inundación y Deslizamientos en el cantón San Miguel de Urucuquí.

### **1.5. JUSTIFICACIÓN**

El reconocimiento de los riesgos como una parte insoslayable de nuestras vidas es necesario que tomemos acciones para manejarlo de la mejor manera posible, lo cual significa tratar de prevenir sus impactos cuando es posible y reducirlos cuando son inevitables. Citados en varios textos los escenarios de riesgo tienen diversas concepciones

y abordajes, más en todos ellos el factor común es que son un instrumento valioso para prepararse ante situaciones no deseadas proveyendo información para la toma de decisiones y la planificación. (Vera, 2015)

El crecimiento urbano y el escaso desarrollo de planificación territorial han empujado a las familias a buscar suelos menos costosos. Suelos vulnerables y susceptibles a Deslizamientos, Inundaciones y con un alto proceso erosivo que por la falta de planificación adecuada estos espacios vulnerables a riesgos están siendo ocupados. (Acaro, 2010)

Es por ello que el presente trabajo pretende determinar las zonas vulnerables a riesgos propensas a inestabilidad de Deslizamientos, Erosión e Inundaciones, en el cantón San Miguel de Urququí, mediante modelos de elevación digital de terreno, procesamiento de cartografía temática e información de campo, todo ello con la utilización de herramientas disponibles en los Sistemas de Información Geográfica (SIG), y a la vez para que sirva como un insumo de planificación para el cantón e instituciones que requieran la información.

Durante la investigación, se analizarán y propondrán posibles medidas preventivas o correctivas dentro del cantón ante las amenazas en mención. La finalidad de este estudio es ser un instrumento de apoyo mediante el cual el municipio de San Miguel de Urququí realice la priorización, formulación y seguimiento a las acciones que se ejecutan en los procesos de prevención, análisis y la reducción del riesgo en zonas vulnerables, de una forma articulada con los demás instrumentos de planeación municipal: Plan de Ordenamiento Territorial, Plan de Desarrollo, Agendas Zonales etc., con el fin de que los resultados obtenidos ayude a una planificación territorial adecuada.



## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

La presente investigación se desarrolla en torno a la identificación de las zonas vulnerables a riesgos de: Inundación, Erosión y Deslizamientos mediante el uso de Sistema de Información Geográfica (SIG) en el cantón San Miguel de Urucuquí. Por lo cual es importante resaltar los conceptos considerados para la explicación de todo el proceso de desarrollo de esta tesis.

#### 2.1. MARCO LEGAL

Dentro de este apartado se incluyó las normas jurídicas que se relacionan con la investigación realizada, tomando en cuenta la Constitución vigente de la República del Ecuador, el Plan Nacional del Buen Vivir, el Código Orgánico de Organización Territorial y Descentralización (COOTAD), Secretaría Nacional de Riesgos (SNGR), entre otras.

##### 2.1.1. Constitución de la República del Ecuador 2008

A continuación se detalla algunos de los artículos que establece la Constitución, las normas fundamentales que amparan los derechos y libertades, que organizan el Estado y las instituciones democráticas e impulsan el desarrollo económico, social y ambiental.

En la sección segunda **Art. 14** se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradado.

**Art. 71.** La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura funciones y procesos evolutivos.

Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observaran los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda.

El estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

**Art. 389.** El estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y el mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

**Art. 409.** Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en espacial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión.

En áreas afectadas por procesos de degradación y desertificación, el Estado desarrollará y estimulará proyectos de forestación, reforestación y revegetación que eviten el monocultivo y utilicen de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona.

**Art. 414.** El estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo.

### **2.1.2. Plan Nacional del Buen Vivir (2013-2017) de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo del Ecuador**

El Buen Vivir se planifica, no se improvisa. El Buen Vivir es la forma de vida que permite la felicidad y la permanencia de la diversidad cultural y ambiental; en armonía, igualdad, equidad y solidaridad. A continuación se detalla los objetivos relacionados con la presente investigación.

**Objetivo 1.** Auspiciar la igualdad, la cohesión, la inclusión y la equidad social y territorial, en la diversidad.

**Objetivo 7.** Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental, territorial y global.

### **2.1.3. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)**

Este es el marco que recoge la nueva Constitución de la República, que reconoce al estado ecuatoriano como descentralizado, guiado por los principios de equidad interterritorial, integración, solidaridad y unidad territorial.

**Art. 140.** La gestión de riesgos incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al territorio se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada por todos los niveles de gobierno de acuerdo con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la Constitución y la ley.

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales adoptarán obligatoriamente normas técnicas para la prevención y gestión de riesgos en sus territorios con el propósito de proteger las personas, colectividades y la naturaleza, en sus procesos de ordenamiento territorial.

### **2.1.4. Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR)**

La Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo es un órgano público descentralizado responsable de garantizar la protección de personas y colectividades ante los efectos negativos de desastres de origen natural o antrópico, mediante la generación de políticas, estrategias y normas que promuevan capacidades orientadas a identificar, analizar, prevenir y mitigar riesgos para enfrentar y manejar eventos de desastre; así como para

recuperar y reconstruir las condiciones sociales, económicas y ambientales afectadas por eventuales emergencias o desastres.

**Prioridad 1.** Cuidar que la reducción de los riesgos de desastre constituya una prioridad nacional y local, por parte de todas las instituciones y organizaciones del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos y de la comunidad; a través de una sólida base institucional.

**Prioridad 2.** Fortalecer el Sistema Nacional Integrado de Alerta Temprana así como la identificación, evaluación y vigilancia de los riesgos de emergencias y desastres.

**Prioridad 4.** Reducir los factores de riesgo subyacentes a través de acciones integradas de los GAD y de las demás entidades del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgo.

#### **2.1.5. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2011-2031 (PDOT)**

Fortalecer una instancia de coordinación y concertación orientada a solucionar problemas relativos al ambiente.

Promover un manejo integrado de bosques y páramo.

Promover programas de prevención ante posibles desastres naturales, considerando las fases de prevención de daños, atención y rehabilitación.

## **2.2. RIESGOS NATURALES EN EL ECUADOR**

En las últimas décadas han ocurrido en el territorio ecuatoriano una serie de fenómenos de origen natural de gran magnitud y extensión que fueron ocasionalmente catastróficos y cuyo carácter destructivo causa graves desequilibrios socioeconómicos y ambientales. La base de datos EM-DAT (Emergency Events Database) del Centre de Recherches sur l'Épidémiologie des Désastres (CRED, Universidad de Lovaina, Bruselas) registra 101 desastres en el Ecuador desde inicios del siglo XX, que han causado la muerte de aproximadamente 15 000 personas y han dejado siniestradas a más de 4 millones (Trujillo M; & D'Ercole R, 2003)

### **2.2.1. Amenazas relacionadas al clima**

El Ecuador ha sufrido varios impactos a causa de fenómenos naturales, entre los que se pueden mencionar inundaciones, sequías, cambio de línea de costa, deslizamientos por fuertes lluvias, heladas, granizadas, aludes, etc. Debido esto en su gran mayoría a las actividades antrópicas como la deforestación de los bosques, expansión de la frontera agrícola entre otras, Según consta en la base de datos de DesInventar (2010), los eventos que más han incidido para la vulnerabilidad de los cantones en el Ecuador son los siguientes: aludes, aluviones, desbordamientos, deslizamientos, epidemias, inundaciones, lluvias, sequías y tempestades.

Estos diferentes factores de vulnerabilidad, son producto de efectos climáticos. Adicionalmente estos factores se encuentran relacionados entre sí, debido a que las lluvias, tempestades, inundaciones, marejadas y sequías son las que a su vez ocasionan otras amenazas naturales como son deslaves o aludes. Adicionalmente, factores humanos inciden también en los impactos de las amenazas como son construcción de infraestructura, agricultura, ganadería, etc. A su vez estos eventos naturales provocan efectos en la población, los cuales repercuten en su desarrollo socio-económico (MAE, 2010)

### 2.3. RIESGO

Es la probabilidad de sufrir consecuencias negativas (daños y pérdidas) de tipo económico, social y ambiental que pueden presentarse en caso de ocurrencia de un fenómeno peligroso, en relación con la capacidad de resistencia y recuperación de los diferentes actores sociales frente a dicho fenómeno" (DIPECHO, 2007). Cabe señalar que el riesgo se lo representa en la siguiente ecuación:

$$\text{RIESGO} = \text{AMENAZA} \times \text{VULNERABILIDAD}$$

Entendiéndose en esta ecuación a la amenaza como un factor externo y a la vulnerabilidad como un factor endógeno que da una medida de la preparación de la población impactada para afrontar y pervivir a la ocurrencia de la amenaza. Dentro de esta preparación, se incluyen tanto los recursos como las capacidades de la población. Ejemplo de ello son los riesgos que pueden darse en las zonas altas o con pendientes fuertes, como son los Deslizamientos y la Erosión. El crecimiento poblacional y las

diferentes actividades antrópicas son algunos de los factores para que esta expansión sea hacia las zonas elevadas donde el riesgo es más alto.

## **2.4. AMENAZA**

“Un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que pueden ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales“(SNGR, 2012)

El estudio de la amenaza está empalmado e inmerso en amplios estudios de vulnerabilidad donde se vinculan otras variables de tipo social como la población y la dispersión de ésta sobre el espacio estudiado “generalmente una o varias cuencas hidrográficas”; pero de todos modos, las variables físicas todavía en estos trabajos tienen un gran peso sobre la toma de decisiones hacia la reducción de la vulnerabilidad, es así que nuestro país por su ubicación geográfica es propenso a diversas amenazas como erupciones volcánicas, tsunamis, terremotos, inundaciones entre otros. Cabe señalar que las amenazas pueden ser de dos tipos como son:

### **2.4.1. Amenazas Naturales**

Son aquellas originadas por las fuerzas de la naturaleza y en las cuales el ser humano no interviene. Pueden ser de origen geológico e hidrometeorológicos como por ejemplo: vulcanismo, sismicidad, sequias, huracanes, tsunamis, inundaciones y deslizamientos. En el caso de nuestro país (Ecuador) un ejemplo en particular como amenaza natural son las constantes inundaciones que se presentan en las zonas del litoral en época de invierno, ya sean éstas por los desbordamientos de los ríos o por asentamientos humanos en zonas planas que no cuentan con un drenaje adecuado.

### **2.4.2. Amenazas Antrópicas**

Son aquellas causadas por acciones inadecuadas de los seres humanos en el manejo de sustancias peligrosas, como son los hidrocarburos y otras sustancias químicas que en ocasiones generan contaminación ambiental ya sea del aire, el suelo, agua, infraestructura, agricultura etc. provocando además daños irreparables. (Buitrón, 2014). De igual manera un ejemplo palpable se da en la zona del Oriente Ecuatoriano, donde por

el inadecuado manejo del oleoducto se produce derrames de petróleo contaminando de esta manera el suelo y el agua, siendo esto una amenaza causada por la intervención del hombre.

## 2.5. VULNERABILIDAD

El término vulnerabilidad es utilizado en varios contextos y tiene varias definiciones, por lo que es importante establecer desde el inicio una definición clara que además constituya el marco conceptual bajo el cual se desarrollen los estudios de vulnerabilidad.

Desde el punto de vista científico el uso del término vulnerabilidad tiene sus raíces en el estudio de la geografía y de los riesgos naturales, sin embargo ahora es usado en varios contextos que incluyen manejo de riesgos, ecología, salud pública, pobreza, hambruna, cambios de uso de suelo, cambio climático y adaptación, entre otros (Turner *et al.* 2003).

Es así que diferentes aproximaciones conceptuales de vulnerabilidad han sido usadas por diversos enfoques metodológicos como son: riesgos, economía política, de desastres (modelo PAR pressure and release), integrados (riesgos y economía política), y de resiliencia ecológica (Fussel, 2007). En cada uno de estas visiones las variables analizadas son distintas y además persiguen objetivos diferentes, es por esto que muchas veces hay confusión en la definición de vulnerabilidad.

Ejemplo una agricultura no conservacionista del suelo, que provoca un aumento de los niveles de erosión, promoviendo la colmatación de los cauces e incrementando la amenaza de inundaciones.

## 2.6. INUNDACIÓN

Es la ocupación por parte del agua en zonas que habitualmente están libres de ésta, o bien por desbordamiento de ríos, por subida de las mareas por encima del nivel habitual o por avalanchas causadas por tsunamis. (Moreira, 2011)

Se pueden distinguir dos tipos de inundaciones: desbordamiento de ríos causado por la excesiva escorrentía como consecuencia de fuertes precipitaciones e inundaciones originadas en el mar, o inundaciones costeras causadas por olas ciclónicas exacerbadas por la escorrentía de las cuencas superiores. Los tsunamis son un tipo especial de inundación costera. (Beltrán, 2006). En el Cuadro 1 se detalla los tipos de Inundaciones.

Las inundaciones son el desastre natural que se presenta con mayor frecuencia en nuestro país, especialmente en la región costera. Son causadas por cambios en el clima o por temporadas de lluvias prolongadas. El Cambio Climático es un factor que ocasionará que aumente la frecuencia e intensidad de estas inundaciones en el futuro.

Cuadro 1  
Tipos de Inundaciones

Desbordamientos de ríos (lentos, de llanura y súbitos)



Inundaciones costeras



Elaborado por: El Autor

El crecimiento poblacional, la Zonificación Geotécnica, la falta de planificación por parte de entidades gubernamentales y la falta de apoyo y control, hace que las personas busquen lugares inadecuados para vivir; ya sea por la escases de recursos económicos o por desconocimiento, las familias muchas veces ocupan zonas de alto riesgo, alrededor de las ciudades, porque no tienen suficiente opción de elegir lugares más seguros.

Las consecuencias de las inundaciones es que llegan a destruir viviendas, escuelas, vías y a forzar desplazamientos de la población hacia albergues de emergencia. Este fenómeno natural es la causa para la propagación de enfermedades como el dengue y el cólera ya que el agua estancada permite la proliferación de mosquitos portadores de la enfermedad y además causa el colapso de los sistemas de alcantarillado. Aunque las fuertes lluvias que causan inundaciones no pueden evitarse, existen acciones que permiten afrontar el riesgo de mejor manera. La construcción de viviendas adaptadas para resistir una inundación o reubicación en lugares menos vulnerables, así como la ubicación en sitios seguros y el buen funcionamiento de los sistemas de alcantarillado en las ciudades



son dos aspectos fundamentales para reducir la vulnerabilidad de los ecuatorianos, eso debería ser prioritario al momento de planificar una ciudad por parte de los municipios.

Una de las inundaciones más fuertes de los últimos tiempos que ocurrió en el Ecuador fue en el año 2008 en la región del litoral, afectó a trece provincias del país. Este fenómeno natural fue aún más fuerte que el Fenómeno del Niño de 1997 – 1998 y afectó de una u otra manera a 275 000 personas; 74 perdieron la vida, 1804 viviendas fueron afectadas y 33 961 productores perdieron todos sus cultivos. (Moreira, 2011)

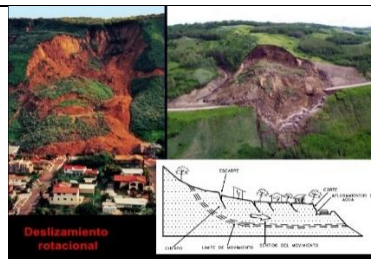
Otro ejemplo de Inundación fue aquel que por las fuertes lluvias presentadas en diversas zonas del país, provocaron el desbordamiento del Río Tigre, que pasa cerca de la comunidad Tzapino, parroquia Curaray, cantón Arajuno, en Pastaza, dejando anegadas varias viviendas.

## 2.7. DESLIZAMIENTOS

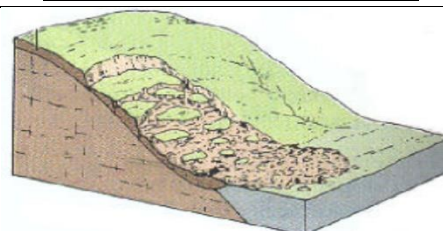
El término Deslizamiento incluye derrumbe, caídas y flujo de materiales no consolidados. Los deslizamientos pueden activarse a causa de terremotos, erupciones volcánicas, suelos saturados por fuertes precipitaciones o por el crecimiento de aguas subterráneas y por el socavamiento de los ríos. Un temblor de suelos saturados causados por un terremoto crea situaciones sumamente peligrosas. A pesar de que los deslizamientos se localizan en áreas relativamente pequeñas, pueden ser especialmente peligrosos por la frecuencia con que ocurren. En el siguiente cuadro se indica los tipos de Deslizamientos (Cuadro 2)

Cuadro 2  
Tipos de Deslizamientos

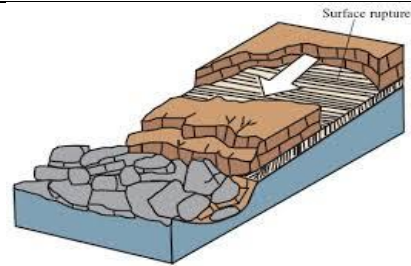
Deslizamiento Rotacional



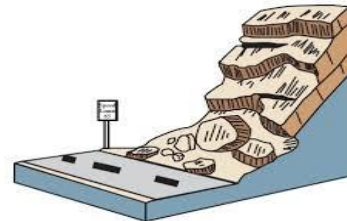
Deslizamiento Traslacional



Deslizamiento en Bloques



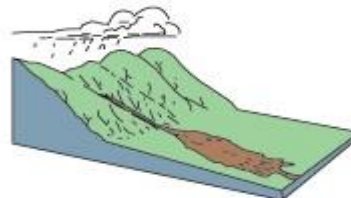
Caída de Bloques



Volcamiento



Flujo de Detritos



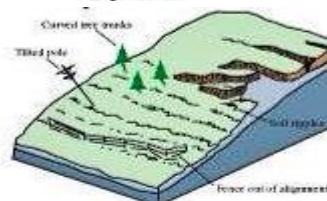
Avalanchas



Flujo de Suelos



Reptación



Desplazamiento Lateral



El impacto de estos eventos depende de la naturaleza específica del deslizamiento. El desprendimiento de rocas obviamente constituye un peligro para los seres humanos y la propiedad, pero en general, impone una amenaza localizada dada su área de influencia.

Los derrumbes, las avalanchas, los flujos y las dispersiones laterales generalmente abarcan áreas extensas y pueden resultar en una grande pérdida de vidas humanas y propiedades. Las corrientes de fango relacionadas con erupciones volcánicas, pueden viajar a grandes velocidades desde su punto de origen y son una de las amenazas volcánicas más destructivas. Generalmente los deslizamientos se producen por las actividades antrópicas como la construcción de carreteras. (Beltrán, 2006)

Los Deslizamientos son una amenaza común en el Ecuador y están asociados a la existencia de pendientes de terreno sin la suficiente vegetación que les permita resistir frente a fuertes precipitaciones, a un sismo, a la composición del suelo, mapas geológicos a detalle y a las fallas geológicas. Un ejemplo de ello son los constantes deslizamientos que ocurren en las vías de nuestra provincia, ya sea por la falta de estudios técnicos adecuados o por la aplicación de políticas de las entidades competentes. (Anexo 2, Imagen 21, 23, 24)

## 2.8. EROSIÓN

Se llama Erosión al desgaste de las rocas causados por agentes externos, como la acción del viento, del agua (ríos, mares, glaciares...) y procesos gravitatorios. Este conjunto de procesos van desgastando y cambiando la superficie de la tierra. Estos agentes externos principalmente son:

- ✓ Viento.
- ✓ Agua en sus distintas formas (hielo, lluvia, ríos, aguas subterráneas y oleaje).
- ✓ Cambios de temperatura- Elementos químicos disueltos en el agua y en el aire.
- ✓ Los organismos vivos.

Cada agente de Erosión producirá un desgaste distinto. Los cambios que producen las olas, por ejemplo, son diferentes a los cambios que produce el viento. Además, el efecto que pueda producir la Erosión dependerá tanto de la intensidad con que actúe el agente erosivo como de la resistencia del material sobre el cual está actuando.

La Erosión es uno de los principales causantes del modelado del relieve. Otros procesos actúan sobre las rocas de forma activa como son el transporte y la sedimentación. Estos son llamados también agentes geológicos externos. Un ejemplo de ello es el avance de la frontera agrícola en lugares con pendientes fuertes donde la erosión afecta de manera más rápida a estos suelos, para nuestro caso en particular la erosión que más afecta al cantón San Miguel de Urcuquí es la erosión fluvial, la eólica y la biológica (Anexo 2, Imagen 12, 13). A continuación se detalla los diferentes tipos de erosión (Cuadro 3)

**Cuadro 3**  
**Tipos de Erosión**

Erosión Fluvial



Erosión Eólica



Erosión Marina



Erosión Glacial



Erosión Biológica



Fuente: [www.portaleducativo.net](http://www.portaleducativo.net)  
Elaborado por: El Autor

## 2.9. ANÁLISIS MULTITEMPORAL

El Análisis Multitemporal es una evaluación de los cambios que sufrieron las coberturas vegetales analizadas en diferentes épocas, para realizar este análisis es necesario interpretar imágenes Landsat, Spot y Aster, para ello es preciso utilizar Sistemas de Información Geográfica como el ArcMap. Los resultados obtenidos serán de suma importancia para realizar estudios preventivos en las zonas que existan los cambios de cobertura. Existen varios estudios realizados en el Ecuador como el estudio multitemporal de la Cobertura Vegetal y Uso del Suelo en los años 1990 - 2008 y proyección al 2030 realizado en el nor-occidente del Ecuador. Otro ejemplo de investigación realizada es el Estudio multitemporal de la Cobertura Vegetal y Uso del Suelo entre los años 1990, 2010 y proyección al 2030 a una escala 1:50 000 para el centro y sur oriente de la Amazonía Ecuatoriana y un sin número más de investigaciones realizadas sobre análisis multitemporal.

## 2.10. COBERTURA VEGETAL

La Cobertura Vegetal puede ser definida como la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomasas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales. También se incluyen las coberturas vegetales inducidas que son el resultado de la acción humana como serían las áreas de cultivos. ([http://www.geoinstitutos.com/art\\_03\\_cober2.asp](http://www.geoinstitutos.com/art_03_cober2.asp))

### 2.10.1. Pérdida de Cobertura Vegetal

Considerando que la pérdida de Cobertura Vegetal en una zona donde la población influye negativamente por su alta tasa de natalidad, la misma que ejerce presión al

crecimiento de centros urbanos ocasionando una expansión espacial y geográfica, mediante los procesos de urbanización, con sus usos y destinos; este proceso provoca la modificación del suelo destruyendo la Cobertura Vegetal.

Se observa que en el proceso de urbanización, en las reservas territoriales, así como los usos y destinos del suelo, se presenta invasiones ilegales, la falta de integración urbana, el ambiente y los desaciertos políticos y accidentes urbanísticos. (Alonzo, 2010)

Igualmente los sistemas de cobertura vegetal se ven afectados por el uso indebido del suelo, siendo un proceso como los años de 1982, 1990, el análisis de la deforestación histórica del 2008, la información de los ecosistemas del Ecuador (MAE, 2012), y la información generada para el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2012, donde se ha identificado los cambios alarmantes de Cobertura Vegetal, existiendo la pérdida de bosques naturales para uso forestal y agropecuarios principalmente, agravando a los ecosistemas y zonificando nuevas áreas para la expansión urbana.

## **2.11. IMÁGENES SATELITALES**

Una Imagen Satelital es una representación visual de los datos reflejados por la superficie de la tierra que captura un sensor montado en un satélite artificial. Los datos son enviados a una estación terrena en donde se procesan y se convierten en imágenes, enriqueciendo el conocimiento de las características de la Tierra en diferentes escalas espaciales.

Cada vez tenemos imágenes de mayor resolución, con mayor cantidad de bandas en el espectro electromagnético y mayor disponibilidad para los usuarios, lo que amplía su potencial de aprovechamiento para los fines diversos. (<http://www.inegi.org.mx>)

### **2.11.1. Imágenes LANDSAT**

Las Imágenes LANDSAT representan para los procesos de teledetección, percepción remota y los sistemas de información una gran herramienta o insumo que permite obtener resultados favorables respecto a proyectos de tipo investigativo, sobretodo en la parte ambiental. La utilización de este tipo de imágenes se plantea teniendo en cuenta que son de uso gratuito y sus características permiten ser mejoradas espacial y espectralmente, aunque no son las más detalladas visualmente, tienen varios componentes que permiten obtener resultados favorables en cuanto a proceso de planificación y toma de decisiones.

Las imágenes LANDSAT reciben este nombre de acuerdo al tipo de sensor desde donde son tomadas (LAND=tierra y SAT=satélite). “El Satélite Landsat fue el primer satélite enviado por los Estados Unidos para el monitoreo de los recursos terrestres. Inicialmente se le llamó ERTS-1 (Earth Resources Technology Satellite) y posteriormente los restantes recibieron el nombre de LANDSAT. La constelación LANDSAT está formada por 7 satélites que provenían, tanto conceptual como estructuralmente, de los satélites para fines meteorológicos Nimbus. Estos llevaron a bordo diferentes instrumentos, siempre con la filosofía de captar mayor información de la superficie terrestre, con mayor precisión y a mayor detalle, de ahí sus mejoras radiométricas, geométricas y espaciales. (Grande, 2015)

Las imágenes LANDSAT 8 obtenidas por el sensor (OLI) y (TIRS) constan de nueve bandas espectrales con una resolución espacial de 30 metros para las bandas de 1 a 7 y 9. Una banda nueva (1) (azul-profundo) es útil para estudios costeros y aerosoles. La nueva banda (9) es útil para la detección de cirrus. La resolución para la banda 8 (pancromática) es de 15 metros. Dos bandas térmicas 10 y 11 son útiles para proporcionar temperaturas más precisas de la superficie y se toman a 100 metros de resolución (Tabla 1). El tamaño aproximado de la escena es de 170 km de norte-sur por 183 kilómetros de este a oeste (106 km por 114 km)” (Codazzi, 2013)

Tabla 1  
Características generales imagen LANDSAT

<b>LANDSAT 8</b>	
Altitud nominal	705 km
Inclinación solar sincrónica	98,2°
Resolución radiométrica	12 bits
Bandas espectrales	11
Resolución espacial	30m
Tiempo de revisita	16 días

Fuente: Codazzi 2013  
Elaborado por: El Autor

### 2.11.2. Imágenes ASTER

ASTER (The Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) es un esfuerzo cooperativo entre la NASA y el Ministerio de Comercio Economía e Industria de Japón METI. En 1999 el instrumento se lanzó a bordo del satélite TERRA de la NASA. El objetivo principal de la misión ASTER es mejorar el entendimiento de los procesos a

escala local y regional que ocurren sobre o cerca de la superficie de la tierra y en la atmósfera inferior, incluyendo la interacción superficie-atmósfera.

ASTER presenta una órbita heliosincrónica a una distancia de 705 kilómetros, con un ciclo de repetición de 16 días, un ancho de barrido de 60 kilómetros y una distancia entre orbitas de 172 Km. ASTER está compuesto por 3 subsistemas, VNIR, SWIR y TIR; cada uno de cuales presenta características particulares tales como 3 bandas en la región espectral del visible e infrarrojo cercano (VNIR) con una resolución espacial de 15 metros (Tabla 2); 6 bandas en la región espectral del infrarrojo de onda corta (SWIR) con una resolución espacial de 30 metros y 5 bandas en el infrarrojo térmico con una resolución espacial de 90 metros. ASTER también presenta un telescopio con visión hacia atrás que escanea en la región espectral de la banda 3B, lo que nos permite realizar modelos digitales de terreno (MDT) por pares estereoscópicos. (<http://www.geosoluciones.cl>)

Tabla 2  
Características generales imagen ASTER

ASTER	
Altitud nominal	705 km
Inclinación solar sincrónica	-
Resolución radiométrica	8 bits
Bandas espectrales	3
Resolución espacial	15m
Tiempo de revisita	16 días

Fuente: [www.geosoluciones.cl](http://www.geosoluciones.cl)  
Elaborado por: El Autor

### 2.11.3. Imágenes SPOT

El sistema de teledetección SPOT es una iniciativa para el levantamiento de datos desde el espacio del gobierno de Francia, Bélgica y Suecia, se encuentra en funcionamiento desde el año de 1982, fecha de lanzamiento del primer satélite y ha garantizado su continuidad con el lanzamiento del SPOT 5 en 2002. Las imágenes SPOT multiespectrales tiene una dimensión aprox. de 60 X 60 Km., realizan una visita periódica sobre el mismo punto de La Tierra cada 26 días, resolución espacial variable entre 20 y 5 metros y sensible a las longitudes de onda del azul, verde e infrarrojo en el espectro electromagnético (Tabla 3). Las características de la imagen SPOT las hacen adecuadas



para estudios de monitoreo de coberturas, aplicaciones en agricultura, seguimiento de bosques y aplicaciones de planeación urbana. (<http://www.biesimci.org/>)

Tabla 3  
Características generales imagen SPOT

SPOT	
Altitud nominal	694 km
Inclinación solar sincrónica	98,7
Resolución radiométrica	12 bits
Bandas espectrales	5
Resolución espacial	1,5m
Tiempo de revisita	1-3 días

Fuente: <http://www.biesimci.org/>  
Elaborado por: El Autor

## 2.12. PROBLEMAS CON SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN ACTUALES

En la mayoría de clasificaciones actuales, los criterios utilizados para derivar clases no están aplicados sistemáticamente. Muchas veces, el uso de rangos diferentes depende de la importancia dada por el usuario a un elemento particular (ejemplo en muchos sistemas los rangos de cobertura para distinguir áreas dominadas por árboles, son muchas, mientras que un solo rango de cobertura es utilizado para definir áreas dominadas por arbustos o pasturas).

En algunas clasificaciones, la definición de clase es imprecisa, ambigua o ausente, esto significa que estos sistemas fallan en proveer consistencia interna. También muchos sistemas de clasificación actuales, no son generalmente aptos para propósitos de mapeo y procesos subsecuentes de monitoreo. El enfoque integral requiere una clara distinción de los límites entre clases. Además, el uso de criterios diagnósticos y su arreglo jerárquico para formar una clase, debe ser una función de la mapeabilidad, es decir la habilidad para definir un límite claro entre dos clases. De ahí, que los criterios diagnósticos deben ser arreglados jerárquicamente de manera tal que se asegure que a los niveles más altos de clasificación se tenga un alto grado de exactitud geográfica (Di Gregorio, 2005).

## 2.13. INTERPRETACIÓN VISUAL DE IMÁGENES

La interpretación visual de las imágenes, se basa en la habilidad humana de relacionar colores y patrones en una imagen de características del mundo real. Muy a menudo el resultado de la interpretación es hecho explícito a través de la digitalización de la

geometría y los datos temáticos objetos relevantes (mapeo). Esta es utilizada para producir información espacial como ser: Mapas de Suelos, Mapas Catastrales, Mapas de Uso de la Tierra, etc. (Bakker; Jansen, 2001)

## **2.14. INTERPRETACIÓN DIGITAL DE LAS IMÁGENES**

En el proceso de clasificación digital de imágenes el operador instruye a la computadora que realice una interpretación de acuerdo a ciertas condiciones predefinidas. Esta técnica forma parte de la interpretación digital de imágenes (Bakker; Jansen, 2001).

Tradicionalmente se han dividido los métodos de clasificación en dos grupos: supervisado y no supervisado, de acuerdo a la forma en que son obtenidas las estadísticas de entrenamiento. El método supervisado parte de un conocimiento previo del terreno, a partir del cual se seleccionan las muestras para cada una de las categorías. Por su parte, el método no supervisado procede a una búsqueda automática de grupos de valores homogéneos dentro de la imagen (Chuvienco, 2002).

### **2.14.1. Clasificación Supervisada**

Esta es realizada por un operador que define las características espectrales de las clases, mediante la identificación de áreas de muestreo (áreas de entrenamiento). Se requiere también que el operador este familiarizado con el área de interés (Chuvienco, 2002)

### **2.14.2. Clasificación No Supervisada**

Este método se dirige a definir las clases espectrales presentes en la imagen. Esto implica que los ND (Números Digitales) de la imagen forman una serie de agrupaciones o conglomerados o “clusters” de píxeles con similares características. Basado en esto, la computadora localiza arbitrariamente vectores principales y los puntos medios de los grupos. Luego cada píxel es asignado a un grupo por la regla de decisión de mínima distancia al centroide del grupo (Bakker & Jansen, 2001).

## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGÍA

En este capítulo se describe los diferentes procesos y técnicas utilizadas para cumplir con los objetivos planteados en la presente investigación, y los materiales que a su vez fueron empleados.

#### 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Los tipos de investigación que se tomaron en cuenta están dentro del marco bibliográfico, de campo y experimental.

##### 3.1.1. La Investigación Bibliográfica

Tiene el propósito de conocer y deducir diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre una cuestión determinada, basándose en documentos o en libros y otras publicaciones, cabe mencionar que para esta investigación se acudió a la revisión y base de datos de instituciones públicas y privadas.

##### 3.1.2. La Investigación de Campo

Constituye un proceso sistemático, riguroso y racional de recolección, tratamiento, análisis y presentación de datos, basado en una estrategia de recolección directa de la realidad de las informaciones necesarias para la investigación. Ya que cierta información para determinar los riesgos tuvo que ser levantada in situ y de igual manera luego de los modelos obtenidos se verifico sus resultados en el campo.

### 3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación es no experimental, pues se observaron los fenómenos tal y como ocurren sin intervenir en su desarrollo, es decir sin manipular las variables. Es de perfil mixto en razón que se llevó a cabo tanto investigación de tipo documental, cuanto investigación de campo. Es además de tipo transversal porque la investigación de las variables se lleva a cabo conforme discurren los eventos al tiempo que ocurre la investigación.

Cabe señalar que la investigación puede ser también de tipo experimental, ya que ciertas variables se pueden manipular y/o modificar y así poder ser comparadas con estudios similares.

### 3.3. ÁREA DE ESTUDIO

El nombre que lleva el cantón y la parroquia se origina luego de que en estos territorios, en la antigüedad, fueron habitados por diversos Ayllus (familias indígenas), donde por la organización genial y muy desarrollada predominaron los Urcuquíes, quienes dieron el nombre aborigen de **URCUCIQUE**, que fonéticamente se compone de dos voces quichuas: **URCU**, que quiere decir cerro y, **CIQUE**, que quiere decir asiento; es decir "asiento de cerro". En la actualidad la composición fonética con el español determinó a este pueblo como Urcuquí. Urcuquí "**Encanto Natural**", conocido como el "**El Granero**" de la Provincia de Imbabura (AME, 2016).

#### 3.3.1. Datos Generales

El cantón San Miguel de Urcuquí, ubicado a 45 Minutos al nororiente de la ciudad de Ibarra, capital de la provincia de Imbabura. El municipio de Urcuquí se crea el 9 de febrero de 1984 mediante Registro Oficial No: 680 en la presidencia del Dr. Oswaldo Hurtado. En el Cuadro 4 se puede apreciar los diferentes datos generales del cantón.

Cuadro 4

Datos Generales

<b>Altitud</b>	<b>2384 msnm</b>	
<b>Clima</b>	Templado	
<b>Temperatura</b>	20°C	
<b>Límites</b>	Norte	Cantón Ibarra
	Sur	Antonio Ante
	Este	Cantón Ibarra
	Oeste	Cantón Cotacachi y provincia de Esmeraldas
<b>Población</b>	Hombre	7825
	Mujeres	7846
	TOTAL	15671
<b>Grupos étnicos</b>	Mestizo	83,15%
	Afro	6,04%
	Indígena	5,49%
<b>Actividad productiva</b>	Agricultura y ganadería	67,90%
	Comercio	6,30%
	Manufacturas	5%
	Construcción	4,30%
<b>Gastronomía</b>	Arroz con fréjol	
	Caldo de gallina de campo	
	Agua de panela	
	pescado	
<b>Parroquias</b>	Urcuquí	56,62 km <sup>2</sup>
	San Blas	75,28 km <sup>2</sup>
	Tumbabiro	38,02 km <sup>2</sup>
	Pablo Arenas	57,77 km <sup>2</sup>
	Cahuasquí	105,54 km <sup>2</sup>
	Buenos Aires	433,74 km <sup>2</sup>

Fuente: INEC 2010

Elaborado por: El Autor

En el Gráfico1 se aprecia la distribución política del cantón y con mayor detalle se puede visualizar en el Anexo 2 Mapas 1 y 3.

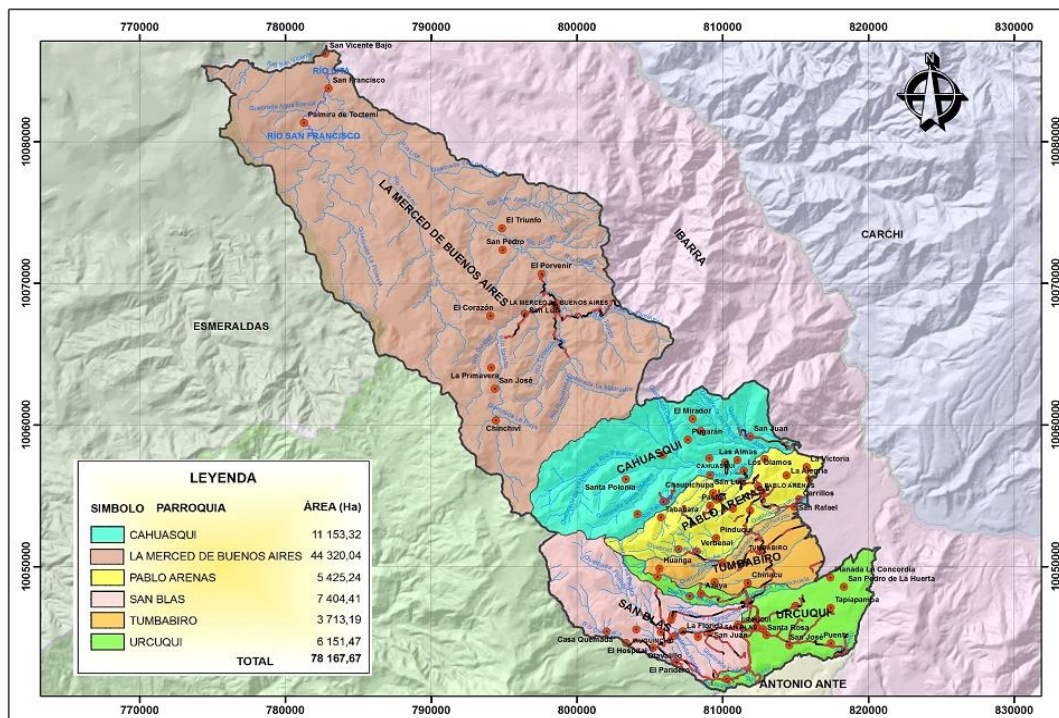


Gráfico 1. Mapa Político. Elaborado por: El Autor

### 3.3.1.1. Coordenadas geográficas del área de estudio

En el Cuadro 5 se detallan las coordenadas geográficas del centroide del cantón San Miguel de Urcuquí, adicional a ello en el Gráfico 2 se visualiza dicha información (Anexo 2, Mapa 2)

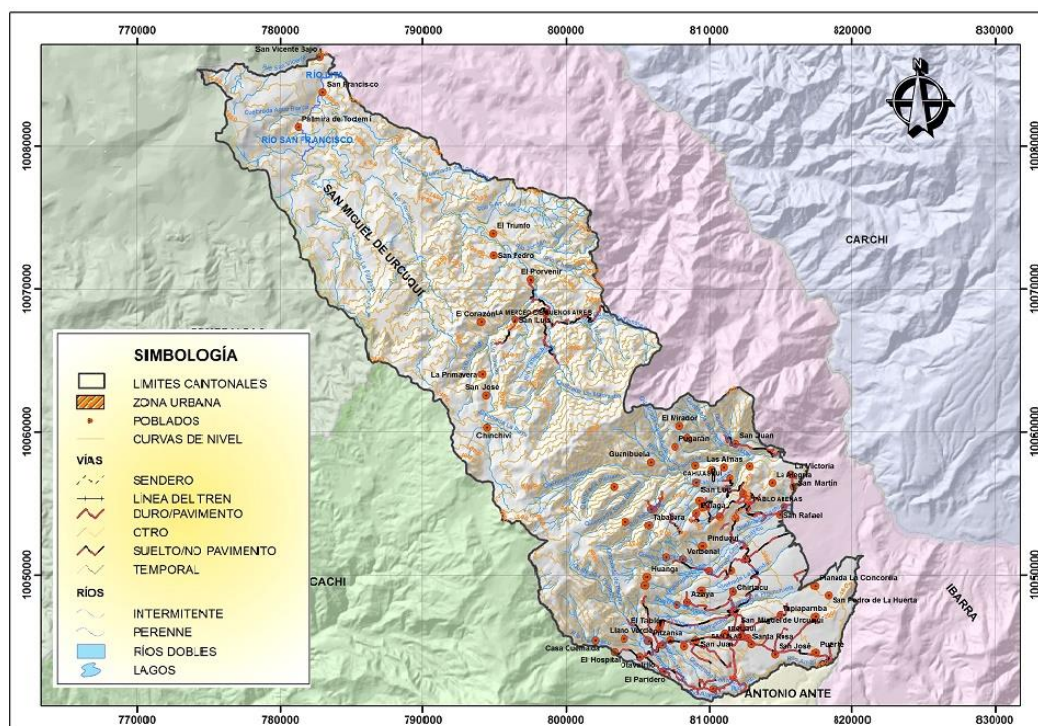


Gráfico 2. Mapa Base. Elaborado por: El Autor

Cuadro 5  
Coordenadas geográficas del centroide

COORDENADA X	COORDENADA Y
774782	10085285
817406	10043561
806075	10066941
792227	10058668
799241	10063164

Elaborado por: El Autor

### 3.3.2. Componente Ambiental

El cantón posee nueve zonas de vida según la clasificación de Holdridge (Anexo 2, Mapa 13), de cuyas cualidades físicas ecológicas, topográficas y geológicas, han caracterizado a este territorio. Como lo muestra el Gráfico 3.

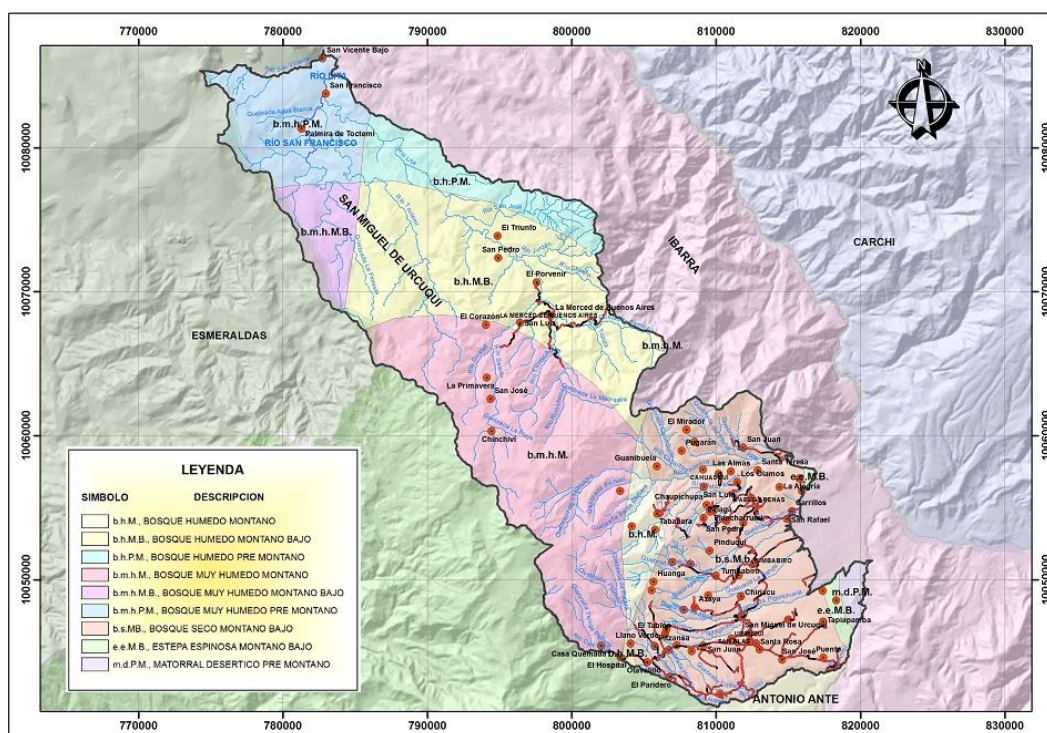


Gráfico 3. Mapa de Zonas de Vida. Elaborado por: El Autor

### 3.3.3. Flora y Fauna

Por su ubicación geográfica el cantón San Miguel de Urququí posee un sin número de diversidad tanto en flor como en fauna, en el Anexo 1 cuadro 6 y 7 se puede apreciar dicha información.

### 3.3.4. Turismo

El cantón San Miguel de Urcuquí se caracteriza por ser uno de los cantones más turísticos de la provincia de Imbabura, siendo los lugares más visitados los que se detallan a continuación:

- ✓ Termas de Chachimbiro
- ✓ Balneario Timbuyacu
- ✓ Laguna de Yanacocha
- ✓ Laguna de Patococha
- ✓ Laguna de Donoso (Piñan)
- ✓ Cascada Conrrayaro
- ✓ Salto de Guagala
- ✓ Mirador Pan de Azucar
- ✓ Cerro Yanahurco
- ✓ Tolas en la comunidad de Irugincho
- ✓ Loma del Churo de Pucará

Cabe mencionar que lugares como las Termas de Chachimbiro y Timbuyacu son los sitios más visitados por turistas nacionales y extranjeros, pero a su vez estos debido a su ubicación en zonas de pendientes fuertes se encuentran en zonas vulnerables a riesgos de Deslizamientos.

### 3.4. PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La recolección de información se la realizó acudiendo a las instituciones públicas y privadas, encargadas de recopilar o trabajar con dichos datos, como se muestra en el Cuadro 8

Cuadro 8.  
Recolección de Información

INSTITUCIÓN	BASE DE DATOS	ESCALA
INAMHI	Datos meteorológicos de las estaciones cercanas a la zona de estudio	
IGM	Cartografía base	1:50 000
IEE	Suelos y cobertura vegetal	1: 25 000
GPI	Imagen SPOT año 2015	
ESDI	Imagen LANDSAT año 2000	
EARTHDATA	Imagen ASTER año 2007	
INIGM	Cartas geológicas y fallas tectónicas	1: 100 000
SNI	Cartografía base	1:50 000

Elaborado por: El Autor



### **3.5. INSTRUMENTOS Y EQUIPOS UTILIZADOS**

A continuación se detallan los instrumentos y materiales empleados en el desarrollo de la investigación.

#### **3.5.1. Materiales y equipos de campo**

- ✓ Libreta de campo
- ✓ GPS Garmin
- ✓ Cámara fotográfica

#### **3.5.2. Materiales y equipos de oficina**

- ✓ Cartas topográficas digitales que contengan la zona de estudio escala 1:50 000
- ✓ Imágenes satelitales Landsat, Aster y Spot
- ✓ Plan de Ordenamiento Territorial del GAD de San Miguel de Urucuquí
- ✓ Equipo de computación con el Software ArcGis 10.3

### **3.6. MÉTODOS**

En el siguiente apartado se indica el método aplicado para cumplir con cada uno de los objetivos planteados.

#### **3.6.1. Análisis Multitemporal**

Para realizar el Análisis Multitemporal del cantón San Miguel de Urucuquí se establecieron cuatro pasos:

- ✓ Obtención de cada una de las imágenes de la zona de estudio
- ✓ Tratamiento básico de las imágenes satelitales con el software ArcMap 10.3
- ✓ Clasificación de la cobertura vegetal Nivel I, según el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).
- ✓ Elaboración del mapa de Cobertura Vegetal y análisis multitemporal de las imágenes satelitales.

### 3.6.1.1. Obtención de las imágenes

Para la obtención de las imágenes fue necesario investigar y acudir a las instituciones pertinentes para que se nos facilite la información requerida como se detalla a continuación:

La imagen satelital LANDSAT del año 2000 se logró obtener a través de Earth Science Data Interface (ESDI) at the Global Land Cover Facility (GLCF) (<http://glcfapp.glcf.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>.)

Mientras que la imagen ASTER del año 2007 se obtuvo de EARTHDATA de la NASA en la interface Discover Earth Science Data (<https://search.earthdata.nasa.gov/>)

La imagen SPOT del año 2015 se la obtuvo en el Gobierno Provincial de Imbabura (GPI)

Se procuró que las imágenes antes mencionadas presentaran el menor porcentaje de cobertura nubosa dentro del área de estudio con el fin de que los resultados a obtener sean lo más confiable posibles.

### 3.6.1.2. Tratamiento básico de las imágenes satelitales con el software ArcMap 10.3

Mediante la herramienta Image Analysis del software ArcMap 10.3 se procedió a realizar la unión de bandas multiespectrales.

Para las imágenes LANDSAT 8 y ASTER se procedió a realizar el corte de la imagen con el área de estudio, este proceso se lo realizó con la herramienta Extract by mask, mientras que para la imagen SPOT no fue necesario este proceso ya que la imagen que nos facilitaron era ya de la zona de estudio, es de hacer notar que las imágenes contaban con su respectiva Georeferenciación.

### 3.6.1.3. Clasificación de la Cobertura Vegetal

Los valores digitales para cada uno de los píxeles que conforman las imágenes satelitales no poseen ningún sentido en sí mismos, ya que deben ser interpretados de forma grupal, lo que quiere decir que se deberán transformar finalmente en categorías que permitan la comprensión e interpretación del área estudiada. En vista que la resolución espacial de los sensores LANDSAT correspondientes a la imagen del año 2000 es de 30

metros y la imagen ASTER del año 2007 es de 15 metros, dificulta una discriminación detallada, se decidió agrupar en categorías fácilmente identificables tanto en la imagen como para la verificación de campo, mientras que para la imagen SPOT la resolución es de 1,5 metros en donde se puede identificar con mayor facilidad los detalles hacer analizados.

Para esta investigación se utilizó la clasificación nivel I (Tabla 4) propuesta por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), donde se considera la cobertura de Otras Tierras a todas las zonas que no poseen Cobertura Vegetal o a su vez a los glaciares.

Tabla 4  
Clasificación Cobertura Vegetal

NIVEL I
Sin información
Cuerpos de agua
Zona antrópica
Tierra agropecuaria
Otras tierras
Bosques
Vegetación arbustiva y herbácea

Fuente: Línea Base de Deforestación del Ecuador Continental  
Elaborado por: El Autor

### 3.6.1.3.1. Clasificación de las imágenes satelitales

Para las tres imágenes se realizó la clasificación supervisada, para ello debemos de tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Porcentaje y contenido de nubes del área de estudio
- ✓ Determinar los datos contenidos en las imágenes así como su calidad
- ✓ Uso adecuado de la combinación de bandas multiespectrales

La clasificación implica categorizar una imagen multibanda en términos estadísticos, esto supone reducir la escala de medida de una variable continua (niveles digitales), a una escala nominal o categórica. La imagen multibanda se convierte en otra imagen en donde los números digitales que definen cada píxel no tienen relación con la radiancia detectada, sino se trata de una etiqueta que identifica la categoría asignada a ese píxel (Chuvieco, 1996).

Para identificar las diferentes Coberturas Vegetales se utilizó una combinación de bandas en especial la 4,3,2 que es la que nos permite visualizar de mejor manera los

diferentes estratos de la vegetación, cabe mencionar que existen más combinaciones como las que se muestran a continuación (Tabla 5).

Tabla 5  
Combinación de 3 Bandas

<b>COLOR</b>	<b>COMBINACIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Color real	LANDSAT: 3,2,1 ASTER: no aplica SPOT: 3,2,1	Presenta tal y como los ve el ojo humano, ideal para estudios de aguas poco profundas
Infrarroja estándar	LANDSAT: 4,3,2 ASTER: 3,2,1 SPOT: 4,3,2	Muy utilizada para estudios de vegetación, suelos, y drenajes
Falso color	LANDSAT: 4,5,3 ASTER: 3,4,2 SPOT: 4,5,3	Usada para estudios de humedad, condiciones del suelo y su vegetación
Falso color	LANDSAT: 7,5,3 ASTER: 7,4,2 SPOT: 7,5,3	Útiles para obtener imágenes de color casi real
Falso color	LANDSAT: 4,5,1 ASTER: no aplica SPOT: 4,5,1	Utilizada para el estudio de la vegetación y aguas poco profundas, no es buena combinación para mapeo urbano
Falso color	LANDSAT: 5,4,3 ASTER: 4,3,2 SPOT: 5,4,3	Esta combinación es útil para estudios de vegetación y es muy utilizada en el sector maderero para manejo de pestes
Falso color	LANDSAT: 5,4,1 ASTER: no aplica SPOT: 5,4,1	Muy utilizada para estudios en el sector agrícola

Fuente: [www.imagenessatelitales.net](http://www.imagenessatelitales.net)  
Elaborado por: El Autor

### **3.6.1.3.2. Agrupación de los píxeles de la imagen por categorías (fase de asignación)**

La selección de muestras se realizó con el método de “Polígonos definidos por el usuario”. Este método se basa en el reconocimiento de patrones en la respuesta espectral de los píxeles, posteriormente se dibuja un polígono el cual se usa para crear la firma espectral. Para ello se usó la herramienta Draw polygon que se encuentra en la opción Classification.

Después que las firmas son definidas, se ordenan los píxeles de la imagen en clases basadas en las firmas esto se lo realizó con la herramienta de Training Sample Manager para uso de una regla de decisión de clasificación. La regla de decisión es un algoritmo

matemático que, usando los datos contenidos en la firma, realiza el ordenamiento real de los píxeles en distintos valores de clase.

Finalmente ya determinadas las diferentes categorías de cobertura vegetal en las imágenes satelitales, se procede a usar la herramienta Maximum Likelihood Classification para que de esta manera proceda el programa analizar las firmas espectrales y genere la imagen raster, esta imagen hay que transformarla en archivo shp para calcular su área y así realizar un eliminate de los polígonos que no tienen mayor significancia. (Gráfico 4)

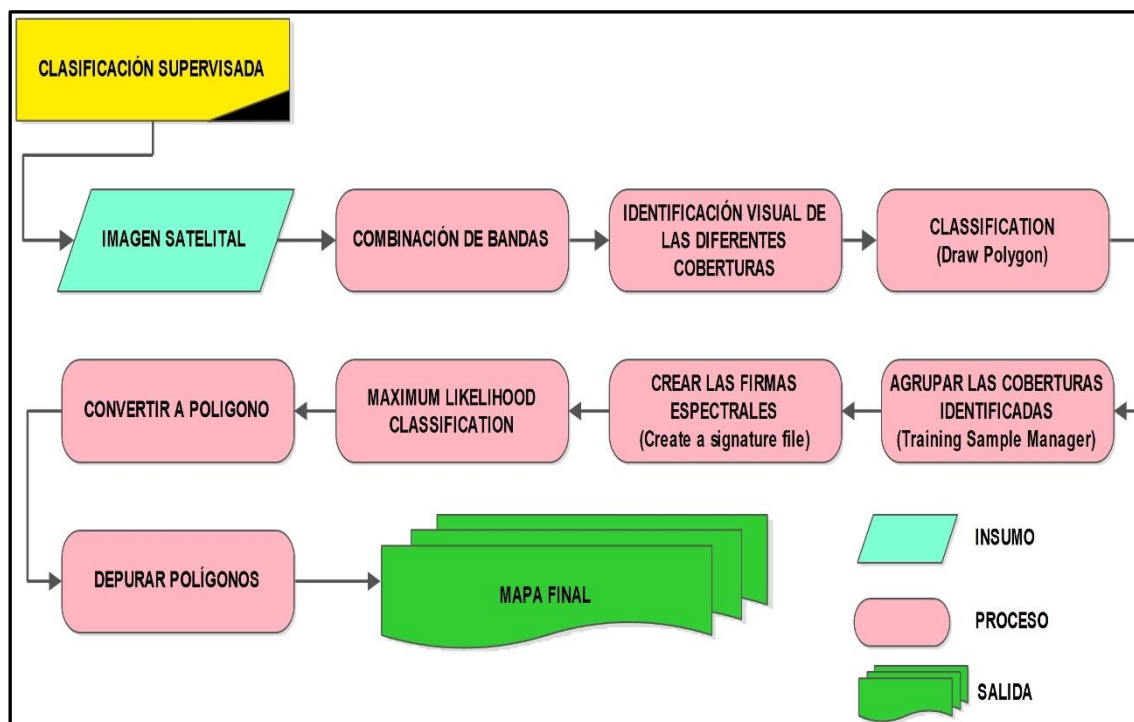


Gráfico 4. Modelo de clasificación supervisada. Elaborado por: El Autor

### 3.6.1.4. Elaboración del mapa de Cobertura Vegetal y análisis multitemporal de las imágenes satelitales.

Ya con el archivo depurado calculada la superficie y determinadas las diferentes zonas de Cobertura Vegetal se procede a elaborar los mapas y analizar los resultados obtenidos (Gráfico 5), con el fin de determinar los cambios de cobertura que se han producido en el cantón San Miguel de Urcuquí durante los años 2000, 2007 y 2015. (Anexo 2, Mapas 14, 15, 16, 17)

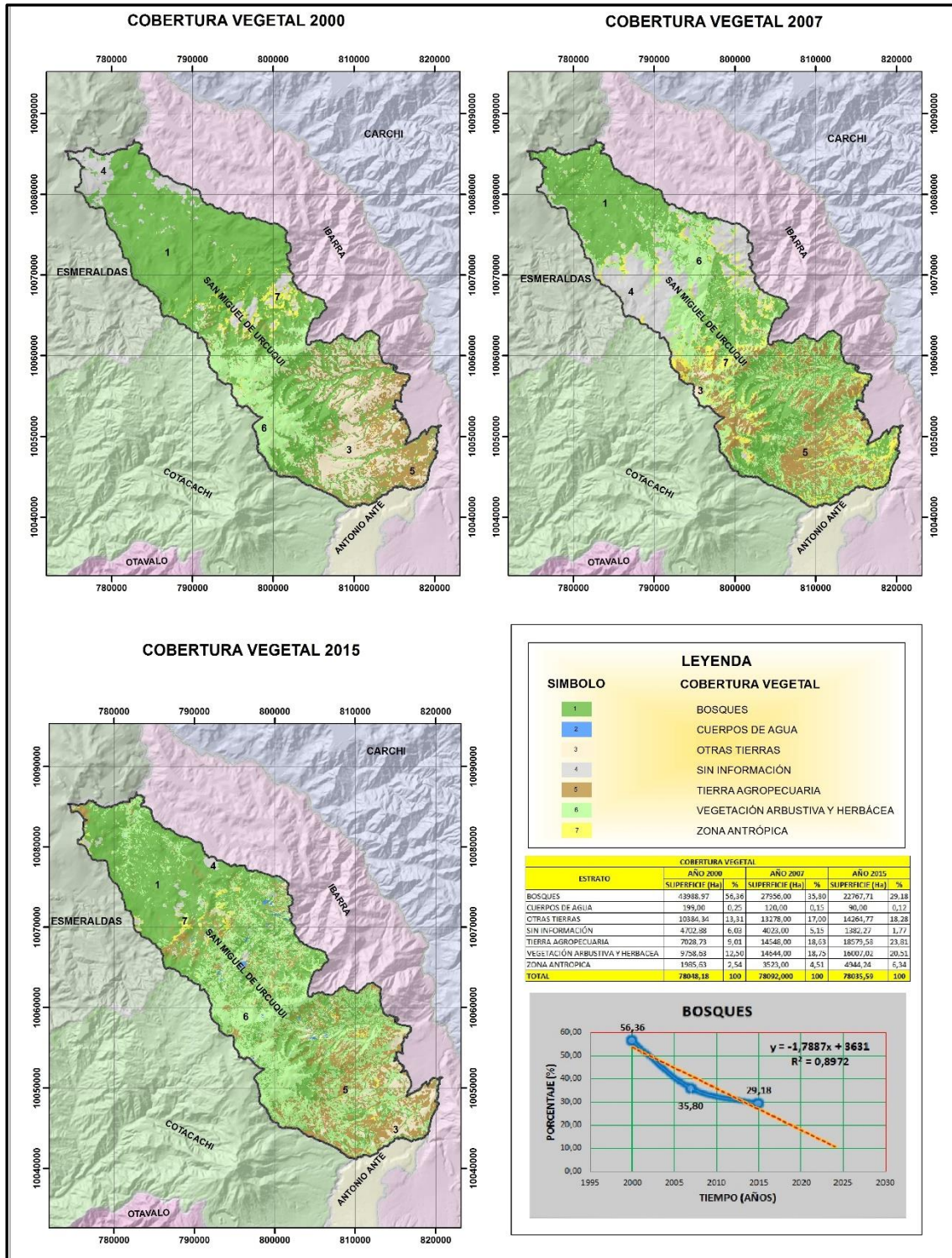


Gráfico 5. Cobertura Vegetal 2000-2015. Elaborado por: El Autor

Existen varias investigaciones nacionales e internacionales sobre el análisis multitemporal, entre las que destacan los siguientes: Olga Hernández en octubre del 2012 realiza un análisis multitemporal de la cobertura vegetal en Honduras. Análisis multitemporal del uso del suelo y cobertura vegetal en la Subcuenca del río Andino en

Colombia por Jairo Grande en el 2015. Con similar título que el anterior caso Eslid Guerra realiza un estudio multitemporal en la cuenca del río Grande en Bolivia.

Entre las investigaciones realizadas en el país (Ecuador), se encuentran estudios de análisis multitemporal en el Nor-Oriente del Ecuador presentado por The Nature Conservancy en el 2009. De igual manera en el centro y sur oriente de la Amazonia Ecuatoriana realizada por GeoPlades (Geografía, Planificación y Desarrollo) en el 2010. Detección de cambios de uso de la tierra a través del análisis multitemporal en el cantón Daule por Fernando Bedón y Santiago Pinto.

La metodología usada en las investigaciones mencionadas anteriormente son similares casi en su totalidad, la diferencia radica en la clasificación de cobertura vegetal usada, autores como Hernández usa la clasificación propuesta por la Naciones Unidas (UNESCO), The Nature Conservancy usa la clasificación propuesta por Nature Serve. Mientras que GeoPlades utiliza para sus investigaciones la clasificación propuesta por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), cada una de ellas tiene alguna similitud en sus coberturas vegetales unas con más estratos que otras, en función de ello y revisando dicha bibliografía, para la presente investigación se propuso usar la clasificación del MAE, ya que esta contiene todas las coberturas propuesta por los demás métodos.

De igual manera las imágenes satelitales dependen del año que se van analizar las coberturas, mencionan dichos autores que en lo posible hay que seleccionar imágenes con el menor porcentaje de nubes, es por ello que las imágenes más usadas son: Landsat, Aster y Spot; que para nuestro caso particular son las que se usaron para la investigación.

Finalmente el método más usado para determinar los cambios en la cobertura vegetal es la clasificación supervisada, ya que se indica en las investigaciones antes mencionadas que este método permite al usuario o investigador determinar la cobertura vegetal con una alta probabilidad de coincidencia, logrando de esta manera una validación aceptable de este método.

### **3.6.2. Elaboración de la cartografía base y temática**

A continuación se detalla el proceso para la elaboración de la cartografía base y temática.

- a) En la cartografía temática se analizó los siguientes parámetros:
- ✓ Archivos shapefile de precipitación, temperatura, suelos, cobertura vegetal, geología, hidrología, geomorfología, tectónico.
  - ✓ Elaboración del algebra de mapas para cada uno de los riesgos (inundación, erosión y deslizamiento).
  - ✓ Conversión de archivos raster a shapefile y viceversa
- b) Se procedió a georeferenciar los elementos esenciales para realizar la cartografía temática con los niveles de vulnerabilidad respectivos
- c) Se determinó los niveles de vulnerabilidad a riesgos de los elementos esenciales en base a la metodología propuesta para cada modelo.
- d) Se determinó las áreas del cantón expuestas a riesgos de: Inundación, Deslizamientos y Erosión, en base a la elaboración de la cartografía temática.

### **3.6.3. Algebra de mapas de vulnerabilidad a Inundación, Erosión y Deslizamientos**

Para ello la información debe de estar en formato raster con el fin de aplicar la herramienta raster calculator para que así se pueda sobreponer los archivos que serán usados para determinar cada uno de los modelos como lo muestra el Cuadro 9.

- M1 Mapa de Ubicación
- M2 Mapa Base
- M3 Mapa de Pendientes
- M4 Mapa de Precipitación
- M5 Mapa Geológico
- M6 Mapa Geomorfológico
- M7 Mapa de Textura (suelos)
- M8 Mapa de Drenaje (suelos)
- M9 Mapa Hídrico
- M10 Mapa de Profundidad (suelos)
- M11 Mapa de Cobertura vegetal
- M12 Mapa Tectónico



Cuadro 9

Combinación de mapas temáticos

<b>Mapa de Inundación</b>	M3+M4+M6+M7+M8+M9+M10+M12
<b>Mapa de Erosión</b>	M3+M5+M6+M7+M10+M11+M12
<b>Mapa de Deslizamiento</b>	M3+ M4+M5+M6+M7+M8+M9+M10+M11+M12

Elaborado por: El Autor

Se puede apreciar en el cuadro 9 la combinación o el cruce necesario de mapas para determinar cada uno de los riesgos mencionados anteriormente. Cabe indicar que para realizar la combinación de cada uno de los mapas y generar el mapa final ya sea este de inundación, erosión y deslizamientos se analizaron e investigaron varios estudios realizados entre los que destaca el estudio de Influencia de la pérdida de cobertura vegetal en la vulnerabilidad de riesgos en el cantón Esmeraldas realizado por Marcelo Ponce en el 2015, dicho estudio determino la base principal para nuestra investigación ya que este usa la metodología propuesta por la Secretaria Nacional de Riesgos, Institución Nacional que se encarga de la prevención y mitigación de los mismos y el Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo. El cual sirvió de guía para determinar las combinaciones que se menciona en el cuadro 9.

### 3.6.4. Metodología Cartográfica

A continuación se detalla el mecanismo de trabajo utilizado en el Sistema de Información Geográfica (SIG).

#### 3.6.4.1. Mecanismo de trabajo en el Sistema de Información Geográfica

En el Cuadro 10 se menciona el tipo de proyección y más datos adicionales de la zona de estudio.

Cuadro 10

Parámetros de trabajo de SIG

<b>PROYECCIÓN</b>	UTM Zona 17 sur “Universal Transversa de Mercator”
<b>DATUM HORIZONTAL</b>	WGS 84 “World Geodetic System de 1884”
<b>FUENTE</b>	Instituto Geográfico Militar (IGM) 1:50 000 Instituto Ecuatoriano Espacial (IEE) 1:25 000

Elaborado por: El Autor

### 3.6.5. Metodología para determinar los riesgos de Inundación, Erosión y Deslizamientos

La metodología aplicada para generar y determinar los mapas de: Inundación, Erosión y Deslizamiento consiste en proporcionar valores o “pesos” a cada una de las variables utilizadas para cada modelo (archivo shapefile), luego de determinar o ponderar estas variables se aplica la función raster calculator con el fin de generar los mapas, cabe mencionar que para ello los archivos deben de estar en formato raster.

Dependiendo de los niveles de riesgo se utilizó una coloración para expresar el nivel de cada amenaza (Cuadro 11) donde se considera que el color rojo es para identificar una amenaza alta, naranja media y amarillo baja.

Cuadro 11  
Niveles de riesgo

	ALTA	MEDIA	BAJA
<b>AMENAZA DE RIESGO</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Elaborado por: El Autor

#### 3.6.5.1. Mapa de Pendientes

Una pendiente es un declive del terreno y la inclinación, respecto a la horizontal, de una vertiente. (Ponce, 2015) En el Cuadro 12 se puede apreciar la clasificación de las pendientes usadas para esta investigación. La generación del Mapa de Pendientes se lo realiza a partir del modelo digital de elevación (MDE) 50x50 (Gráfico 6), el archivo que se obtuvo fue un raster al que se reclasifico, para finalmente transformarlo a shapefile con el fin de generar el mapa final (Anexo 2, Mapa 4).

Cuadro 12  
Morfología pendiente

PORCENTAJE	PENDIENTE
0 - 5%	Plana
5 - 12%	Suavemente inclinada
12 - 25%	Fuertemente inclinada
25 - 50%	Montañosa
50 - 70%	Muy montañosa
> 70%	Escarpada

Elaborado por: El Autor

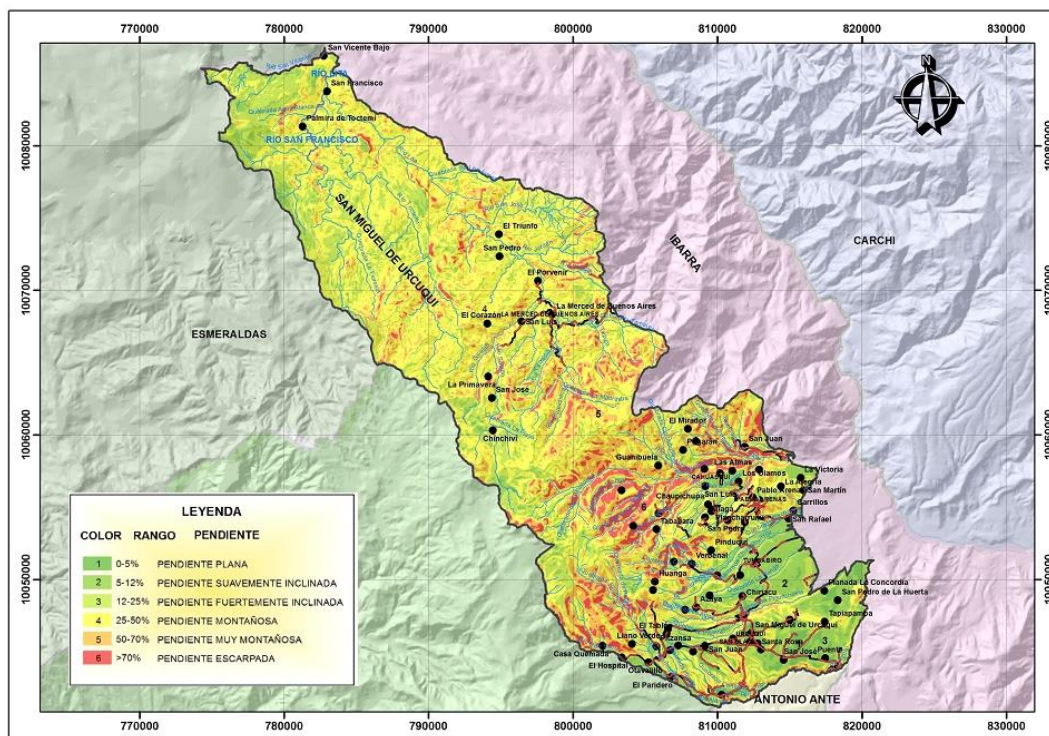


Gráfico 6. Mapa de Pendientes. Elaborado por: El Autor

### 3.6.5.2. Estaciones Meteorológicas

En el Cuadro 13 se muestra las estaciones más cercanas a la zona de estudio y de las cuales se consigue la información necesaria para desarrollar los Mapas de Isoyetas e Isotermas. (Anexo 2, Mapas 5 y 6).

Cuadro 13  
Estaciones meteorológicas consideradas

CÓDIGO	ESTACIONES	COORDENADAS		ALTITUD (msnm)	TIPO	PERIODO
		X	Y			
M554	ALTO TAMBO	776554	10095423	750		1965-1992
M106	LITA	784040	10096289	720	CO	1965-2012
M562	RÍO BLANCO INECEL	803200	10084222	950	PG	1979-1992
M309	SAN JUAN DE LACHAS-RÍO BLANCO	805398	10083178	950	PV	1975-1995
M693	BUENO AIRES-IMBABURA	798598	10069404	2200	PG	1982-1993
M312	PABLO ARENAS	812499	10055578	2340	PV	1965-2013
M301	FFCC CARCHI	819240	10067509	2275	PV	1965-2013
M104	MIRA-FAO GRANJA LA PORTADA	830633	10050720	2275	CO	1969-2013
M314	AMBUQUI	833116	10046363	1880	PV	1965-2013
M315	PIMAMPIRO	841784	10042923	2090	PV	1965-2013

CÓDIGO	ESTACIONES	COORDENADAS		ALTITUD (msnm)	TIPO	PERIODO
		X	Y			
M053	IBARRA AEROPUERTO	822843	10036891	2214	AR	1973-2016
M021	ATUNTAQUI	809319	10036241	2200	CP	1965-2013
M328	HDA LA MARÍA-ANEXAS	806130	10040575	2600	PV	1971-2013
M909	GUALSAQUI	788493	10035498	2710		1985-2013
M318	APUELA-INTAG	776765	10039275	1620	PV	1965-2013
M317	COTACACHI-HCDA ESTHER	804058	10033750	2410	PV	1965-2013
M154	CAYAPAS	726785	10094871	55	CO	1965-2013
M550	VICHE	773659	10072680	50		1965-1979
M085	SALINAS-IMBABURA INERHI	817453	10051246	1730	CP	1971-2000
M102	EL ANGEL	840100	10068504	3000	CO	1965-2013
M105	OTAVALO	805051	10026312	2556	CO	1965-2013

Dónde: AR=Aeronáutica, CO=Climatología Ordinaria, CP=Climatología Principal, PV=Pluviométrica, PG=Pluviográfica.  
Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)  
Elaborado por: El Autor

Con los datos meteorológicos de las estaciones que constan en el cuadro 13 se procedió a realizar los Mapas de Isoyetas e Isotermas.

### 3.6.5.2.1. Mapa de Isoyetas

Las Isoyetas son líneas curvas que unen puntos que presentan las mismas precipitaciones en un plano cartográfico. En el Cuadro 14 se presenta las estaciones que influyeron para realizar dicho mapa.

Cuadro 14  
Precipitación media mensual en mm

COD	ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC	MED
M021	Atuntaqui	52,8	64,8	89,1	116,0	77,8	38,4	15,7	16,7	35,7	68,1	70,6	67,1	59,4
M053	Aeropuerto	37,7	47,2	76,8	95,6	78,9	36,1	18,2	13,6	34,6	66,6	67,9	55,9	52,5
M085	Salinas- INERHI	42,6	53,9	60,3	68,3	35,7	11,3	10,9	14,6	19,8	53,2	53,8	61,5	40,5
M102	El Ángel	90,5	92,7	108,6	103,5	65,1	37,9	29,5	24,9	41,3	95,4	124,0	112,5	77,2
M104	Mira- FAO	47,6	59,9	60,5	71,0	58,0	20,7	12,1	13,2	24,0	65,1	68,4	70,4	47,6
M105	Otavalo	64,3	67,9	126,8	135,1	99,5	43,0	15,5	11,5	40,8	87,6	95,2	83,3	72,6
M106	Lita	313,4	322,0	315,0	423,8	325,1	187,3	126,0	128,8	195,5	325,7	288,7	316,4	272,4
M154	Cayapas	413,7	355,8	408,6	430,1	432,2	315,5	327,8	166,4	220,1	188,6	127,9	211,6	292,4
M301	FFCCMIRA	58,4	54,5	58,3	67,5	42,2	17,8	9,8	8,0	26,7	57,1	71,7	65,1	44,8
M309	San Juan de Lachas	141,3	204,0	205,1	182,8	138,8	48,2	27,8	31,1	73,1	146,3	127,2	212,2	128,2
M312	Pablo Arenas	80,3	82,1	93,7	95,8	57,4	22,4	12,8	10,4	31,8	80,3	102,8	96,2	63,9
M314	Ambuqui	28,9	41,5	61,0	64,9	43,4	22,6	16,0	14,3	27,1	54,2	50,3	44,8	39,1
M315	Pimampiro	41,5	46,6	59,0	72,7	51,5	34,2	30,3	22,5	29,3	54,3	59,8	51,1	46,1

COD	ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC	MED
M317	Hda Esthercita	98,7	113,2	178,0	186,3	144,5	62,2	39,8	34,7	75,2	124,9	145,8	114,5	109,9
M318	Apuela-Intag	208,1	217,4	229,8	248,0	138,5	50,3	25,5	22,2	59,7	110,2	131,6	155,4	133,1
M328	Leticia	105,0	113,0	135,5	154,4	83,0	29,2	23,6	26,5	60,2	98,5	112,8	115,6	88,1
M550	Viche	299,5	224,2	233,3	239,3	190,5	197,9	116,7	64,5	102,2	81,2	57,6	125,8	161,3
M554	Alto Tambo	571,3	689,0	505,2	606,2	685,1	444,0	354,5	313,4	371,8	532,2	545,5	567,2	515,2
M562	Río Blanco	161,8	206,7	159,3	195,1	184,4	47,9	33,5	51,7	103,3	168,7	161,0	152,3	135,5
M596	Cachaco	234,9	261,1	189,5	261,4	222,7	133,6	74,3	87,1	173,4	223,3	303,2	273,9	203,3
M693	Buenos Aires	172,4	231,8	287,0	342,5	178,6	85,7	58,8	35,1	95,4	177,3	169,0	213,0	170,6
M909	Gualaquí	96,36	106,8	140,0	153,9	103,7	47,7	23,0	17,8	54,7	105,3	120,0	122,1	91,0

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)  
Elaborado por: El Autor

Cabe recalcar que toda la información de las estaciones meteorológicas fue adquirida en el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), con todos estos datos se procedió a realizar la interpolación geostatística de las precipitaciones en el software ArcGis 10.3 (Gráfico 7), con el fin de obtener el Mapa de Isoyetas (Anexo 2, Mapa 5).

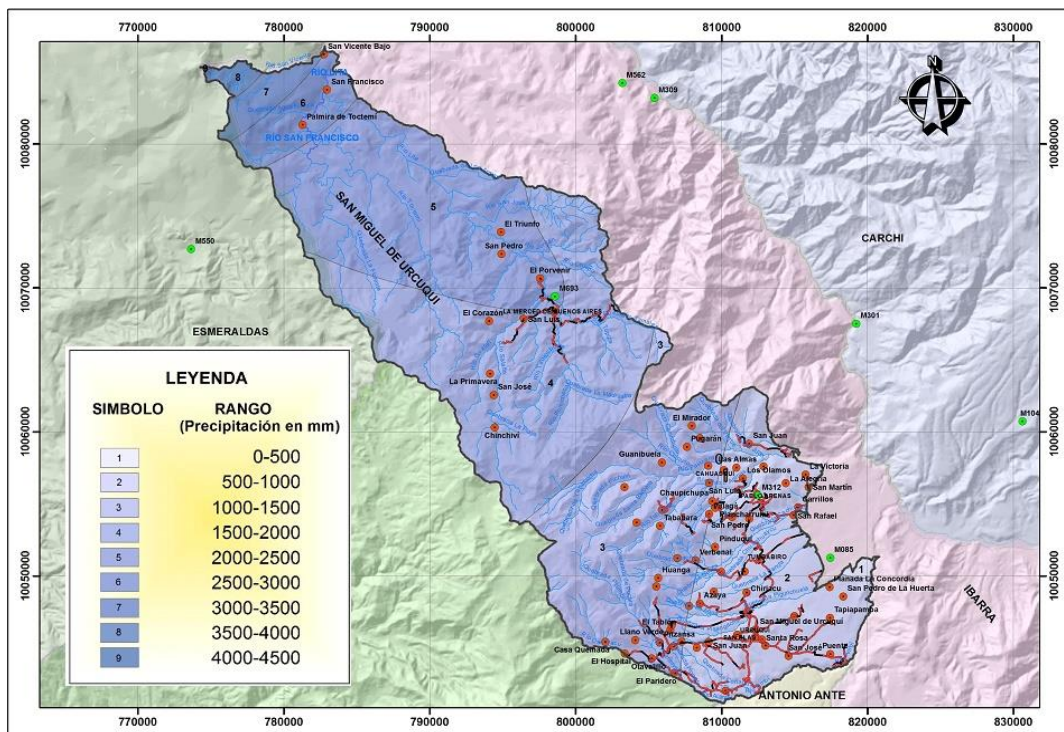


Gráfico 7. Mapa de Isoyetas. Elaborado por: El Autor

### 3.6.5.2.2. Mapa de Isotermas

Las isothermas son líneas curvas que unen los puntos en un mapa, que presentan las mismas temperaturas en la unidad de tiempo considerada. Así, para una misma área, se

pueden diseñar un gran número de mapas con isotermas. En el Cuadro 15 se presenta las estaciones que influyeron para realizar dicho mapa.

Cuadro 15  
Temperatura media mensual en °C

COD	ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MED
M021	Atuntaquí	15,23	15,33	15,55	15,61	15,64	15,58	15,52	15,63	15,71	15,53	15,43	15,37	15,51
M053	Aeropuerto	17,29	17,26	17,60	17,75	17,92	17,98	17,92	18,14	18,10	17,74	17,44	17,28	17,70
M085	Salinas- INERHI	19,06	19,08	19,63	19,78	19,86	19,95	20,03	19,89	19,91	19,78	19,59	19,44	19,67
M104	Mira-FAO	16,42	16,29	16,78	16,84	17,13	17,19	16,82	15,91	17,08	16,79	16,56	16,41	16,69
M106	Lita	22,82	23,0	23,23	23,34	23,21	23,04	22,94	21,83	22,85	22,79	22,68	22,77	22,87
M107	Cahuasquí	16,34	16,35	16,56	16,74	16,90	16,92	16,61	16,90	17,09	16,80	16,55	16,44	16,68
M154	Cayapas	25,92	26,10	26,44	26,46	26,26	25,97	25,87	25,76	25,80	25,87	25,82	25,86	26,01
M105	Otavalo	14,6	14,6	14,7	14,8	14,9	14,5	12,7	14,5	14,5	13,4	13,3	14,9	14,29
M102	El Ángel	11,9	11,9	12,0	11,9	12,1	11,6	11,3	11,3	11,8	12,2	12,1	12,0	11,83

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)  
Elaborado por: El Autor

En el Gráfico 8 se muestra como con los datos de temperatura que constan en el cuadro antes mencionado se procede a interpolar los datos con el fin de determinar las isólinas y realizar en Mapa de Isotermas (Anexo 2, Mapa 6)

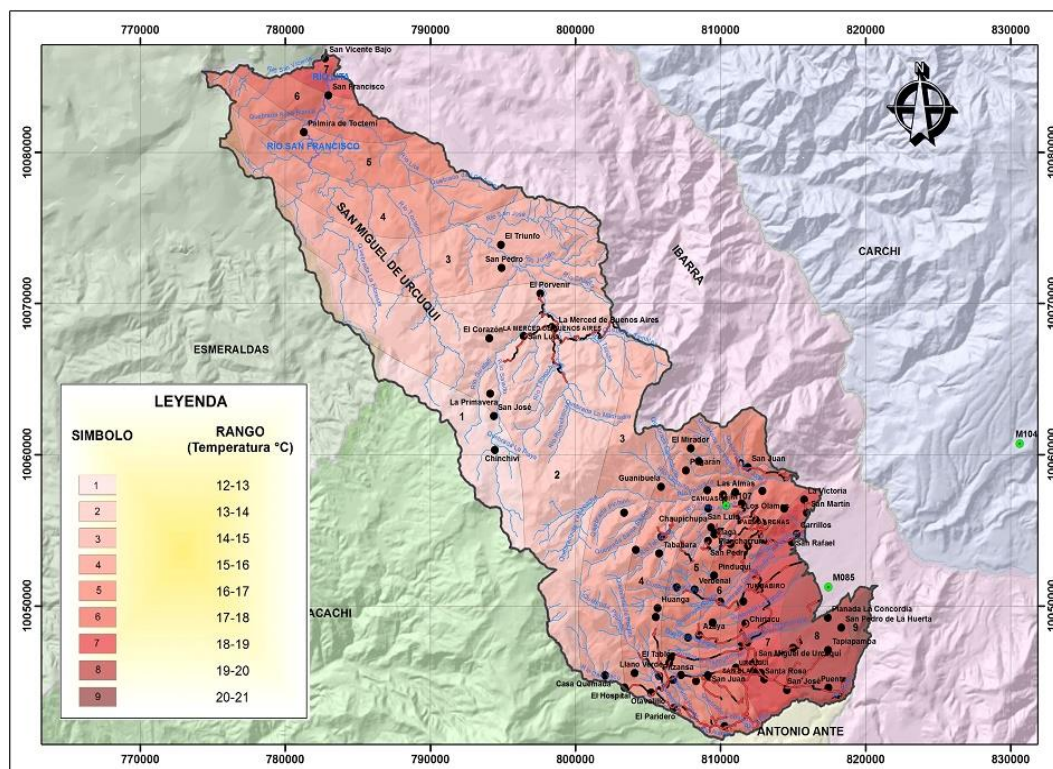


Gráfico 8. Mapa de Isotermas. Elaborado por: El Autor

### 3.6.5.3. Mapa Geológico

El factor geología es uno de los parámetros más importantes ya que está presente en todos los modelos que fueron objeto de este estudio, en él se puede conocer el tipo de roca y su influencia con la pendiente del terreno (Gráfico 9).

Las formaciones geológicas de la zona de estudio son las que se detallan en el Cuadro 16 y mediante el cual se realizó el Mapa Geológico (Anexo 2, Mapa 7)

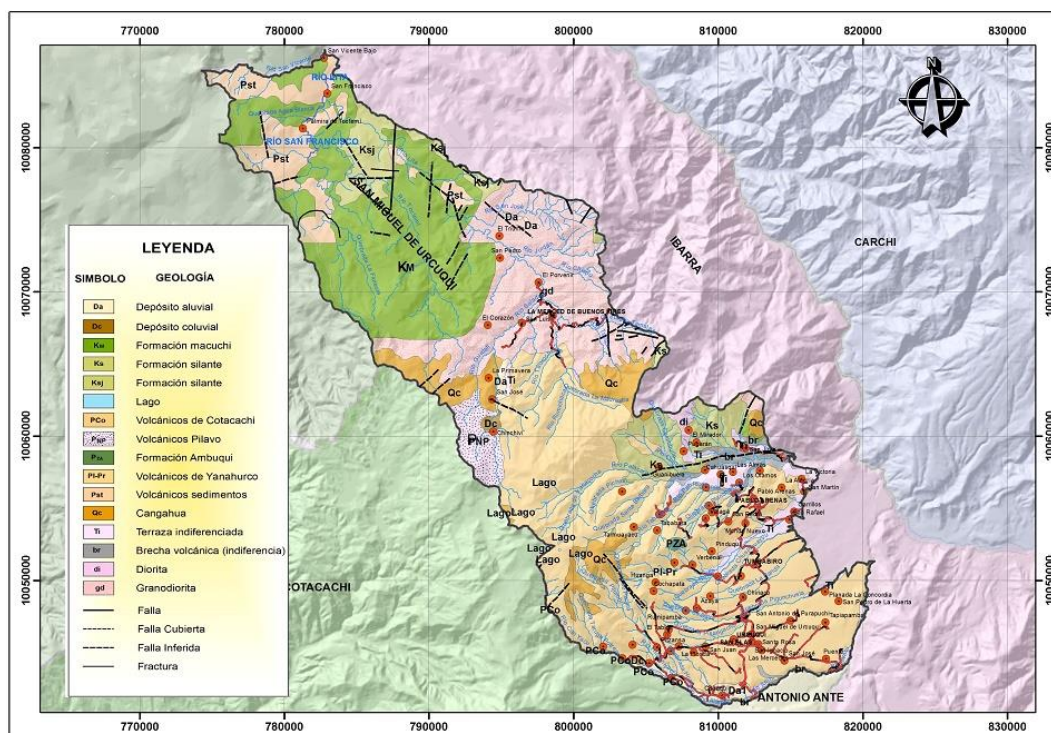


Gráfico 9 Mapa Geológico. Elaborado por: El Autor

Adicional a ello también se tomó en cuenta las fallas presentes en el cantón San Miguel de Urcuquí, entre ellas se encuentran las siguientes:

**a) Falla**

Es una fractura en la corteza terrestre a lo largo de la cual se mueven los bloques rocosos que son separados por ella.

**b) Falla cubierta**

Son aquellas que se encuentran cubiertas por coladas de lava o bien sedimentos quedando enterradas las fracturas: es entonces que se le llaman fallas “ciegas” u “ocultas”

### c) Fractura

También llamada litoclasa, es una grieta o discontinuidad del terreno producida por fuerzas tectónicas. Se forman cuando se supera la resistencia mecánica del terreno a la deformación (plegamiento) y se rompe.

Cuadro 16  
Formaciones Geológicas

ERA	PERIODO	EPOCA	FORMACIÓN	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	
<b>CENOZOICO</b>	<b>CUATERNARIO</b>	Holoceno	Depósito aluvial	Da	Areniscas y conglomerados	
			Terraza indiferenciada	Ti	Areniscas y conglomerados	
			Depósito coluvial	Dc	Areniscas y conglomerados Piroclastos, sedimentos	
		Pleistoceno		Brecha volcánica	br	tobáceos
				Volcánicos del Imbabura	Plm	Andesitas piroxénicas porfirítica
				Volcánicos del Negro Puno	PNP	Andesitas piroxénicas
				Volcánicos del Chuquirahuas	Pcq	Productos piroclásticos, lavas
				Volcánicos del Cotacachi	Pco	Brechas laharíticas y piroclásticos
				Volcánicos del Yanahurco	Pl-Pr	Lavas andesíticas, brechas volcánicas y productos piroclásticos
	<b>TERCIARIO</b>	Plioceno	Cangagua	Qc	Ceniza volcánica indiferenciada	
			Volcánicos del Pumamaqui	PIM	Brechas volcánicas, lavas andesíticas	
			Volcánicos del Angochagua	PIAn	Lavas, tobas, areniscas, brechas y conglomerados volcánicos	
			Grupo Chota	Tch	Conglomerados, areniscas, lutitas, tobas	
			Formación Silante	Ks	Conglomerados volcánicos, areniscas,	
			Formación Macuchi	KM	lutitas y lavas andesíticas Metapelitas y metabásicas intercaladas	
<b>MESOZOICO</b>	<b>CRETACICO</b>	Cretaceo	Formación Macuchi	KM	Metapelitas y metabásicas intercaladas	
			Formación Ambuqui	PZA	Filitas grafiticas y cuarcitas	

Elaborado por: El Autor

#### 3.6.5.4. Mapa Geomorfológico

Uno de los parámetros fundamentales para la elaboración de riesgos constituye las formas de relieve, que son el resultado de la interacción de procesos endógenos, relacionados con la edificación de las cordilleras y procesos exógenos que son los que tienen que ver con la influencia del clima, formación de suelos, vegetación y en general con la dinámica que se desarrolla en las laderas de los relieves colinados o montañosos (PDOT Urcuquí, 2011).



De acuerdo a las formaciones geomorfológicas que para nuestro caso existen las siguientes: relieve escarpado, relieve montañoso y valles (Gráfico 10), se procedió a dar valores, dependiendo el riesgo a ser analizado se ponderaron los valores para la elaboración del mapa. (Anexo 2, Mapa 8)

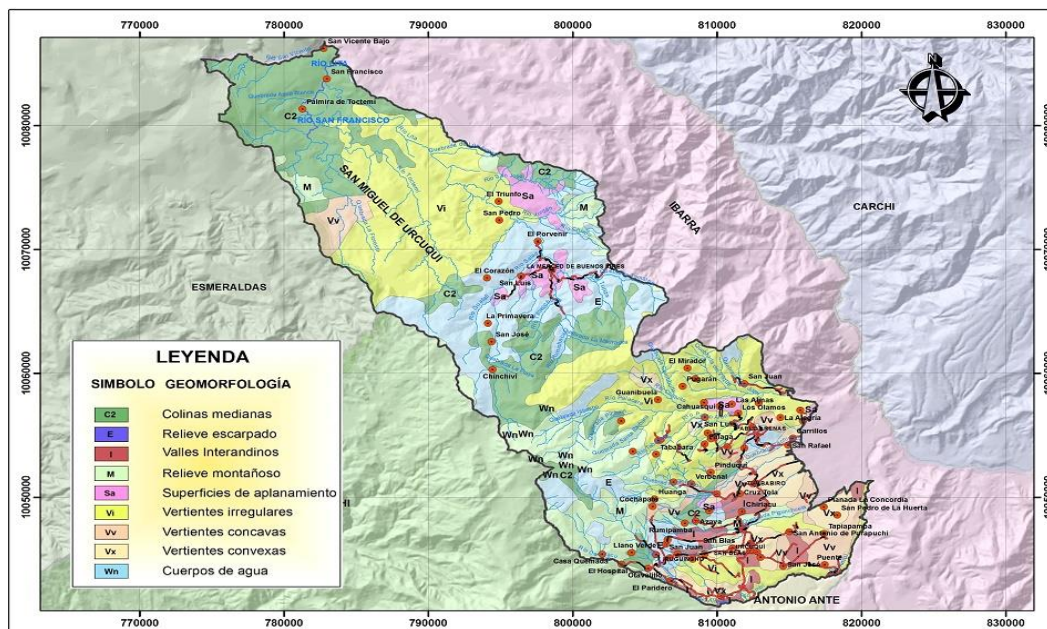


Gráfico 10 Mapa Geomorfológico. Elaborado por: El Autor

### 3.6.5.5. Mapa de Cobertura Vegetal

De igual manera que los archivos de suelos, la base de datos de Cobertura Vegetal son a escala 1:25 000 donde existe un mayor detalle de apreciación para la investigación realizada (Gráfico 11).

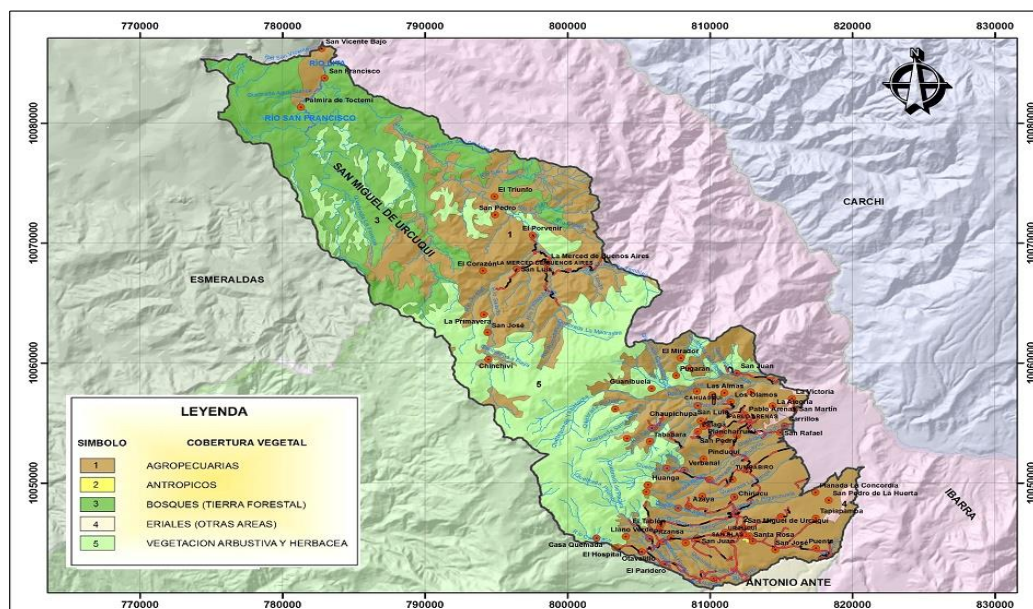


Gráfico 11 Mapa de Cobertura Vegetal. Elaborado por: El Autor

Es de hacer notar que en la tabla de atributos de los mapas de geomorfología, hidrología, suelos se encuentra textura, drenaje, profundidad, cobertura vegetal entre otros (Anexo 2, Mapa 9)

### 3.6.5.6. Mapa de Suelos

La información obtenida del archivo de suelos fue a escala 1:25 000, donde los datos allí presentes son muy confiables, de estos archivos se utilizó los archivos de textura, drenaje y profundidad (Gráfico 12) para la elaboración de los riesgos a inundación, erosión y Deslizamientos con sus respectivas ponderaciones como se lo verá más adelante (Anexo 2, Mapa 10).

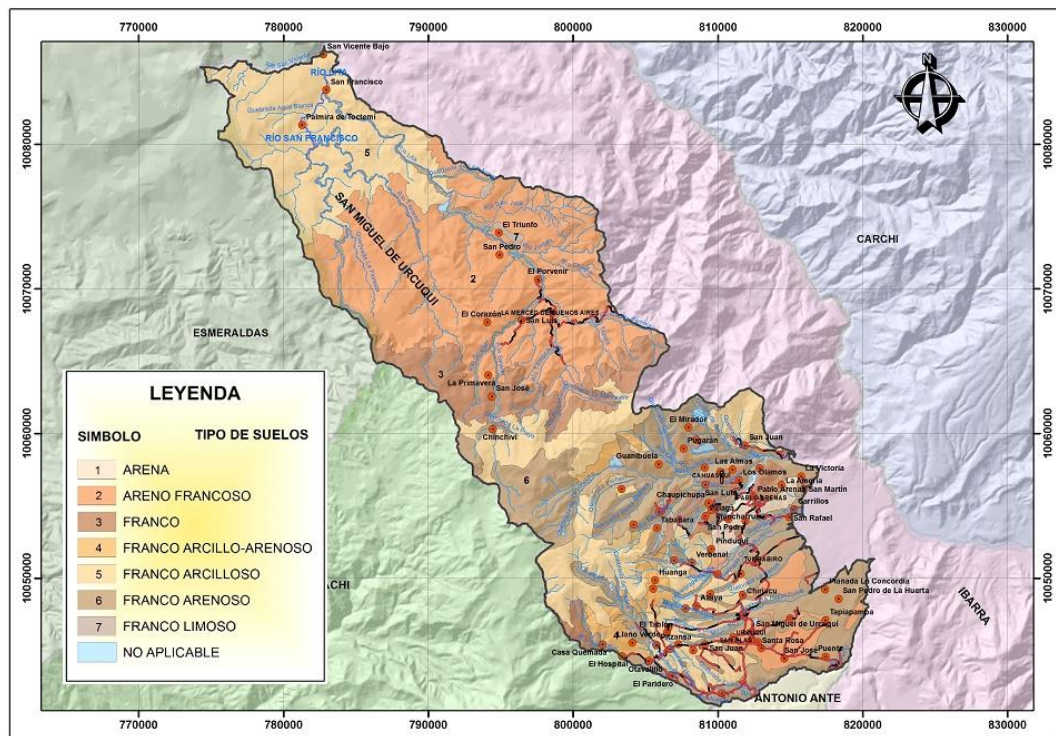


Gráfico 12 Mapa de Suelos. Elaborado por: El Autor

### 3.6.5.7. Mapa de Uso del Suelo

La escala para la elaboración de este mapa fue de 1:25 000, al igual que el de Suelos, en este mapa podemos visualizar los diferentes usos que se le da al recurso Suelo en el cantón San Miguel de Urcuquí como lo muestra el Gráfico 13 (Anexo 2, Mapa 11).

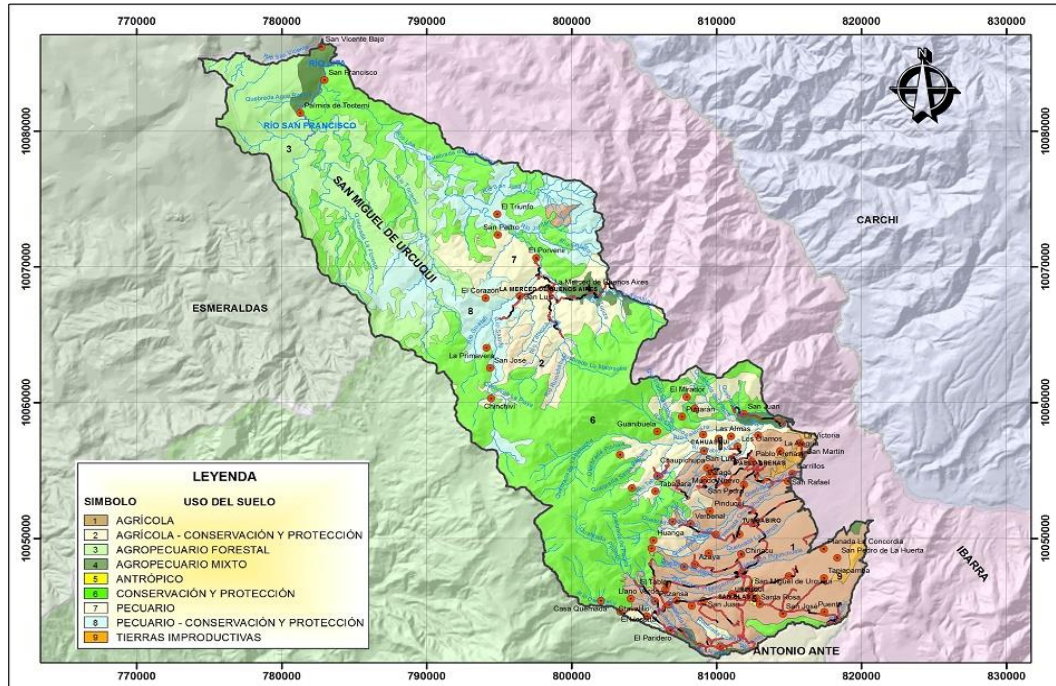


Gráfico 13 Mapa de Uso del Suelo. Elaborado por: El Autor

### 3.6.5.8. Mapa Hidrológico

Para la elaboración de este mapa se procedió a usar las redes fluviales que componen el cantón San Miguel de Urcuquí (Gráfico 14), luego se realizó un Buffer de 250m para determinar las zonas de mayor y menor influencia, considerando las áreas de mayor riesgo aquellas que están dentro del Buffer. (Anexo 2, Mapa 12)

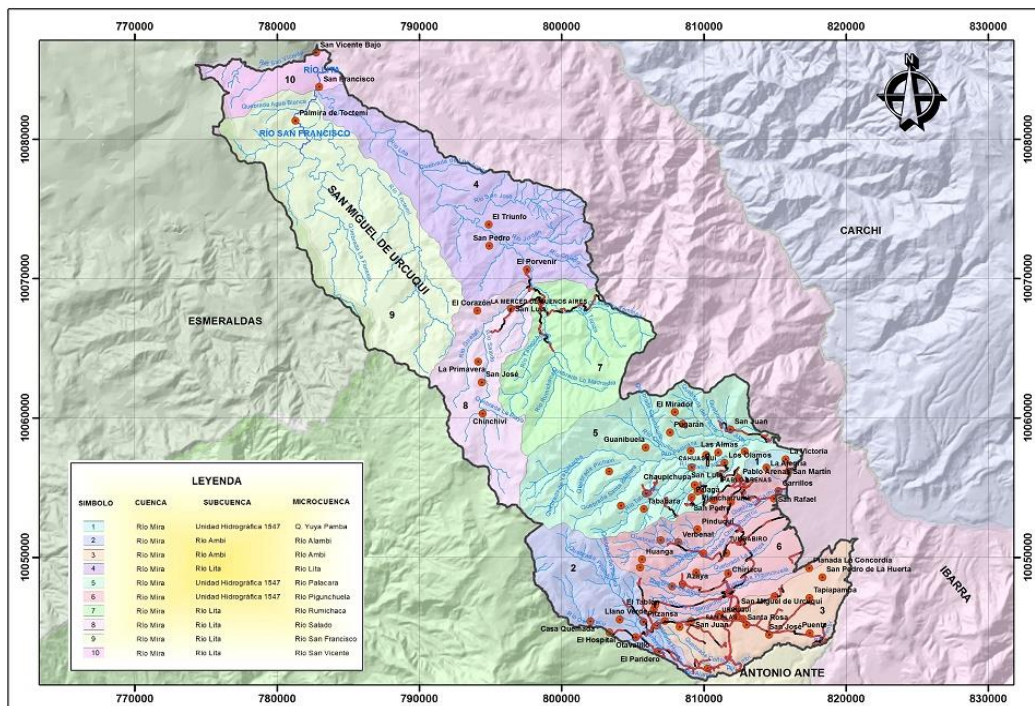


Gráfico 14 Mapa Hidrológico. Elaborado por: El Autor

### 3.6.5.9. Mapa de Inundaciones

Para la elaboración del Modelo a Inundación se procedió a realizar la siguiente combinación de mapas:

- M3 Mapa de Pendientes (\*shp)
- M4 Mapa de Precipitación (\*shp)
- M6 Mapa Geomorfológico (\*shp)
- M7 Mapa de Textura (\*shp)
- M8 Mapa de Drenaje (\*shp)
- M9 Mapa Hídrico (\*shp)
- M10 Mapa de Profundidad (Suelos)
- M12 Mapa Tectónico (\*shp)

Cabe indicar que cada uno de estos mapas antes de su combinación se les realizó un análisis para poder determinar los valores de riesgo y así ponderar de acuerdo al criterio técnico como lo muestra a continuación el Cuadro 17.

Cuadro 17  
Ponderación Inundación

<b>RIESGO/VULNERABILIDAD</b>	<b>ARCHIVO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PONDERACIÓN</b>	<b>AMENAZA</b>
<b>INUNDACIÓN</b>	Pendientes 25%	5, 12, 25%	1	Con amenaza
		50, 70, >70%	0	Sin amenaza
	Precipitación 25%	0-1500 mm	0	Sin amenaza
		1500-3500 mm	1	Con amenaza
	Geomorfología 15%	Relieve escarpado	0	Sin amenaza
		Relieve montañoso	0	Sin amenaza
		Valles	1	Con amenaza
	Textura 5%	Gruesa	0	Sin amenaza
		Moderadamente gruesa	0	Sin amenaza
		Media	1	Con amenaza
		Fina	1	Con amenaza
	Drenaje 5%	Bueno	0	Sin amenaza
		Moderado	0	Sin amenaza
		Excesivo	1	Con amenaza
	Hídrico 15%	Fuera del Buffer	0	Sin amenaza
		Buffer 250m	1	Con amenaza
Profundidad 5%	Profundo	0	Sin amenaza	
	Poco profundo	1	Con amenaza	
	Moderadamente profundo	1	Con amenaza	
	Superficial	1	Con amenaza	

	Muy superficial	1	Con amenaza
Tectónico 5%	Fuera del Buffer	0	Sin amenaza
	Buffer 250m	1	Con amenaza

Elaborado por: El Autor

Para ello, se deben expresar los factores o parámetros de análisis en diferentes mapas rasterizados y reclasificados, en función del peso asignado según su importancia. Posteriormente con Raster Calculator, herramientas de Spatial Analyst, a cada uno de los mapas se le atribuye un porcentaje cuya suma total equivale al 100%. En el Gráfico 15 se detalla el modelo que se aplicó para determinar el mapa de Inundación



Gráfico 15. Modelo de Inundación. Elaborado por: El Autor

Este método considera 8 variables, cada uno de ellos representados por un parámetro, valorado para nuestro caso en particular esta entre 0 a 1. Donde se considera Con amenaza y Sin amenaza respectivamente a cada uno de estos valores para finalmente los resultados obtenidos expresarlos en un mapa (Anexo 2, Mapa 18). Cada variable de análisis es afectada por un valor de ponderación o peso, repartido de acuerdo a su valoración. Posteriormente, para obtener el valor se suman los mapas (Gráficos 16).

$$\text{Inundación} = (\text{“precipitación”} * 0.25) + (\text{“pendiente”} * 0.25) + (\text{“geomorfología”} * 0.15) + (\text{“textura”} * 0.05) + (\text{“drenaje”} * 0.05) + (\text{“hídrico”} * 0.15) + (\text{“profundidad”} * 0.05) + (\text{“tectónico”} * 0.05)$$

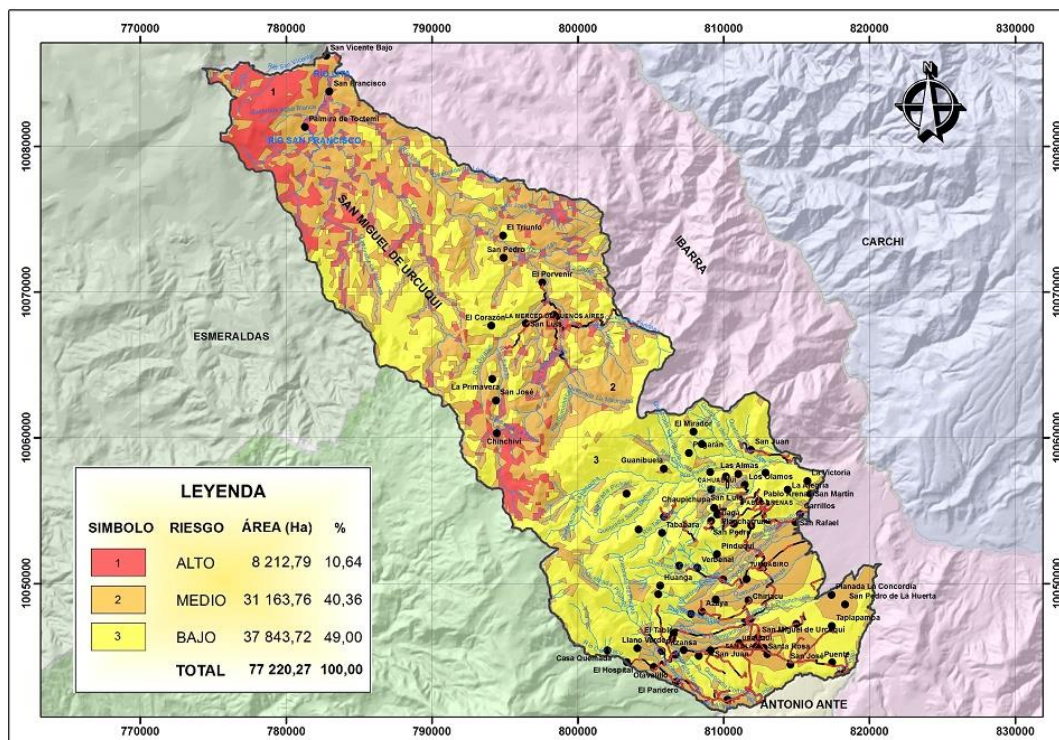


Gráfico 16. Mapa de Inundación. Elaborado por: El Autor

Investigaciones similares donde se elaboraron mapas de inundación como en el análisis de vulnerabilidad por riesgos naturales en áreas protegidas del Ecuador continental, menciona que para establecer los rangos de clasificación y determinar los valores o ponderaciones depende de su importancia e influencia y se basa en la realidad de la información local. Es decir que ésta ponderación depende bastante de un análisis de multicriterios.

Para la presente investigación se tomaron en cuenta como base para realizar las ponderaciones, investigaciones de Marcelo Ponce, Darío Arias quienes usan la metodología de la Secretaria de Gestión de Riesgos del Ecuador, donde dependiendo de la importancia de la variable se procedió a designarle un peso. Como por ejemplo las pendientes influyen directamente en un mapa de inundación, es por ello que el porcentaje de importancia para esta variable es alto en comparación de las demás. Finalmente cabe mencionar que el número de variables depende de la zona de estudio.

### 3.6.5.10. Mapa de Erosión

De igual manera que el mapa anterior, para la elaboración e identificación de riesgo a Erosión en el cantón San Miguel de Urquí se procedió a la combinación de mapas como se detalla a continuación.

- M3 Mapa de Pendientes (\*shp)
- M5 Mapa de Geología (\*shp)
- M6 Mapa de Geomorfología (\*shp)
- M7 Mapa de Textura (\*shp)
- M10 Mapa de Profundidad (\*shp)
- M11 Mapa Cobertura Vegetal (\*shp)
- M12 Mapa Tectónico (\*shp)

Los valores que se designaron a cada mapa están representados en el Cuadro 18.

Cuadro 18  
Ponderación Erosión

<b>RIESGO/VULNERABILIDAD</b>	<b>ARCHIVO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PONDERACIÓN</b>	<b>AMENAZA</b>
<b>EROSIÓN</b>	Pendientes 15%	5, 12%	0	Sin amenaza
		25, 50, 70, >70%	1	Con amenaza
	Profundidad 10%	Profundo	0	Sin amenaza
		Poco profundo	1	Con amenaza
		Moderadamente profundo	1	Con amenaza
		Superficial	1	Con amenaza
		Muy superficial	1	Con amenaza
	Textura 10%	Gruesa	0	Sin amenaza
		Moderadamente gruesa	0	Sin amenaza
		Media	1	Con amenaza
		Fina	1	Con amenaza
	Cobertura Vegetal 20%	Natural	0	Sin amenaza
		Intervenido	1	Con amenaza
	Geomorfología 15%	Relieve escarpado	1	Con amenaza
Relieve montañoso		1	Con amenaza	
Valles		0	Sin amenaza	
Geología 20%	Roca suave	1	Con amenaza	
	Roca dura	0	Sin amenaza	
Tectónico 10%	Fuera del Buffer	0	Sin amenaza	
	Buffer 250m	1	Con amenaza	

Elaborado por: El Autor

De igual manera que el modelo de Inundación se deben expresar los factores o parámetros de análisis en diferentes mapas rasterizados y reclasificados, en función del peso asignado según su importancia. Posteriormente con Raster Calculator, herramientas del Spatial Analyst, a cada uno de los mapas se le atribuye un porcentaje cuya suma total equivale al 100%. En el Gráfico 17 se detalla el modelo que se aplicó para determinar el Mapa de Erosión.

Este método considera 7 variables, cada uno de ellos representados por un parámetro, valorado para nuestro caso en particular esta entre 0 a 1. Donde se considera Con amenaza y Sin amenaza respectivamente a cada uno de estos valores para finalmente los resultados obtenidos expresarlos en un mapa (Anexo 2, Mapa 19). Cada variable de análisis es afectada por un valor de ponderación o peso, repartido de acuerdo a su valoración. Posteriormente, para obtener el valor se suman los mapas (Gráfico 18).



Gráfico 17. Modelo Erosión. Elaborado por: El Autor

Este método considera 7 variables, cada uno de ellos representados por un parámetro, valorado para nuestro caso en particular esta entre 0 a 1. Donde se considera Con amenaza y Sin amenaza respectivamente a cada uno de estos valores para finalmente los resultados obtenidos expresarlos en un mapa (Anexo 2, Mapa 19). Cada variable de análisis es



afectada por un valor de ponderación o peso, repartido de acuerdo a su valoración. Posteriormente, para obtener el valor se suman los mapas (Gráfico 18).

$$\text{Erosión} = (\text{"pendiente"} * 0.15) + (\text{"geología"} * 0.20) + (\text{"geomorfología"} * 0.15) + (\text{"textura"} * 0.10) + (\text{"profundidad"} * 0.10) + (\text{"cobertura vegetal"} * 0.20) + (\text{"tectónico"} * 0.10)$$

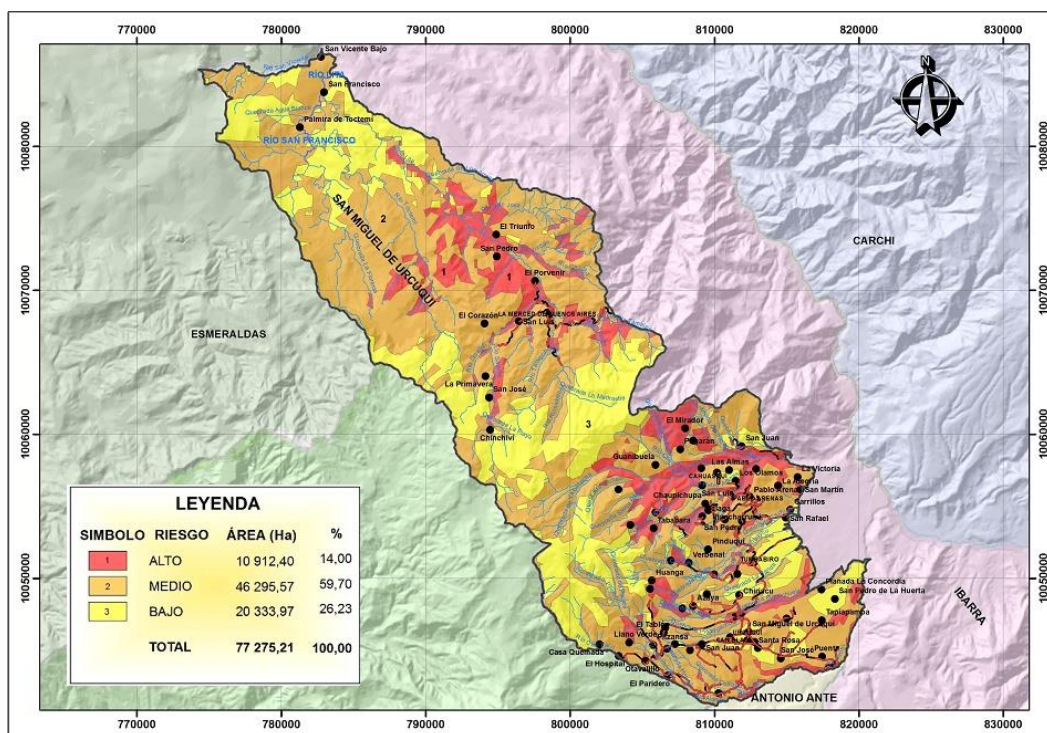


Gráfico 18. Mapa de Erosión. Elaborado por: El Autor

Para la elaboración y ponderación de las variables del mapa de erosión, de igual manera que el mapa de inundación se revisó bibliografía relacionada con el tema, con la diferencia que estudios como el de Marcelo Ponce analizan este parámetro mediante la fórmula de pérdida del suelo de la USLA, pero para nuestro caso específico se pondero los valores en base al criterio técnico y su importancia. Así por ejemplo la variable cobertura vegetal se la asigno un peso significativo debido a su importancia.

De las investigaciones analizadas y revisadas cabe mencionar que en ninguna de ellas existe un modelo similar al propuesto en esta investigación.

### 3.6.5.11. Mapa de Deslizamientos

Para la generación de dicho mapa se realizó la combinación de los siguientes mapas.

- M3 Mapa de Pendientes (\*shp)
- M4 Mapa de Precipitación (\*shp)
- M5 Mapa Geológico (\*shp)
- M6 Mapa Geomorfológico (\*shp)
- M7 Mapa de Textura (\*shp)
- M8 Mapa de Drenaje (\*shp)
- M9 Mapa Hídrico (\*shp)
- M10 Mapa de Profundidad (\*shp)
- M11 Mapa Cobertura Vegetal (\*shp)
- M12 Mapa Tectónico (\*shp)

Cabe indicar que cada uno de estos mapas antes de su combinación se les realizó un análisis para poder determinar los valores de riesgo y así ponderar de acuerdo al criterio técnico como lo muestra el Cuadro 19.

Cuadro 19  
Ponderación Deslizamientos

RIESGO/VULNERABILIDAD	ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	PONDERACIÓN	AMENAZA
<b>DESLIZAMIENTO</b>	Pendientes 20%	5, 12, %	0	Sin amenaza
		25, 50, 70, >70%	1	Con amenaza
	Profundidad 5%	Profundo	0	Sin amenaza
		Poco profundo	1	Con amenaza
		Moderadamente profundo	1	Con amenaza
		Superficial	1	Con amenaza
		Muy superficial	1	Con amenaza
	Textura 5%	Gruesa	0	Sin amenaza
		Moderadamente gruesa	0	Sin amenaza
		Media	1	Con amenaza
		Fina	1	Con amenaza
	Cobertura Vegetal 10%	Natural	0	Sin amenaza
		Intervenido	1	Con amenaza
	Geomorfología 10%	Relieve escarpado	1	Con amenaza
		Relieve montañoso	1	Con amenaza
		Valles	0	Sin amenaza
	Geología 20%	Roca suave	1	Con amenaza
		Roca dura	0	Sin amenaza

Tectónico 5%	Fuera del Buffer	0	Sin amenaza
	Buffer 250m	1	Con amenaza
Precipitación 15%	0-1500 mm	0	Sin amenaza
	1500-3500 mm	1	Con amenaza
Drenaje 5%	Bueno	0	Sin amenaza
	Moderado	0	Sin amenaza
	Excesivo	1	Con amenaza
Hídrico 5%	Fuera del Buffer	0	Sin amenaza
	Buffer 250m	1	Con amenaza

Elaborado por: El Autor

Posteriormente con el Raster Calculator, herramientas de Spatial Analyst, a cada uno de los mapas se le atribuye un porcentaje cuya suma total equivale al 100%. En el Gráfico 19 se detalla el modelo que se aplicó para determinar el Mapa de Deslizamiento.

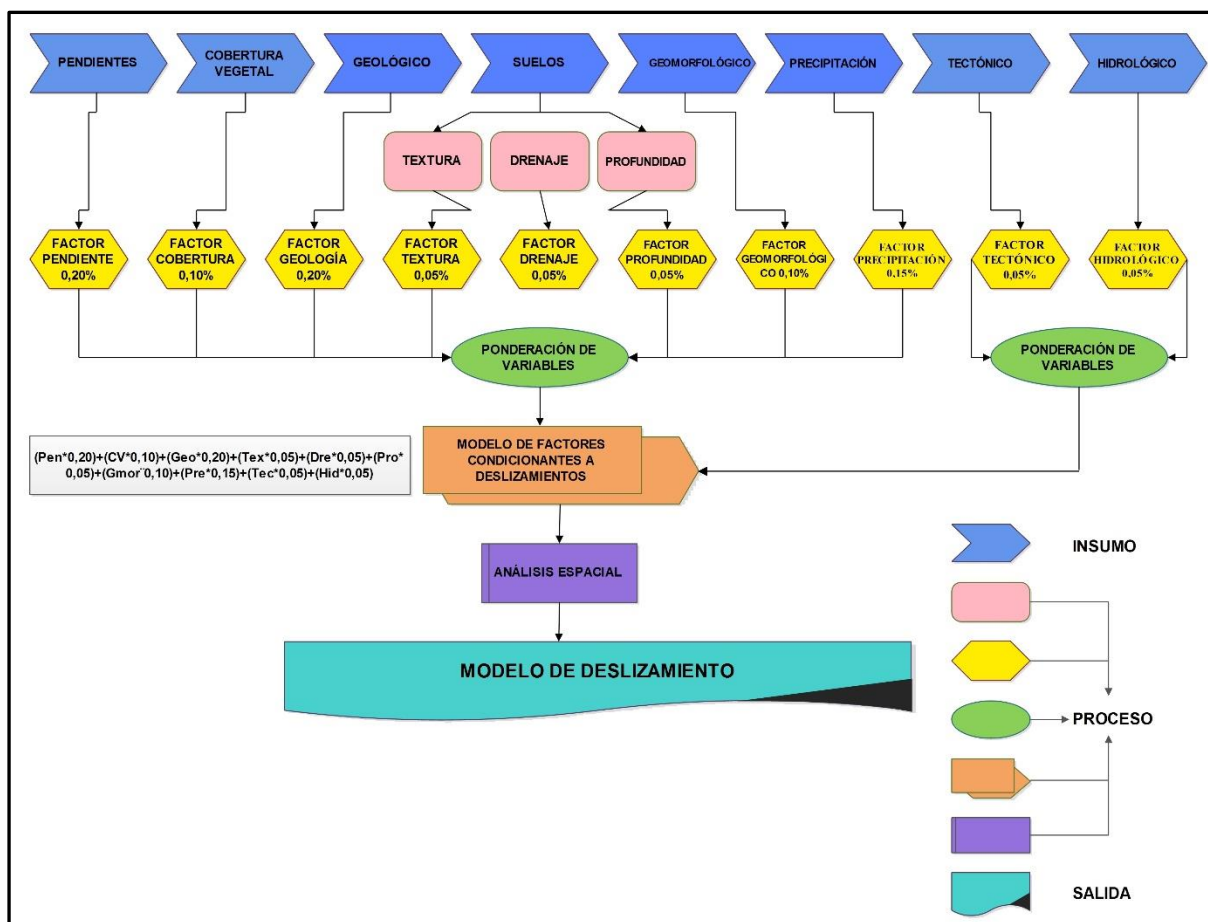


Gráfico 19. Modelo de Deslizamientos. Elaborado por: El Autor

El método considera 10 variables, cada uno de ellos representados por un parámetro, valorado en la mayoría de los casos entre 0 a 1 y expresado en un mapa (Anexo 2, Mapa 20). Cada variable de análisis se afecta por un valor de ponderación o peso, repartido de

acuerdo a su valoración. Posteriormente, para obtener el valor se suman los mapas (Gráfico 20).

$$\text{Deslizamientos} = (\text{"pendientes"} * 0.20) + (\text{"cobertura vegetal"} * 0.10) + (\text{"geológico"} * 0.20) + (\text{"tectónico"} * 0.05) + (\text{"textura"} * 0.05) + (\text{"profundidad"} * 0.05) + (\text{"geomorfológico"} * 0.10) + (\text{"precipitación"} * 0.15) + (\text{"drenaje"} * 0.05) + (\text{"hídrico"} * 0.05)$$

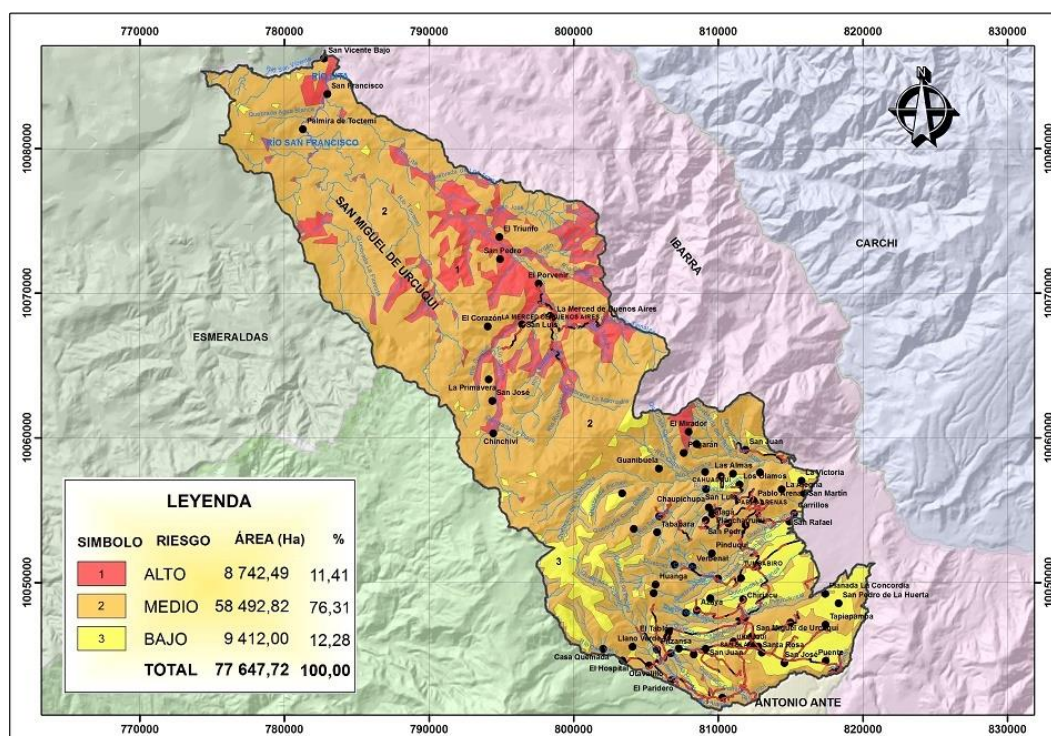


Gráfico 20. Mapa de Deslizamientos. Elaborado por: El Autor

Existen numerosos estudios relacionados con la elaboración de mapas de deslizamientos, los cuales sirvieron de guía para la presente investigación, entre ellos destacan el PDOT del cantón San Miguel de Urcuquí, riesgos en el cantón Esmeraldas de Marcelo Ponce, vulnerabilidad física estructural de edificaciones en el cantón Ibarra de Darío Arias, entre otros. Las investigaciones antes mencionadas usan la metodología de Mora-Vahrson para designar los pesos a las diferentes variables, para nuestro caso específico esta metodología en especial la usada por Ponce fue la guía principal para elaborar nuestro modelo.

De igual manera que los modelos anteriores (Inundación y Erosión) los valores de ponderación se proporcionaron en base del criterio técnico y su importancia de la realidad local. Así por ejemplo la variable pendiente juega un papel importante en la elaboración del modelo es por ello que el valor asignado es representativo en comparación de las demás variables.

### 3.7. MEDIDAS PREVENTIVAS

Para ello se debe definir e implementar actividades de reducción de riesgos de forma participativa con los actores locales del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos, que contribuyan al funcionamiento seguro del territorio, fortalecimiento de capacidades de preparación y respuesta frente a los riesgos y a las acciones prioritarias de preparativos para la recuperación del cantón Urcuquí (ARR, 2015). La metodología que se propone para adoptar las medidas preventivas se detallan a continuación

- ✓ Identificar a los líderes de cada comunidad.
- ✓ Realizar reuniones constantes con dichos líderes con el fin de que ellos sean los encargados de difundir en cada una de sus comunidades las resoluciones tomadas.
- ✓ Realizar mesas de trabajo con las diferentes entidades encargadas de la gestión de riesgo.
- ✓ Identificar insitu los riesgos a los cuales es vulnerable el cantón.
- ✓ Mediante asambleas, mesas de trabajo etc., las comunidades, entidades públicas y privadas pertinentes e interesadas en la gestión de riesgos del cantón proponer las medidas preventivas y necesarias para disminuir el riesgo.
- ✓ Elaborar un manual con las medidas de prevención aprobadas.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Una vez concluida la investigación, a continuación se describen los resultados obtenidos mediante la metodología expuesta en el capítulo anterior.

#### 4.1. DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Como se mencionó en capítulos anteriores el área de estudio comprende el cantón San Miguel de Urcuquí, sus datos generales, geográficos, historia, etc. fueron ya mencionados con anterioridad, y a continuación se detallan los resultados de la información generada.

#### 4.2. MAPA DE COBERTURA VEGETAL AÑO 2000 (Anexo 2, Mapa 14)

Cabe recalcar que la imagen que se utilizó para realizar este análisis fue la imagen LANDSAT del año 2000, donde los resultados obtenidos fueron los que se muestran en el Cuadro 20.

Cuadro 20  
Cobertura Vegetal 2000

COBERTURA VEGETAL AÑO 2000			
CÓDIGO	COBERTURA	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE
1	SIN INFORMACIÓN	4702,88	6,03
2	CUERPOS DE AGUA	199,00	0,25
3	ZONA ANTROPICA	1985,63	2,54
4	TIERRA AGROPECUARIA	7028,73	9,01
5	OTRAS TIERRAS	10384,34	13,31
6	BOSQUES	43988,97	56,36
7	VEGETACIÓN ARBUSTIVA Y HERBACEA	9758,63	12,50
	<b>TOTAL</b>	<b>78048,18</b>	<b>100</b>

Elaborado por: El Autor

Según se puede observar en el cuadro anterior, en el Cantón San Miguel de Urcuquí en el año 2000 poco más de la mitad de su extensión estaba cubierta por bosques, seguido de otras tierras y de vegetación arbustiva y herbácea como lo muestra el Gráfico 21.

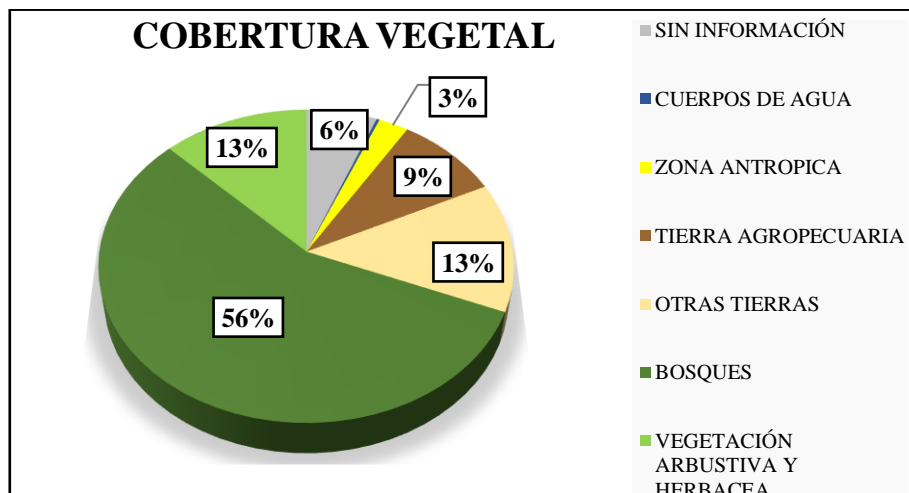


Gráfico 21. Cobertura Vegetal año 2000. Elaborado por: El Autor

Cabe indicar que se considera Otras Tierras a las zonas que no poseen Cobertura Vegetal y a los glaciares, mientras que las zonas Sin Información para nuestro caso serán donde existe la presencia de nubes. En el Anexo 2, Mapa 14 se puede apreciar que la mayor zona boscosa se encuentra en la parroquia de Buenos Aires (Gráfico 22).

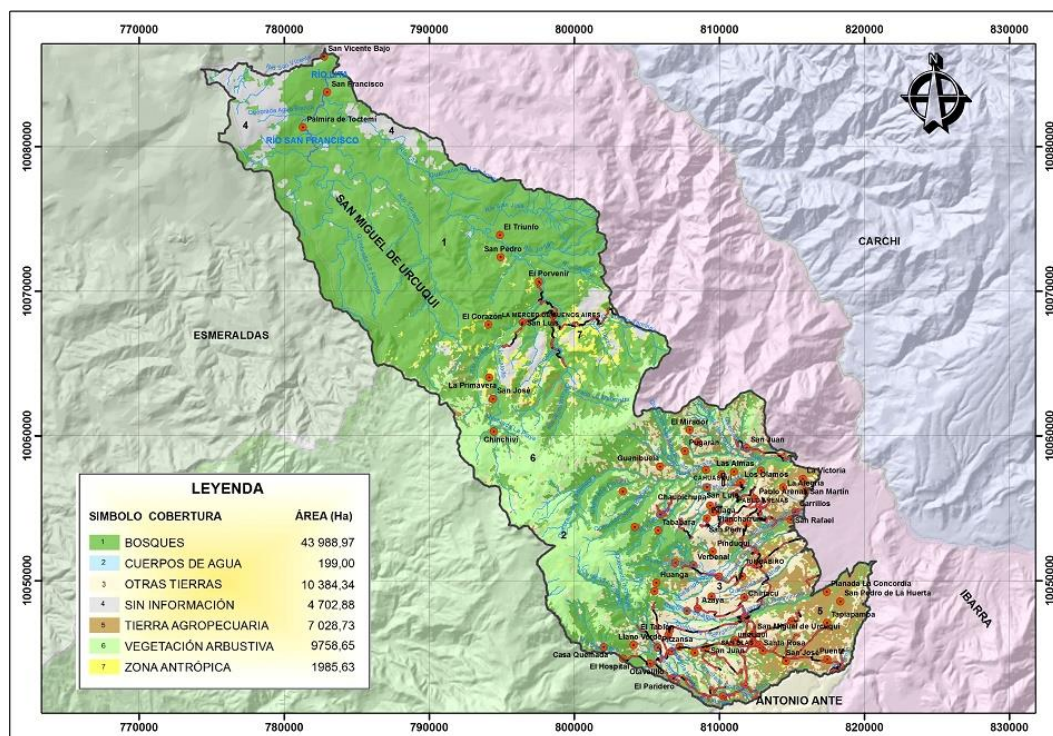


Gráfico 22. Mapa de Cobertura Vegetal año 2000. Elaborado por: El Autor

### 4.3. MAPA DE COBERTURA VEGETAL AÑO 2007 (Anexo 2, Mapa 15)

Luego de realizar el análisis de las diferentes Coberturas Vegetales en la imagen ASTER del año 2007 los resultados obtenidos fueron los que se muestran el Cuadro 21.

Cuadro 21  
Cobertura Vegetal 2007

<b>COBERTURA VEGETAL 2007</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>COBERTURA</b>	<b>SUPERFICIE (Ha)</b>	<b>PORCENTAJE</b>
1	SIN INFORMACIÓN	4023,00	5,15
2	CUERPOS DE AGUA	120,00	0,15
3	ZONA ANTROPICA	3523,00	4,51
4	TIERRA AGROPECUARIA	14548,00	18,63
5	OTRAS TIERRAS	13278,00	17,00
6	BOSQUES	27956,00	35,80
7	VEGETACIÓN ARBUSTIVA Y HERBACEA	14644,00	18,75
	<b>TOTAL</b>	<b>78092,00</b>	<b>100</b>

Elaborado por: El Autor

En el año 2007, se puede observar en el cuadro que los Bosques siguen siendo la cobertura de mayor porcentaje, seguido de Vegetación Arbustiva y Herbácea, Tierras Agropecuarias y Otras Tierras, como lo muestra el Gráfico 23.

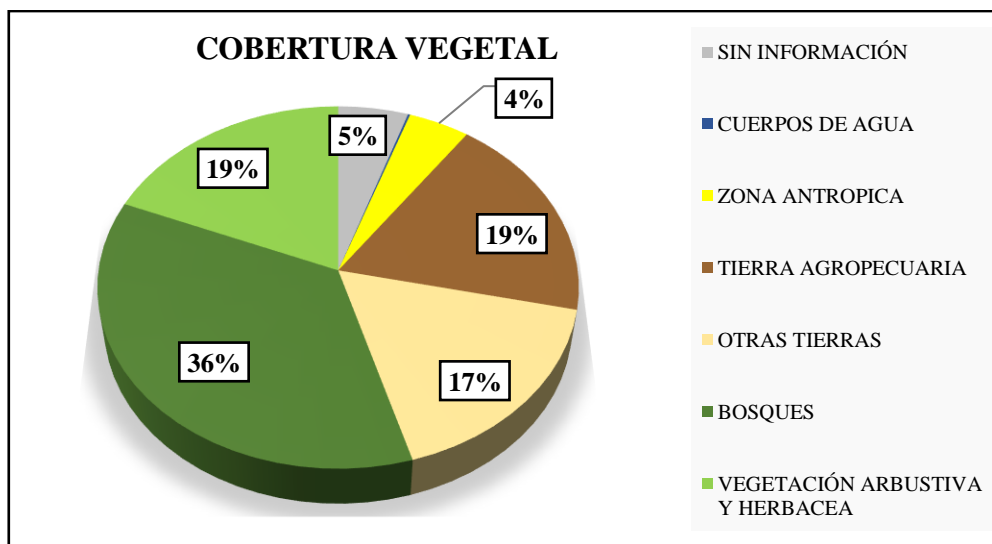


Gráfico 23. Cobertura Vegetal año 2007. Elaborado por: El Autor

De igual manera que la cobertura del año 2000 la parroquia de Buenos Aires es donde se presenta la mayor zona de bosques (Gráfico 24).



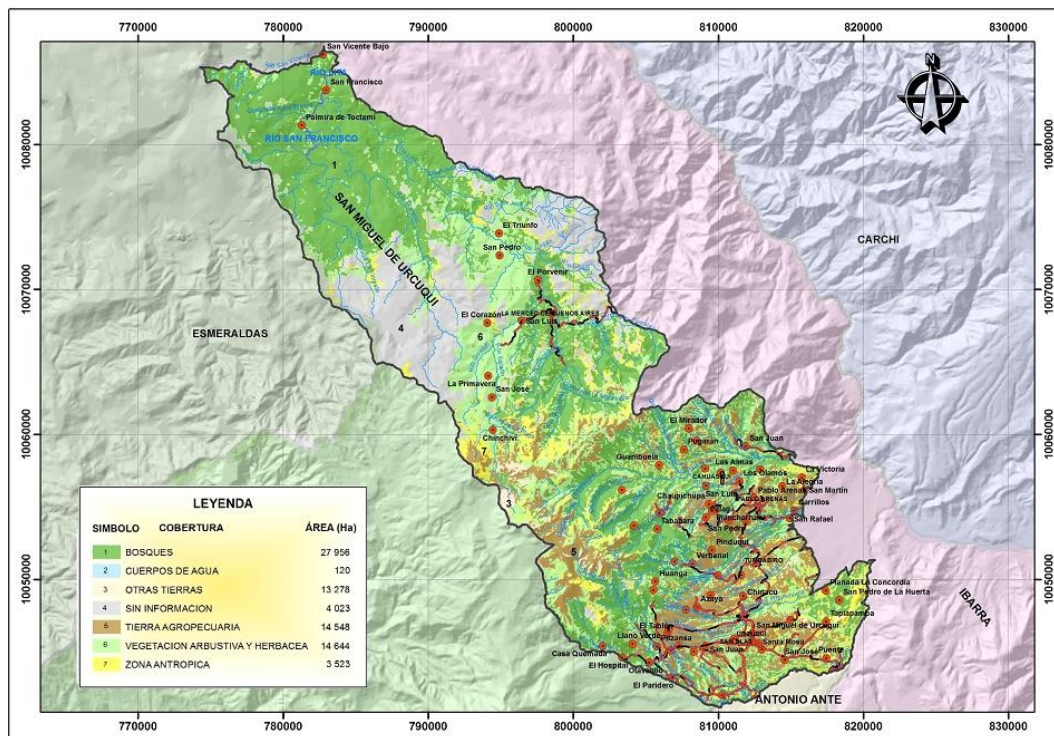


Gráfico 24. Mapa de Cobertura Vegetal año 2007. Elaborado por: El Autor

#### 4.4. MAPA DE COBERTURA VEGETAL AÑO 2015 (Anexo 2, Mapa 16)

El análisis de la Cobertura Vegetal para el año 2015 se lo realizó en una imagen SPOT los resultados obtenidos fueron los que se muestran en el Cuadro 22.

Cuadro 22  
Cobertura Vegetal 2015

COBERTURA VEGETAL 2015			
CÓDIGO	COBERTURA	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE
1	SIN INFORMACIÓN	1382,27	1,77
2	CUERPOS DE AGUA	90,00	0,12
3	ZONA ANTROPICA	4944,24	6,34
4	TIERRA AGROPECUARIA	18579,58	23,81
5	OTRAS TIERRAS	14264,77	18,28
6	BOSQUES	22767,71	29,18
7	VEGETACIÓN ARBUSTIVA Y HERBACEA	16007,02	20,51
<b>TOTAL</b>		<b>78035,59</b>	<b>100</b>

Elaborado por: El Autor

Como se puede observar en el cuadro los Bosques sigue siendo la cobertura predominante en el cantón pero en menor significancia que los años anteriores, seguido de Tierras Agropecuarias, Vegetación Arbustiva y Herbácea como lo muestra el Gráfico 25.

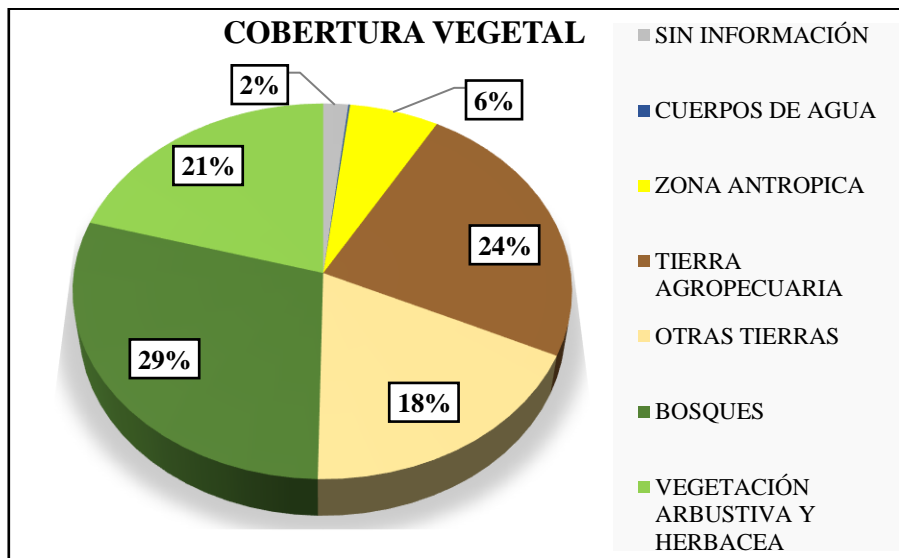


Gráfico 25. Cobertura Vegetal año 2015. Elaborado por: El Autor

Como las anteriores coberturas vegetales 2000 - 2007 la parroquia de Buenos Aires sigue siendo la zona donde se presenta la mayor área de bosques (Gráfico 26).

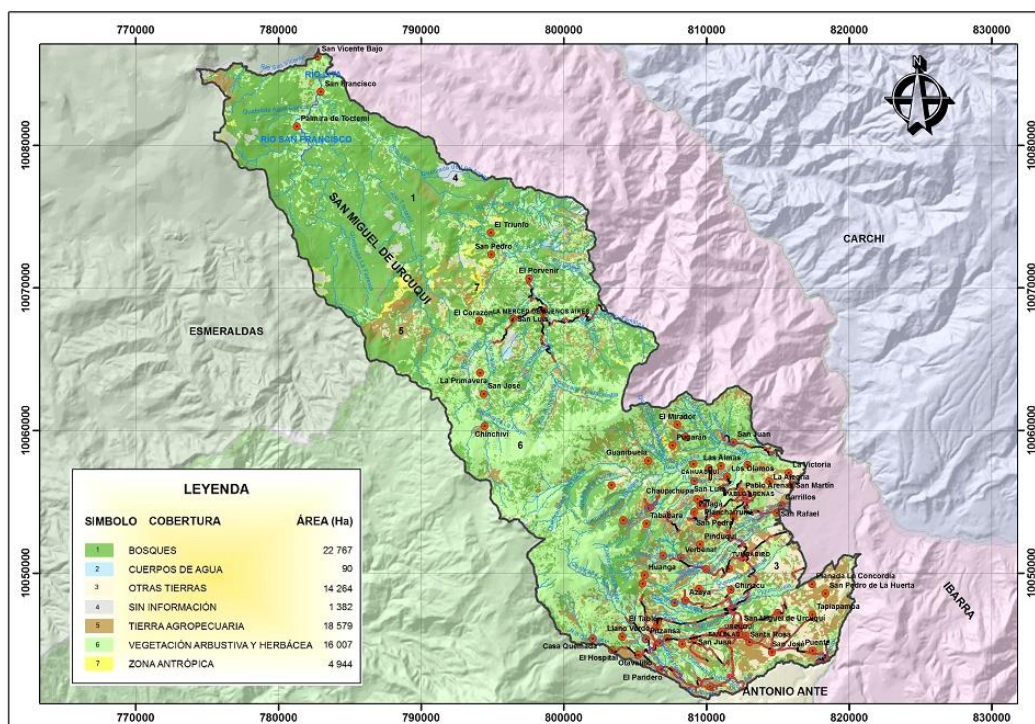


Gráfico 26. Mapa de Cobertura Vegetal año 2015. Elaborado por: El Autor

#### 4.5. ANÁLISIS MULTITEMPORAL

Para determinar el análisis multitemporal se analizaron las imágenes satélites en diferentes épocas del año (2000, 2007, 2015) con el fin de identificar los cambios que ha sufrido el cantón San Miguel de Urcuquí en lo concerniente a su Cobertura Vegetal, es

así que los resultados obtenidos durante los 15 años analizados son los siguientes (Anexo 2, Mapa 17).

#### 4.5.1. Sin Información

En el Gráfico 27 se puede observar que dicha categoría en el transcurso de los 15 años presentó una disminución considerable. En el año 2000 el 6,03% (4702, 88 Ha) de la superficie total del cantón se encontraba cubierta por esta cobertura, en el año 2007 se reduce al 5,15% (4023,00 Ha), para finalmente en el año 2015 únicamente el 1,77% (1382,27 Ha) es considerada como áreas Sin Información.



Gráfico 27. Sin Información. Elaborado por: El Autor

Es decir que la disminución de esta cobertura ha sido importante, debido a que en el transcurso de este tiempo (15 años) las entidades pertinentes han procurado obtener imágenes con el menor porcentaje de nubosidad, de esta manera los datos y la información del cantón tendría mayor certeza del uso que se le da al suelo.

#### 4.5.2. Cuerpos de Agua

199 Ha correspondían a Cuerpos de Agua en el año 2000 es decir el 0,25% del área total del cantón, para el año 2007 existe una disminución a 120 Ha que corresponde al 0,15%, para finalmente en el año 2015 contabilizar únicamente 90 Ha equivalente al 0,12% (Gráfico 28).

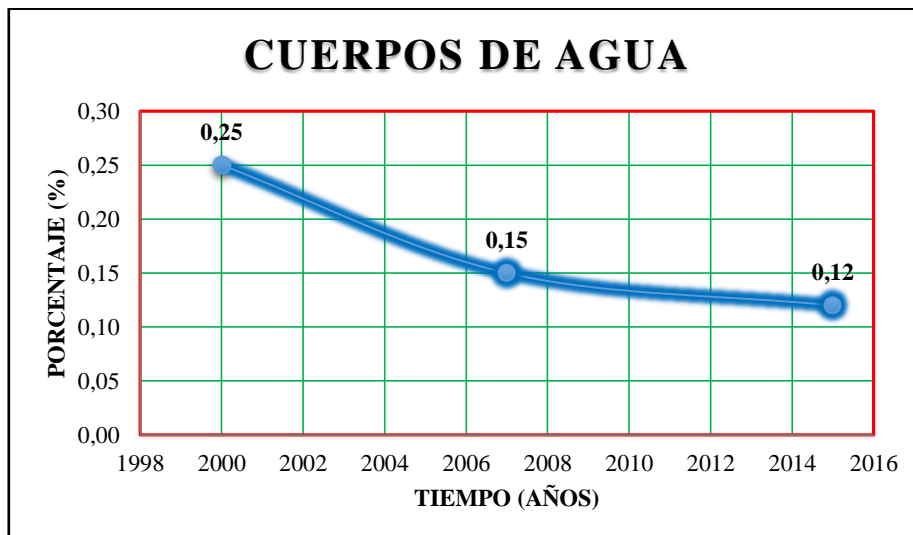


Gráfico 28. Cuerpos de Agua. Elaborado por: El Autor

Se puede observar en el Gráfico como la cobertura Cuerpos de Agua ha ido disminuyendo con el transcurso de los años, una consecuencia de ello y la más importante se deben a que las zonas de los Bosque están disminuyendo a un ritmo acelerado como se verá más adelante cuando se analice esta cobertura. Cabe mencionar que esta disminución influirá posteriormente en la dotación de agua para el consumo humano, riego entre otros.

#### 4.5.3. Zona Antrópica

En el año 2000 un área de 1985,63 Ha tenía la presencia de asentamientos humanos, mientras que para el año 2007 se incrementa a 3523 Ha y en 2015 se observa de igual manera un crecimiento en esta cobertura con 4944,24 Ha (Gráfico 29)

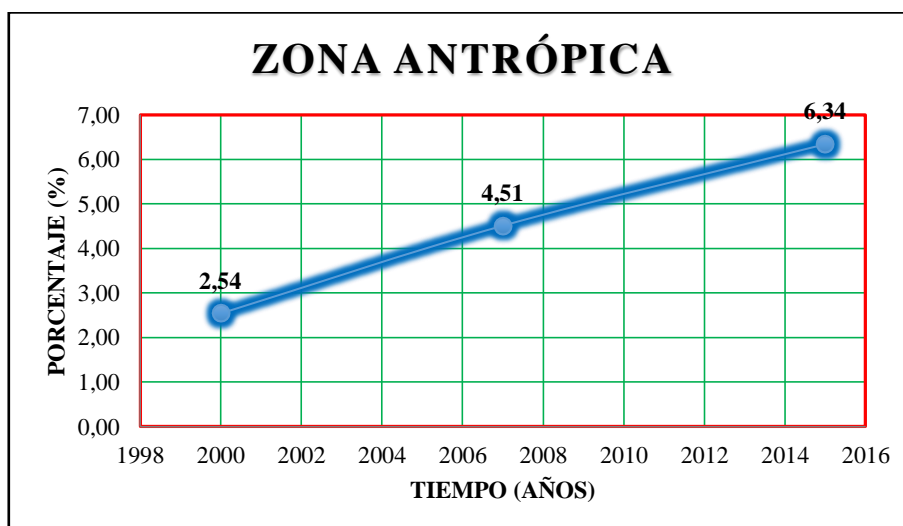


Gráfico 29. Zona Antrópica. Elaborado por: El Autor

Es de notar que las zonas antrópicas han presentado un crecimiento notable desde el año 2000 hasta el 2015, este incremento puede ser ya sea por la necesidad de buscar nuevos lugares donde realizar las diferentes actividades humanas como la agricultura, ganadería, etc o por buscar nuevos sitios que presenten mejor calidad de vida. (Anexo 3, Imagen P14).

#### 4.5.4. Tierra Agropecuaria

En el año 2000 el 9,01% del cantón San Miguel de Urucuquí correspondía a Tierras Agropecuarias con 7028,73 Ha, mientras que para el año 2007 son 14 548 Ha dedicadas a esta actividad es decir el 18,63% del área total del cantón, para el año 2015 el 23,81% es decir 18 579,58 Ha son consideradas Tierras Agropecuarias (Gráfico 30).

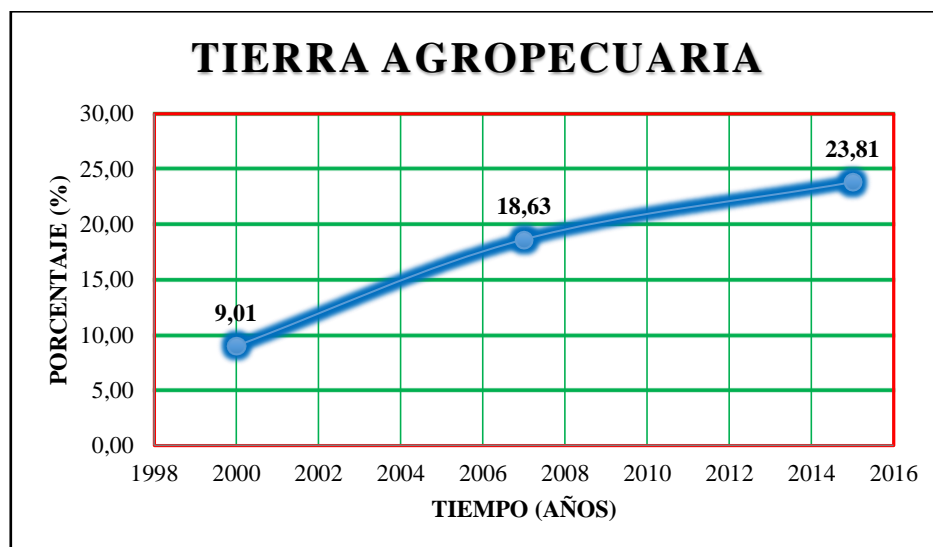


Gráfico 30. Tierra Agropecuaria. Elaborado por: El Autor

Según los resultados obtenidos se puede ver que la Tierra Agropecuaria tiene un incremento durante los años que se analizó este parámetro (15 años), este crecimiento puede traer consecuencias negativas para con las otras Coberturas Vegetales, como por ejemplo la cantidad agua disminuye e incluso existe el riesgo a la contaminación de la misma por el uso de productos agrícolas, otra cobertura afectada por el incremento de Tierras Agropecuarias es la reducción de los Bosques ya que se debe de ocupar los espacios de otras zonas para la expansión de la frontera agrícola (Anexo 3, Imagen P1-P6, P18-P20, P35, P36).

#### 4.5.5. Otras Tierras

En el año 2000 son 10 384, 34 Ha es decir el 13,31% de la superficie total del cantón que se identificaron con esta cobertura, como se mencionó en un apartado anterior son todas aquellas tierras sin Cobertura Vegetal, en el 2007 se incrementa esta cobertura con el 17% que representa 13 278 Ha, mientras que en el año 2015 sigue aumentando este parámetro a 14 264,77 Ha lo que representa el 18,28% (Gráfico 31).

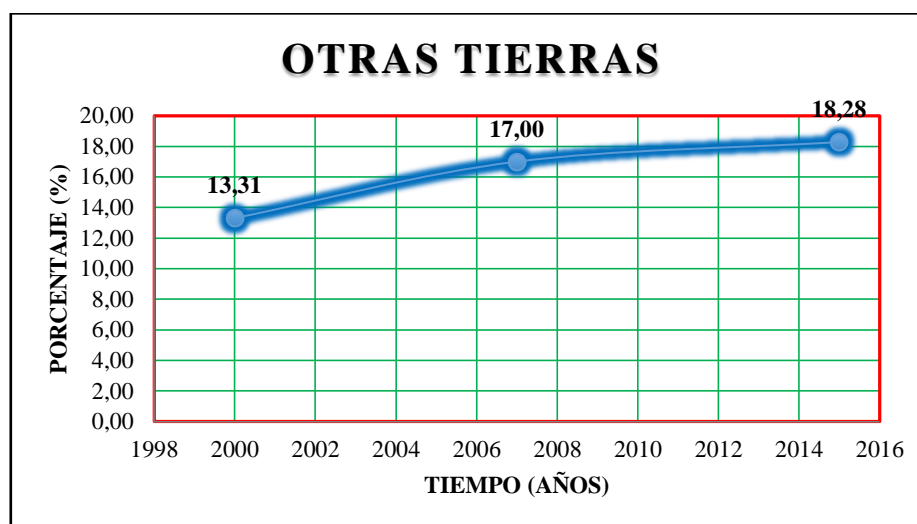


Gráfico 31. Otras Tierras. Elaborado por: El Autor

Se puede observar en el Gráfico que en el transcurso de los años 2000 al 2007 existe un crecimiento considerable mientras que entre los años 2007 al 2015 su crecimiento es menor en comparación de los años anteriores. Como consecuencia de este incremento de dicha cobertura es que los suelos se vuelven más propensos a la Erosión (Anexo 3, Imagen P17).

#### 4.5.6. Vegetación Arbustiva y Herbácea

El 12,50% que representa 9758,63 Ha son las que presentaba el cantón en el año 2000, para el año 2007 se incrementa a una superficie de 14 644 Ha lo que equivale al 18,75%, finalmente en el 2015 el crecimiento de esta cobertura persiste con el 20,51% del área total, equivalente a 16 007,02 Ha (Gráfico 32).

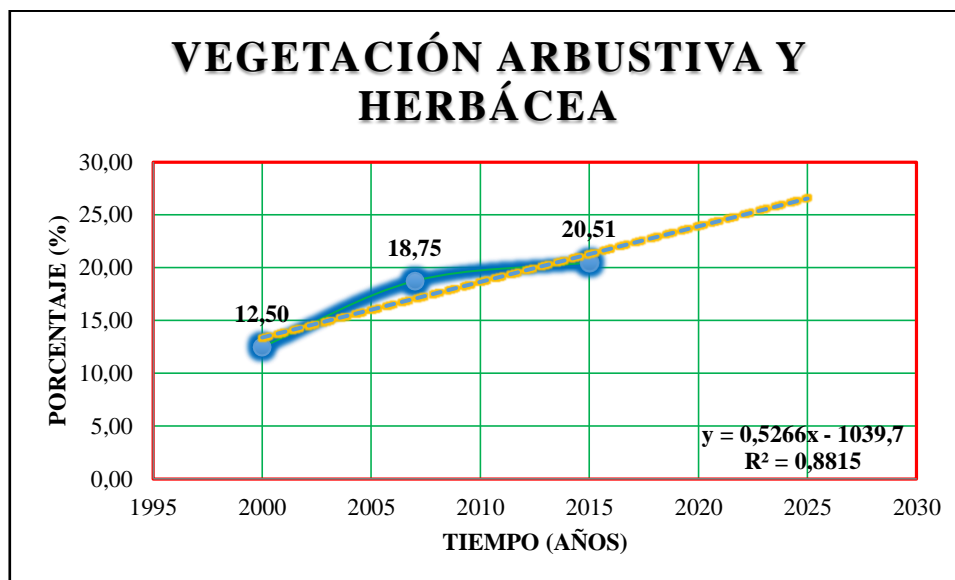


Gráfico 32. Vegetación Arbustiva y Herbácea. Elaborado por: El Autor

Se puede apreciar en el gráfico el crecimiento de la Vegetación Arbustiva durante los últimos 15 años (2000-2015), utilizando la fórmula de la regresión lineal (fórmula que se encuentra en el gráfico) se realizó una proyección, donde se observa que en el año 2025 la cobertura herbácea ocupara un 27% de la superficie total del cantón. Es decir que si no se toman las medidas adecuadas el incremento de esta cobertura continuará.

#### 4.5.7. Bosques

El cantón San Miguel de Urcuquí en el año 2000 presentaba 43 988,97 Ha de Bosques lo que representa el 56,36% del total del área del cantón, para el año 2007 la superficie es de 27 956 Ha equivalente al 35,80%, mientras que para el 2015 esta superficie se reduce a 22 767,71 Ha es decir al 29,18% (Gráfico 33).

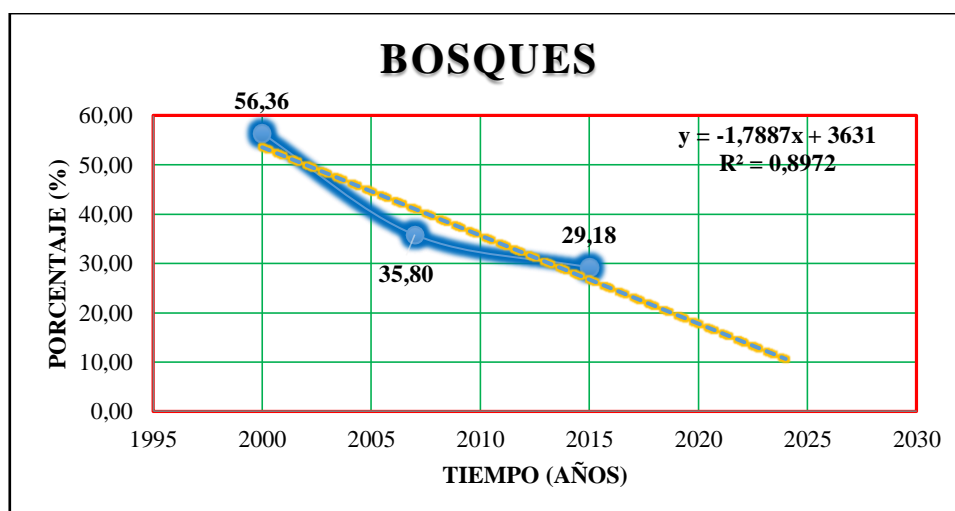


Gráfico 33. Bosques. Elaborado por: El Autor

En los primeros 7 años (2000-2007) se puede observar que ocurrió la mayor tasa de deforestación en el cantón, aplicando de igual manera la fórmula de la regresión lineal se puede apreciar que si se sigue al mismo ritmo la deforestación para el año 2024 solo quedará el 10% de bosques.

Esta disminución de los Bosques traen consigo graves problemas, uno de ellos es la disminución de los Cuerpos de Agua, el incremento de la frontera Agrícola, de igual manera el aumento de zonas con Vegetación Arbustiva y Herbácea y por ende el incremento de las Actividades Antrópicas como se puede apreciar en el análisis de cada una de estas coberturas (Cuadro 23)

Cuadro 23  
Cobertura Vegetal 2000 - 2015

		<b>COBERTURA VEGETAL</b>					
<b>CÓDIGO</b>	<b>ESTRATO</b>	<b>AÑO 2000</b>		<b>AÑO 2007</b>		<b>AÑO 2015</b>	
		<b>SUPERFICIE (Ha)</b>	<b>%</b>	<b>SUPERFICIE (Ha)</b>	<b>%</b>	<b>SUPERFICIE (Ha)</b>	<b>%</b>
1	SIN INFORMACIÓN	4702,88	6,03	4023,00	5,15	1382,27	1,77
2	CUERPOS DE AGUA	199,00	0,25	120,00	0,15	90,00	0,12
3	ZONA ANTROPICA	1985,63	2,54	3523,00	4,51	4944,24	6,34
4	TIERRA AGROPECUARIA	7028,73	9,01	14548,00	18,63	18579,58	23,81
5	OTRAS TIERRAS	10384,34	13,31	13278,00	17,00	14264,77	18,28
6	BOSQUES	43988,97	56,36	27956,00	35,80	22767,71	29,18
7	VEGETACIÓN ARBUSTIVA Y HERBACEA	9758,63	12,50	14644,00	18,75	16007,02	20,51
	<b>TOTAL</b>	<b>78048,18</b>	<b>100</b>	<b>78092,00</b>	<b>100</b>	<b>78035,59</b>	<b>100</b>

Elaborado por: El Autor

En el Anexo 2, Mapa 17 se observa que la parroquia más afectada es Buenos Aires, debido a su ubicación geográfica es la zona con mayor riqueza tanto en flora como fauna y la más susceptible a cambios en su cobertura por la intervención del hombre y sus actividades.

Este cambio en la cobertura vegetal como la disminución de los bosques, el avance de la frontera agrícola y demás actividades antrópicas, determina que existan mayor zonas vulnerables a riesgos de Inundación, Erosión y Deslizamientos, debido esto al mal uso del recurso suelo.



#### 4.6. MODELO DE INUNDACIÓN (Anexo 2, Mapa 18)

En el Gráfico 34 se puede apreciar que aproximadamente la mitad del cantón San Miguel de Urucuquí (37 843,72 Ha) presenta un riesgo bajo a Inundación, seguido de un riesgo medio (31 163,18 Ha) finalmente la zona con riesgo alto es la de menor porcentaje del área de estudio (8 212,79 Ha).

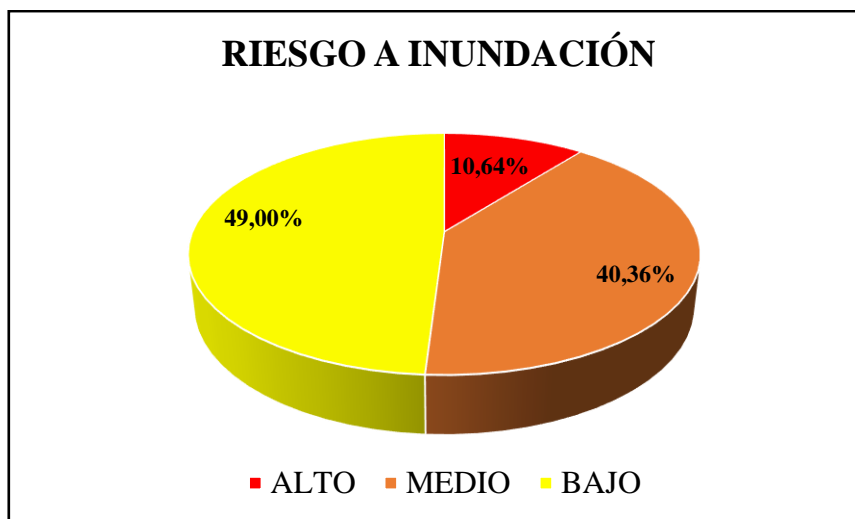


Gráfico 34. Riesgo a Inundación. Elaborado por: El Autor

En el Cuadro 24 consta el área en hectáreas y el porcentaje de riesgo a Inundación por parroquias, donde se aprecia que la parroquia de Buenos Aires presenta el mayor riesgo a este factor.

Cuadro 24  
Riesgos a Inundación

RIESGO	Buenos Aires	%	Cahuasquí	%	Pablo Arenas	%	San Blas	%	Tumbabiro	%	Urucuquí	%
<b>ALTO</b>	8102,14	98,85	94,01	1,1								
<b>MEDIO</b>	21978,67	70,7	1227,18	3,9	854,1	2,7	2053,27	6,6	2420,93	7,8	2570,54	8,3
<b>BAJO</b>	13607,64	36,0	9681,54	25,6	4534,3	12,0	5221,56	13,8	1268,79	3,4	3452,41	9,1

Elaborado por: El Autor

Como se mencionó en apartados anteriores la parroquia de Buenos Aires debido a su abundancia en recursos naturales, las actividades antrópicas van creciendo día a día haciendo que esta zona se vuelva más susceptibles y vulnerables a riesgos, mientras que la parroquia con el nivel más bajo a Inundación es Tumbabiro (Gráfico 35).

Estos resultados nos indica que el cantón San Miguel de Urucuquí tiene un grado de amenaza baja a Inundaciones por lo que no se ve afectado ante este riesgo, si comparamos

los resultados obtenidos por el PDOT del GAD de Urququí prácticamente son similares ya que ellos concluyen que la amenaza a inundaciones es baja.

Con el fin de disminuir el riesgo a Inundaciones en aquellas zonas donde probablemente se presente este riesgo, es necesario adoptar medidas preventivas, entre las que se puede mencionar: Evitar que el lecho de los ríos y acequias este lleno de sedimentos y de igual manera no construir infraestructuras en zonas con antecedentes de Inundaciones.

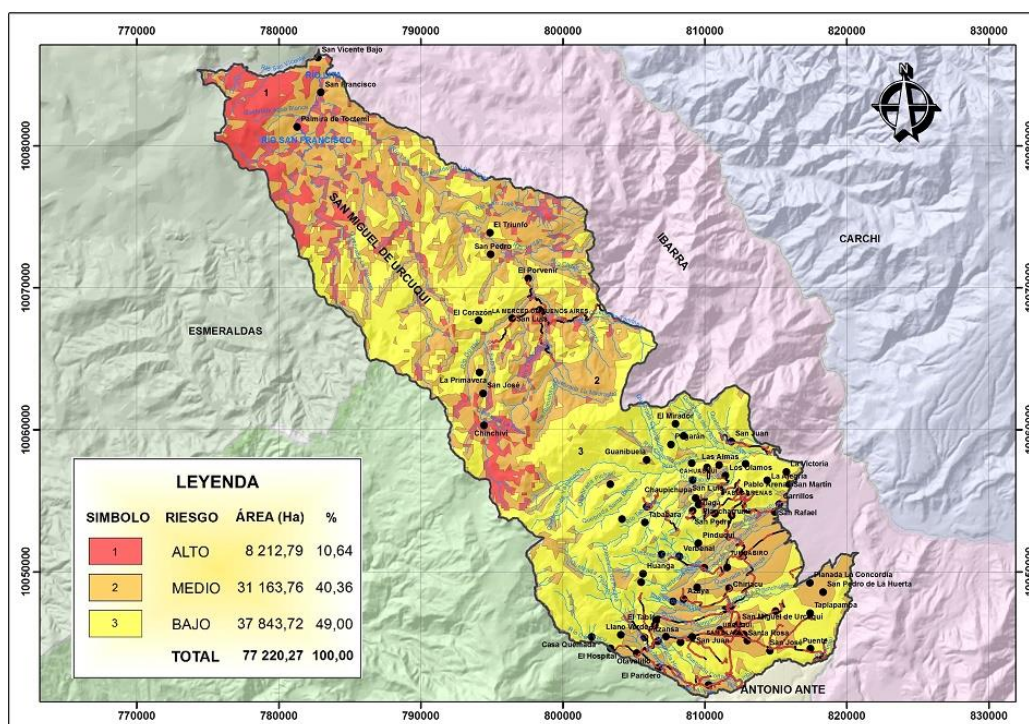


Gráfico 35. Mapa de Riesgo a Inundación. Elaborado por: El Autor

#### 4.7. MODELO DE EROSIÓN (Anexo 2, Mapa 19)

Como se puede apreciar en el Gráfico 36 aproximadamente una tercera parte del cantón presenta un bajo riesgo a Erosión con 20 333,97 Ha, mientras que el riesgo alto a erosión representa 10 912,4 Ha, finalmente la mayor extensión del cantón posee un grado medio susceptible a erosión con 46 295,57 Ha

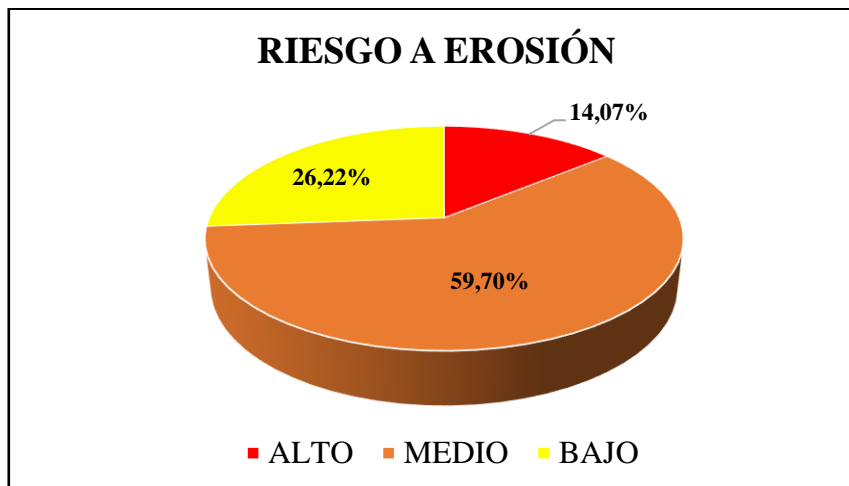


Gráfico 36. Riesgo a Erosión. Elaborado por: El Autor

En el Cuadro 25 se puede ver el área en hectáreas y el porcentaje de riesgo a Erosión por parroquias.

Cuadro 25  
Riesgos a Erosión

RIESGO	Buenos Aires	%	Cahuasquí	%	Pablo Arenas	%	San Blas	%	Tumbabiro	%	Urcuquí	%
<b>ALTO</b>	5234,21	48,12	3024,45	27,80	1040,11	9,56	300,71	2,76	378,36	3,48	900,69	8,28
<b>MEDIO</b>	26043,67	56,40	5958,24	12,90	3901,64	8,45	4638,44	10,04	1868,6	4,05	3767,95	8,16
<b>BAJO</b>	12597,16	62,14	2062,14	10,17	464,4	2,29	2335,48	11,52	1444,55	7,13	1369,42	6,75

Elaborado por: El Autor

La parroquia Cahuasquí es quien presenta el segundo porcentaje más alto en los tres niveles de riesgo de Erosión (Gráfico 37), mientras que la parroquia de Tumbabiro presenta el porcentaje más bajo ante un riesgo alto a Erosión. (Anexo 3, Imagen P10-P13, P17). Es de hacer notar que el PDOT de Urcuquí no tiene considerado este parámetro dentro de su investigación con el fin de comparar y posiblemente validar el modelo realizado en el presente estudio.

Las medidas preventivas hacer tomadas en cuenta para reducir al nivel más bajo ante el riesgo a Erosión en el cantón es disminuir el avance de la frontera agrícola en zonas de pendientes fuertes, conservar la vegetación existente, entre otras, todas esas posibles medidas deben de estar enmarcadas dentro de un marco legal para que sean aplicadas y ejecutadas.

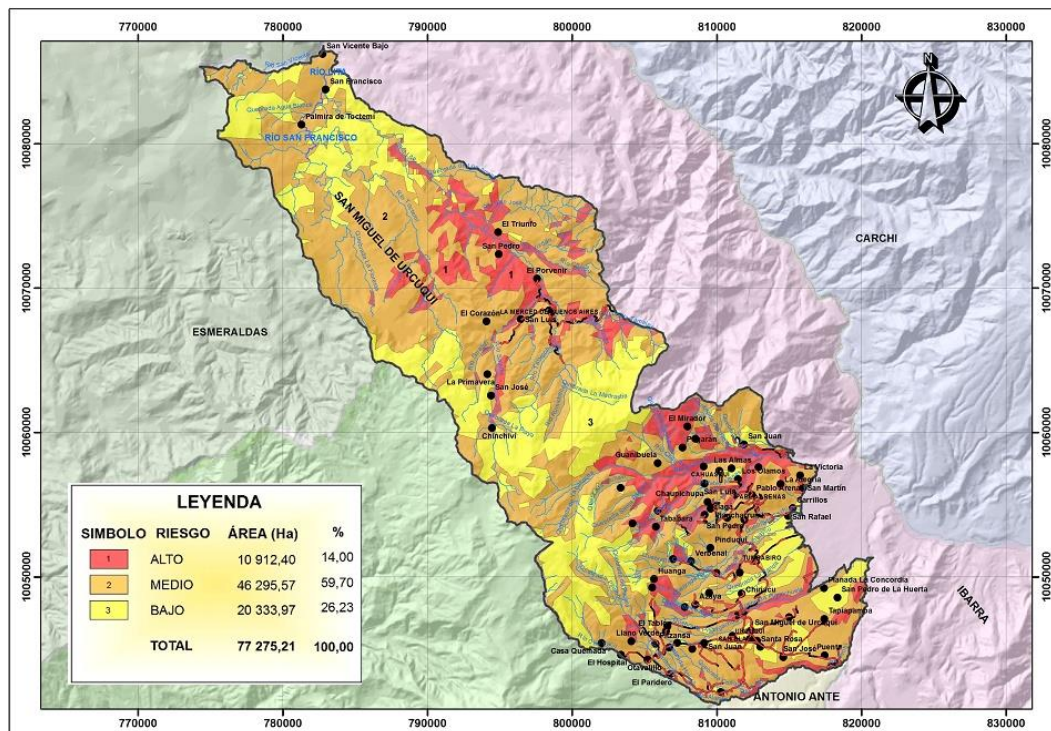


Gráfico 37. Mapa de Riesgo a Erosión. Elaborado por: El Autor

#### 4.8. MODELO DE DESLIZAMIENTO (Anexo 2, Mapa 20)

El riesgo alto y bajo relativamente poseen casi el mismo porcentaje ante este suceso (Deslizamientos) con 8 742,49 Ha y 9 412,41 Ha respectivamente, mientras que 58 492,82 Ha representan zonas donde el riesgo a Deslizamiento es medio (Gráfico 38).

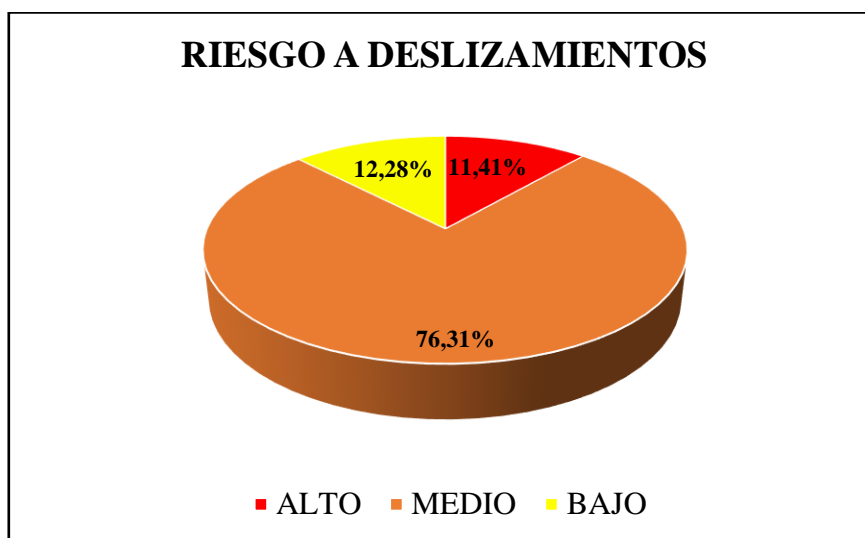


Gráfico 38. Riesgo a Deslizamientos. Elaborado por: El Autor

Se puede apreciar en el Cuadro 26 los tres niveles de riesgo por parroquias con sus respectivas áreas y porcentajes.

Cuadro 26  
Riesgos a Deslizamientos

RIESGO	Buenos Aires	%	Cahuasquí	%	Pablo Arenas	%	San Blas	%	Tumbabiro	%	Urucuquí	%
<b>ALTO</b>	8477,45	97,15	242,33	2,78			6,69	0,08				
<b>MEDIO</b>	34923,25	59,10	9456,92	16,00	5040,36	8,53	4850,15	8,21	1611,08	2,73	3212,95	5,44
<b>BAJO</b>	434,09	4,63	1316,94	14,05	355,4	3,79	2389,02	25,49	2071,26	22,10	2805,42	29,93

Elaborado por: El Autor

Es de hacer notar que en los tres riesgos de Inundación, Erosión y Deslizamientos la parroquia de Buenos Aires es la que presenta el mayor porcentaje ante dichas eventualidades, para el caso particular de Deslizamientos no es la excepción (Gráfico 39), Mientras que la parroquia de Cahuasquí es quien presenta el segundo porcentaje en los tres niveles de riesgo alto, medio, bajo (Anexo 3, Imagen P7, P9, P21, P22, P23-P26, P34, P37, P38, P40). De igual manera si comparamos los resultados obtenidos en la investigación con los resultados del PDOT manifiesta que la mayor zona de riesgo se encuentra en la parroquia de Buenos Aires la diferencia radica en el porcentaje de la extensión de riesgo alto, ya que en la presente investigación el porcentaje de riesgo es mayor que la obtenida en el PDOT.

De igual manera que los riesgos anteriores se debe adoptar medidas preventivas para disminuir el riesgo a Deslizamientos, las medidas que se puede realizar son: conservar la vegetación existente, evitar la construcción de vías e infraestructuras en zonas con suelos inestables.

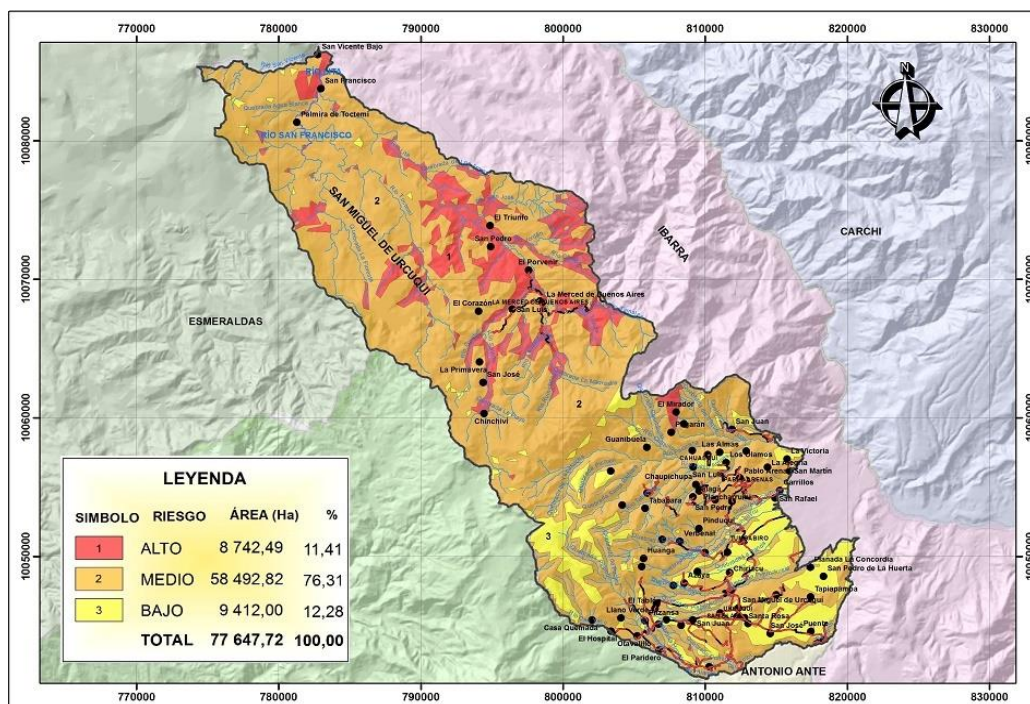


Gráfico 39. Mapa de Riesgo a Deslizamientos. Elaborado por: El Autor

#### 4.9. INFRAESTRUCTURA ACTUAL

A continuación se detalla la infraestructura existente en el cantón San Miguel Urcuquí analizado desde el punto de vista de los mapas de riesgo de Inundación, Erosión y Deslizamientos, cabe mencionar que se considera infraestructura a las viviendas, industria y obras civiles.

Según se puede apreciar en el Gráfico 40 la mayor parte de infraestructura existente en el cantón se encuentra en una zona con riesgo medio a inundaciones. Para aquellas infraestructuras que se encuentre en zonas altas a riesgo se debe de tomar las medidas necesarias como la reubicación a zonas más seguras con el fin de evitar posibles daños o desastres materiales e incluso pérdidas humanas. El mapa a mayor detalle se puede apreciar en el Anexo 2, Mapa 18a

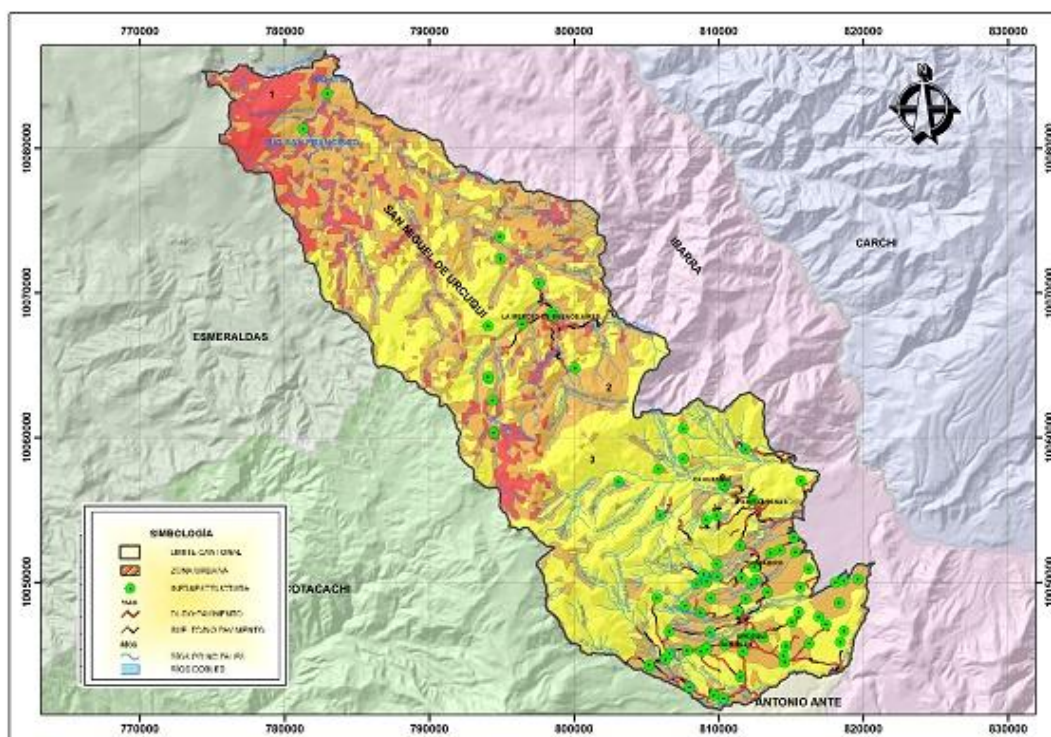


Gráfico 40. Infraestructura en el Mapa de Riesgo a Inundación. Elaborado por: El Autor

De igual manera se analizaron las infraestructuras existentes en el mapa de erosión y deslizamientos (Gráfico 41 y 42). Donde se observa que al igual que en el mapa inundación la mayoría de la infraestructura está en un área de riesgo medio, donde las medidas a tomar deberían de estar enfocadas en aquellas construcciones que se encuentran en la zona más vulnerable o con riesgo alto (Anexo 2, Mapa 19a y 20a).

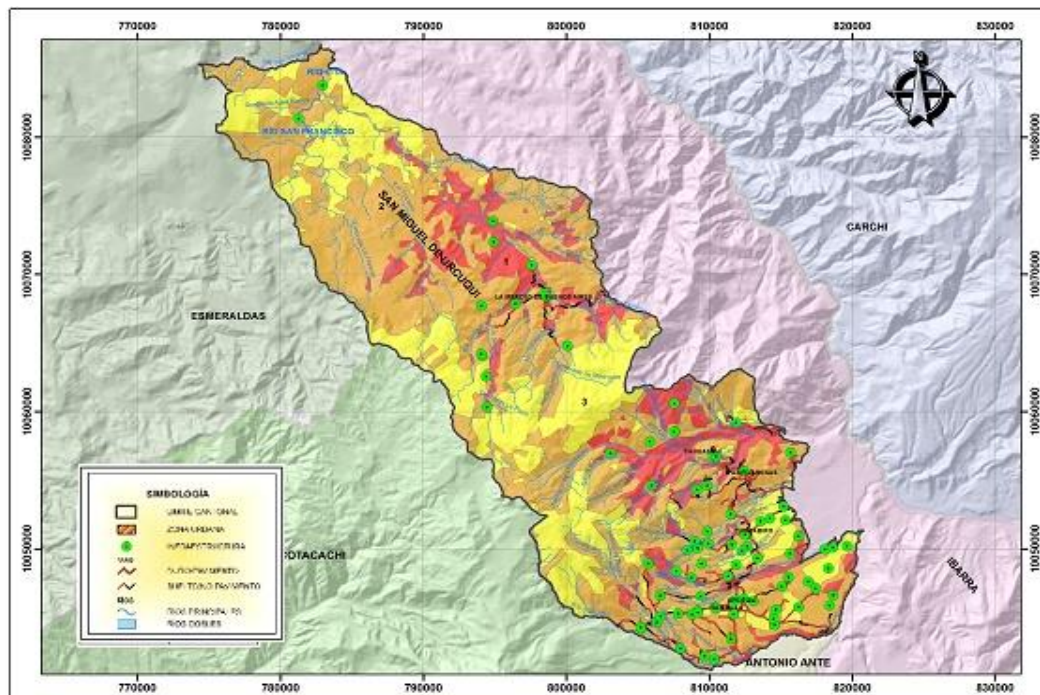


Gráfico 41. Infraestructura en el Mapa de Riesgo a Erosión. Elaborado por: El Autor

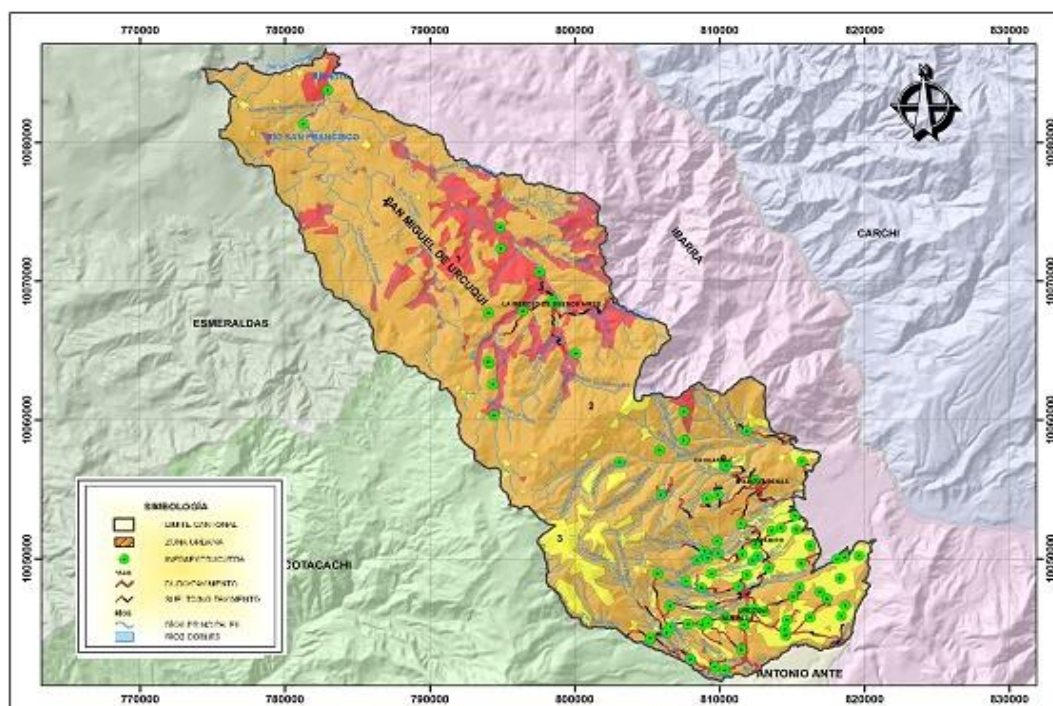


Gráfico 42. Infraestructura en el Mapa de Riesgo a Deslizamiento. Elaborado por: El Autor

#### 4.10. TRABAJO DE CAMPO (Anexo 3, Registro Fotográfico)

Para ello fue necesario una libreta de campo, Navegador GPS, cámara fotográfica con el fin de registrar, corroborar y tomar los puntos donde se presentaban los diferentes el Cuadro 27 se detalla las coordenadas de cada uno de los puntos de campo del registro

fotográfico. Las coordenadas que constan en el cuadro se pueden visualizar en el Anexo 2, Mapa 21

Cuadro 27  
Puntos de Campo

IMÁGEN	COORDENADAS		DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN
	X	Y		
<b>P1</b>	808857	10045413	Frontera agrícola	Cerca de las piscinas de Timbuyaco
<b>P2</b>	811038	10055863		Zona de San Blas
<b>P3</b>	805632	10047337		Cerca de las piscinas de Timbuyaco
<b>P4</b>	805632	10047337		
<b>P5</b>	805287	10045992		
<b>P6</b>	811824	10043759	Frontera agrícola	Vista de las zonas de Urcuquí
<b>P7</b>	811895	10046883	Deslizamiento	
<b>P8</b>	811824	10043759	Agricultura y ganadería	
<b>P9</b>	811737	10046659	Deslizamiento	
<b>P10</b>	811474	10050185	Erosión y agricultura	Vista de las zonas de Tumbabiro
<b>P11</b>	811810	10052330		
<b>P12</b>	811670	10049759	Erosión	
<b>P13</b>	811670	10049759		
<b>P14</b>	811810	10052330	Actividad antrópica	
<b>P15</b>	811810	10052330	Cultivo de caña	
<b>P16</b>	812011	10054526	Frontera agrícola	Entrada a Pablo Arenas
<b>P17</b>	812344	10056232	Erosión y agricultura	Vista de Cahuasquí
<b>P18</b>	811286	10055790	Frontera agrícola	
<b>P19</b>	812642	10055026		
<b>P20</b>	811898	10054106		Vista de Tumbabiro
<b>P21</b>	812642	10055026	Deslizamientos	Vía a Cahuasquí
<b>P22</b>	812292	10056060	Deslizamientos y Erosión	
<b>P23</b>	811265	10056219	Deslizamientos	Vista de las zonas de Cahuasquí
<b>P24</b>	811265	10056219		
<b>P25</b>	811265	10056219		
<b>P26</b>	811092	10056601		
<b>P27</b>	811092	10056601	Frontera agrícola	
<b>P28</b>	811092	10056601		
<b>P29</b>	806833	10071326	Deforestación y avance de la frontera agrícola	Vía a Buenos Aires por la zona de San Jerónimo (Lita)
<b>P30</b>	805576	10068858		Llegando a Buenos Aires
<b>P31</b>	801225	10068113		
<b>P32</b>	799940	10067822		
<b>P33</b>	798509	10068303		Buenos Aires
<b>P34</b>	798409	10068202	Deslizamiento	
<b>P35</b>	801225	10068113	Frontera agrícola	
<b>P36</b>	799940	10067822		
<b>P37</b>	806087	10068574	Deslizamiento	Vía a Buenos Aires
<b>P38</b>	805463	10073233		
<b>P39</b>	801225	10068113	Ganadería	Buenos Aires
<b>P40</b>	798409	10068202	Deslizamiento	
<b>P41</b>	798409	10068202	Cascada	

Elaborado por: El Autor



#### 4.11. PROPUESTAS PARA REDUCIR LOS RIESGOS

A continuación se detalla las diferentes acciones que se pueden tomar como medidas preventivas para la disminución de riesgos a Inundación, Erosión y Deslizamientos.

- ✓ Realizar mingas comunitarias para dar mantenimiento a las sequias, con el fin de evitar la acumulación de sedimentos y evitar así posibles inundaciones.
- ✓ Realizar mantenimiento vial, trabajo de fortalecimientos de taludes y muros de contención, para así reducir el riesgo a deslizamientos y a inundación en las vías
- ✓ Capacitación en el sector agrícola para el uso adecuado de agroquímicos, con el fin de reducir la contaminación y posible erosión en el suelo.
- ✓ Elaborar planes de conservación, manejo de páramos y bosques nativos, con especies de la zona, con el propósito de proteger las fuentes de agua y mantener la cobertura vegetal existente.
- ✓ Campañas de prevención y sensibilización en temas relacionados a riesgos como deslizamientos, inundación, etc.
- ✓ Conformación de brigadas comunitarias de emergencia con conocimientos de primeros auxilios y evacuaciones ante posibles riesgos.
- ✓ Elaborar planes de contingencia para épocas de lluvia, deslizamientos, inundaciones.

Cada una de estas medidas deben de ser realizadas, analizadas y dirigidas por cada una de las entidades competentes en mesas técnicas de trabajo, entre las instituciones hacer tomadas en cuenta están el GAD Municipal del cantón San Miguel de Urucuquí, Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR), Ministerio de Salud, Empresa de Agua Potable, Obras Públicas, Ministerio de Educación, Ministerio de Agricultura, Subsecretaria de Planificación y Desarrollo Zona 1. Todo ello con el fin de realizar un manual o una agenda de reducción de riesgos.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

- ✓ El Análisis Multitemporal de la Cobertura Vegetal en el cantón San Miguel de Urcuquí permitió determinar las áreas de las diferentes clases de cobertura que sufrieron transiciones o cambios durante el periodo de los años 2000 - 2015 (15 años). Donde se puede apreciar que en los primeros siete años (2000-2007) se dio el mayor cambio en las coberturas.
- ✓ La disminución de las fuentes de agua, el incremento de la frontera agrícola y las diferentes actividades antrópicas, son los factores principales para que los bosques del cantón San Miguel de Urcuquí estén desapareciendo. Estos cambios de cobertura vegetal con el paso del tiempo se vuelven más susceptibles y vulnerables a riesgos de erosión, deslizamientos e inundación.
- ✓ Existen numerosos estudios e investigaciones realizadas en el país (Ecuador) sobre el análisis multitemporal de la cobertura vegetal, donde se puede apreciar que el método más usado para determinar los cambios en la cobertura vegetal es la clasificación supervisada, mientras que para determinar los diferentes estratos de la cobertura existen varias clasificaciones como la propuesta por la FAO, por el Ministerio del Ambiente del Ecuador, la UNESCO, entre otras. Para nuestro caso en particular se adoptó usar la clasificación del MAE ya que esta contiene todas las coberturas de los métodos antes mencionados y por ende también realizar la clasificación supervisada.

- ✓ Los modelos creados de: Inundación, Erosión y Deslizamientos son aceptables ya que la base para la elaboración de los mismos se dio mediante la revisión bibliográfica y la comparación de resultados con otras investigaciones como el PDOT del cantón Urcuquí, análisis de riesgos en las Áreas Protegidas del Ecuador, vulnerabilidad a riesgos en el cantón Esmeraldas, Ibarra entre otras.
- ✓ Las variables que mayor importancia representan en un estudio de riesgos son: pendientes, suelos (textura, profundidad, drenaje), geológico, geomorfológico y cobertura vegetal, ya que estas variables son las que se encuentran en todas las investigaciones analizadas. Cabe mencionar que no existe un orden específico para el uso de cada variable, la ponderación de cada una de ellas depende de su importancia, el criterio técnico y el fin del estudio, así por ejemplo en lugares donde la pendiente sea más plana va hacer susceptible a inundaciones y donde la pendiente sea fuerte existe un alto riesgo a deslizamientos. Con ello se demuestra que dependiendo del estudio a realizar se considera la importancia y la ponderación de las variables.
- ✓ El cantón San Miguel de Urcuquí presenta una amenaza baja al riesgo de inundaciones y una ocurrencia alta a deslizamientos, que si comparamos los resultados del PDOT del cantón con la presente investigación los modelos son muy semejantes entre sí. Es oportuno mencionar que para el modelo de riesgo a erosión no se pudo comparar con otras investigaciones debido a que usan otras metodologías como la perdida de suelo según la USLA, con el modelo que se creó para la presente investigación se determinó que el cantón presenta un riesgo medio a la erosión.
- ✓ La infraestructura actual que posee el cantón se encuentra en zonas de riesgo medio a inundación, erosión y deslizamientos. No obstante se plantearon algunas alternativas como medidas preventivas para disminuir o evitar posibles amenazas de riesgos a sucesos adversos como los antes mencionados.
- ✓ Es de notar que la parroquia de Buenos Aires es la zona que mayor riesgo presenta ante eventos como Inundación, Erosión y Deslizamientos debido al incremento de actividades antrópicas como el avance de la frontera agrícola, deforestación, etc. Como se lo pudo apreciar en el análisis multitemporal realizado.

- ✓ Las escalas que se usaron fueron las que se pueden conseguir en las diferentes instituciones específicamente 1:50 000, es por ello que los mapas realizados en la presente investigación la mayoría de ellos están representados en dicha escala

## 5.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Seleccionar para el Análisis Multitemporal imágenes satelitales que tengan una resolución adecuada y la menor cobertura de nubes posibles, con el fin de que los resultados sean lo más confiables posibles.
- ✓ Socializar, involucrar y concienciar a la población del cantón a partir de estudios realizados en la zona, a las instituciones político administrativas a la regulación y control del deterioro de las diferentes coberturas vegetales que afectan y degradan al ambiente.
- ✓ Es necesario tomar en cuenta los modelos de Inundación, Erosión y Deslizamientos realizados en el presente estudio, con el fin de planificar y establecer las zonas con mayor riesgo en el cantón en especial en la construcción de obras de infraestructura.
- ✓ Proponer medidas de control más rigurosas por parte las entidades competentes en el ámbito del avance de la frontera agrícola, la deforestación, la construcción de infraestructuras en zonas vulnerables a riesgos, etc. Con el fin de disminuir o de evitar el deterioro del ambiente y las posibles pérdidas humanas que esto podría causar.
- ✓ Realizar estudios más profundos en la parroquia de Buenos Aires ya que es en este lugar donde se presentan los mayores cambios en la cobertura vegetal y por ende se vuelve una zona más susceptible a riesgos de inundación erosión y deslizamientos
- ✓ Exigir se trabaje a escala 1:25 000 o mapas con la misma escala, con el fin de unificar la información de todas las áreas. Y de esta manera obtener resultados más confiables y a detalle.

## CAPÍTULO VI

### 6. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Alonso, L. (2010). Pérdida de cobertura vegetal como efecto de la urbanización en Chutumal, Quintana Roo. México. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40115676001>. *QUIVERA*.
- Álvarez, A. (2005). Sobre la evaluación de riesgo de desastres naturales y vulnerabilidad de la comunidad utilizando sistemas de información geográficos. Editorial. Rev. Int. de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil. Vol. 5(2) 101-102. Recuperado el 15 de Mayo de 2014, de <http://academic.uprm.edu/laccei/index.php/RIDNAIC/article/viewFile/95/94>
- AME. (2016). Asociación de Municipalidades Ecuatorianas [Consulta: febrero 2016]. Disponible en: <http://www.ame.gob.ec/ame/index.php/ley-de-transparencia/67-mapa-cantones-del-ecuador/mapa-imbabura/288-canton-san-miguel-de-urcuqui>
- Bakker, H & Jansen, et al. (2001). Principles of Remote Sensing. ITC. The Netherlands.
- Beltran, G. (2006). Informe sobre identificación y mapeo de riesgos naturales en el perfil costero, 1–64.
- Buitrón, S. M. (2014). Metodología y modelo para movimientos en masa (Deslizamientos, Derrumbes, Caída, Flujo y Reptación) utilizando técnicas de SIG y Teledetección. Quito.
- Codazzi, A. (2013). Instituto Geográfico Grupo Interno de Trabajo en Percepción Remota y Aplicaciones Geográficas. Descripción y Corrección de Productos Landsat 8 (LDCM) Bogota-Colombia

- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Registro Oficial No. 449 del 20 de octubre del 2008 Montecristi: Asamblea Nacional Constituyente de la República del Ecuador.
- Chuvieco, E. (1996). Fundamentos de Teledetección. 3ª edición revisada ed. Ediciones RIALP, Madrid.
- Chuvieco, E. (2002). Teledetección Ambiental La observación de la Tierra desde el espacio. Ariel Ciencia. Barcelona – España
- DESINVENTAR. (2010). Sistema de inventarios de efectos de desastres. Retrieved July 18, 2016, from <http://www.desinventar.org/es/>
- Di gregorio, A. (2005). Land Cover Classification System 2. Traducción y adopción al español. Ronald Vargas. Cochabamba, Bolivia. Documento No-Publicado.
- Dipecho. (2007). Gestión del Riesgo en los Procesos de Planificación Territorial, 77.
- Füssel, H.-M. (2007). Vulnerability: A Generally Applicable Conceptual Framework for Climate Change Research. *Global Environmental Change*. 17:155-167
- Grande, J. (2015). Modelamiento morfométrico y análisis multitemporal del uso del suelo y cobertura vegetal de la subcuenca del río Molino ubicada en el municipio de Popayan, departamento del Cauca, utilizando la metodología corine land cover con imágenes de sensores remotos. *Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015* (Vol. 1). Manizales. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- INEC. (2010). Instituto Nacional de Estadísticas y Censo, Censo de Población y Vivienda 2010.
- Llorente, M., Díez-Herrero A., Laín L. (2009). Aplicaciones de los SIG al análisis y gestión del riesgo de inundaciones: avances recientes. Cuad. Soc. Esp. Cienc. For. 29: 29-37. Recuperado el 15 de Mayo de 2014, de <http://www.secforestales.org/buscador/pdf/C29-Acta04.pdf>
- MAE. (2010). Análisis de vulnerabilidad actual del ecuador frente al cambio climático a nivel cantonal *Presentado por The Nature Conservancy Consultoria por lista corta* LCC-UCP-001-2010

- MAE. (2012). Ministerio del Ambiente: / Línea Base de Deforestación del Ecuador Continental, Quito-Ecuador.
- Moreira, F. (2011). “ Vulnerabilidad Vial En Función De Los Riesgos Naturales para el Cantón Ambato”. *Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica*. Ambato.
- PDOT. (2011). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2011-2031 del cantón San Miguel de Urququí
- Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 Secretaria Nacional de Planificación y desarrollo ISBN-978-9942-07-448-5 Quito-Ecuador primera edición
- Ponce, M. (2015). Influencia de la pérdida de cobertura vegetal en la vulnerabilidad y riesgo en el cantón Esmeraldas, provincia de Esmeraldas. *Universidad Técnica Del Norte Facultad de Ingeniería En Ciencias Agropecuarias Y Ambientales*, 1–164.
- Ribera, L. (2004a). Los mapas de riesgo de inundaciones: representación de la vulnerabilidad y aportación de las innovaciones tecnológicas. *Doc. Anàl. Geogr.* 43. 153 171. Recuperado el 15 de Mayo de 2014, de <http://ddd.uab.cat/pub/dag/02121573n43p153.pdf>
- Ribera, L. (2004b). Análisis, mediante tecnología SIG, de la vulnerabilidad del sector comercial de la ciudad de Girona y las inundaciones del rio Onyar. En *Medio Ambiente, Recursos y Riesgos Naturales: Análisis mediante Tecnología SIG y Teledetección*. Ed. Conesa, C., Alvarez, Y., Martinez J.B. Grupo de Métodos Cuantitativos, SIG y Teledetección. Departamento de Geografía, Universidad de Murcia. 233-245. Recuperado el 15 de Mayo de 2014, de <http://www.um.es/congresoMCSIGT/XI%20Congreso%20del%20GMCSIGT%20Tomo%20II%20vol.%202.pdf>
- SNGR/ECHO/UNISDR. (2012). Referencias Básicas para la Gestión de Riesgos 2013 - 2014, 236.
- Turner , B. L., R. E. Kaspersonb, P. A. Matsone, J. J. McCarthyf, R. W. Corellg, L. Christensene, N. Eckleyg, J. X. Kaspersonb, A.Luerse, M. L. Martello, C. Polskya, A. Pulsiphera, A. Schillerb. (2003). *A framework for vulnerability analysis in*

*sustainability science. Proceedings of the National Academy of Sciences.*  
100:8074–8079

Trujillo, R. M. & D', E. (2013). Amenazas, Vulnerabilidad, Capacidades y Riesgos en el Ecuador. *Los Desastres Un Reto Para El Desarrollo Quio-Ecuador.*

Vera, T. (2015). Estudio integral de riesgos en una zona sujeta a amenazas, para generar escenarios de riesgo usando herramientas SIG e información técnica. *Universidad San Francisco de Quito Colegio de Postgrados*, 116

## LINCOGRAFÍA

[www.portaleducativo.net](http://www.portaleducativo.net) Creado por Portal Educativo. Fecha: 2011-08-03 erosión

[www.imagenessatelitales.net](http://www.imagenessatelitales.net) Imágenes Satelitales

[http://www.geoinstitutos.com/art\\_03\\_cober2.asp](http://www.geoinstitutos.com/art_03_cober2.asp) Geoinstitutos, la cobertura vegetal en la cuenca del canal de Panamá

<http://www.inegi.org.mx> Instituto Nacional de estadísticas y geografía de Mexico

<http://www.geosoluciones.cl> Remote Sensing Geoimage SAC Procesamiento de Imágenes de Satélite & GIS Christian Vargas Gonzáles

<http://www.biesimci.org/> Oficina de las naciones unidas contra la droga y el delito

<http://glcfapp.glcg.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>. Imagen landsat

<https://search.earthdata.nasa.gov/> aster





## **CAPÍTULO VII**

## **ANEXOS**

## ANEXO 1. CUADROS

Cuadro 6  
Flora

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	PARROQUIA
<i>Weinmannia sp</i>	WATZI	Cahuasquí
<i>Myrcyantes sp</i>	ARRAYÁN	Cahuasquí, Buenos Aires
<i>Oreopanax sp</i>	PUMAMAQUI	Cahuasquí, Buenos Aires
<i>Eritrina sp.</i> ,	POROTÓN	Cahuasquí
<i>Saurauia sp</i>	MOQUILLO	Cahuasquí
<i>Bauhinia sp</i>	PINO	Buenos Aires
<i>Alnus acuminata</i>	ALISO	Buenos Aires
<i>Myrica pubescens</i>	LAUREL DE CERA	Buenos Aires
<i>Miconia sp</i>	MELASTOMATACEAS	Urququí, Cahuasquí
<i>Chusquea sp</i>	SUROS	Buenos Aires
<i>Adiantum sp.</i>	HELECHOS	Cahuasquí, Buenos Aires
<i>Macleania sp.</i>	HUALICÓN	Buenos Aires
<i>Baccharis sp</i>	CHILCAS	Urququí, Tumbabiro, San Blas
<i>Myrica pubescens</i>	FALSO LAUREL	Cahuasquí, Buenos Aires
<i>Ocotea sp.</i>	YALTE NEGRO	Cahuasquí
<i>Cedrela montana</i>	CEDRO	Cahuasquí, Buenos Aires
<i>Weinmannia sp.</i>	ENCINO	Cahuasquí
<i>Simplocos sp</i>	HOJA BLANCA	Cahuasquí
<i>Clusia flaviflora</i>	GUANDERA	Buenos Aires
<i>Miconia sp.</i>	COLCA	Cahuasquí
<i>Hedyosmun cumbalense</i>	GUAYUSA DE MONTE	Cahuasquí, Buenos Aires
<i>Clethra sp</i>	LEÓN	Buenos Aires
<i>Miconia sp</i>	AMARILLO	Cahuasquí
<i>Hyeronima sp.</i>	MOTILÓN	Cahuasquí
<i>Gunnera sp.</i>	PARAGUAS	Buenos Aires, Cahuasquí
<b>ESPECIES DEL BOSQUE NATIVO ANDINO</b>		
<i>Cinchona</i>	CASCARILLA	Buenos Aires
<i>Marsdenia cundurango Rchb. F.</i>	CONDURANGO	Buenos Aires
<i>Tournefortia scabrida</i>	PUNDE, MOTE, CANCHAQUIRO	Buenos Aires, Cahuasquí
<i>Smilax tomentosa Kunth</i>	ZARZAPARRILLA, CHINA VENA, VENA CHINA	Buenos Aires

<i>Anthurium giganteum</i> Engl.	CAPOTILLO	Buenos Aires, Cahuasquí
<i>Aegiphila ferruginea</i> Hayec y Spruce	JIGUERÓN	Buenos Aires
<i>Freziera</i> spp.	HUATZI, HUATSI, HUATZIG	Buenos Aires
<i>Citharexylum</i> sp.	CHILCO, QUISHUAR, CHOTO	Buenos Aires, Cahuasquí
<i>Lobaria pulmonaria</i> (L) Hoffm. Dentsch.	PULMONARIA	Buenos Aires
<i>Elaegia utilis</i> (Goudot) Wedd.	BARNIZ, MANGLILLO	Buenos Aires
<i>Prunus rugosa</i> Koehne	PANDALA	Buenos Aires
<i>Buddleja incana</i>	QUISHUAR	Buenos Aires, Cahuasquí
<b>ESPECIES DE LAS LADERAS</b>		
<i>Myroxylon peruiferum</i> L. f.	BÁLSAMO	Pablo Arenas, Tumbabiro
<i>Agave americana</i> Gentry	PENCO	Urququí, Tumbabiro, San Blas
<i>Calliandra pittieri</i> Standl.	TURA	Pablo Arenas
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	WILCO, ACACIA	Tumbabiro, Pablo Arenas
<i>Lupinus</i> . sp	ALPA CHOCHO	Tumbabiro, Urququí
<b>ESPECIES DE LOS PÁRAMOS</b>		
<i>Valeriana</i> spp.	VALERIANA	Cahuasquí
<i>Blechnum</i> sp.	LLASHIPA, RABO DE MONO	Cahuasquí, Buenos Aires
<i>Calamagrostis</i> spp. Y <i>Stipa</i> spp.	PAJA DE CERRO	Cahuasquí
<i>Culcitium canescens</i> Bompl.	FRAILEJÓN	Cahuasqui, Buenos Aires
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	MORTIÑO	Buenos Aires
<i>Puya Hamata</i> L. B. Sm..	ANGUARONGO, ACHUPALLA	Buenos Aires
<i>Ceroxylon</i> spp.	PALMA DE CERA	Buenos Aires
<b>PLANTAS MEDICINALES ANCESTRALES</b>		
<i>Esquisetum bogotense</i>	CABALLO CHUPA	Urququí, Pablo Arenas
<i>Taraxacum officinale</i>	DIENTE DE LEON	Todas
<i>Solanum nigrum</i>	YERBA MORA	Urququí, Tumbabiro, San Blas
<i>Lantago rigida</i>	LLANTEN	Todas
<i>Pilea</i> sp	ORTIGA	Urququí, Tumbabiro, San Blas
<i>Croton wagneri</i>	MOSQUERAS	Pablo Arenas

<i>Miconia crocea</i>	COLCA	Pablo Arenas, San Blas
<i>Calceolaria sp.</i>	ZAPATITOS	Cahuasquí, Urcuquí

Fuente: GAD Urcuquí  
Elaborado por: El Autor

Cuadro 7  
Fauna

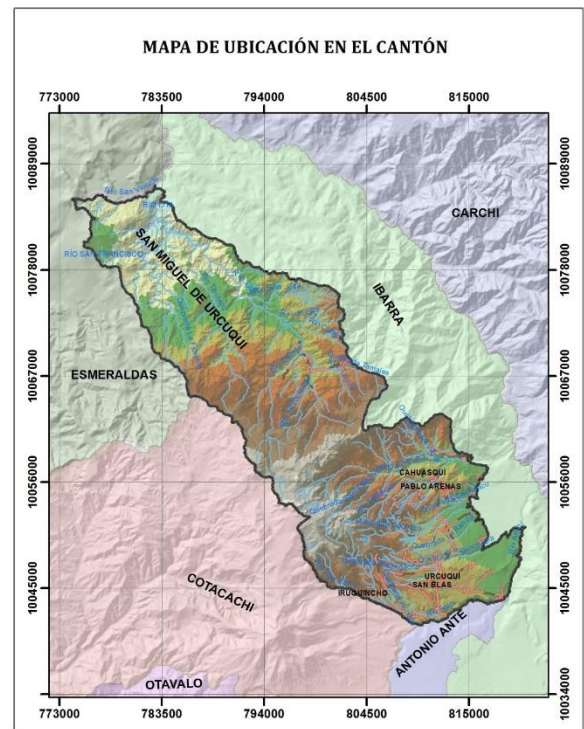
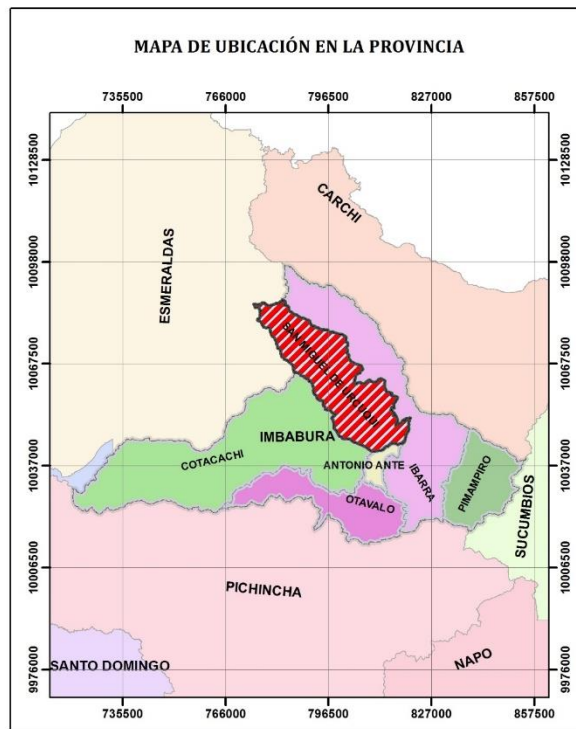
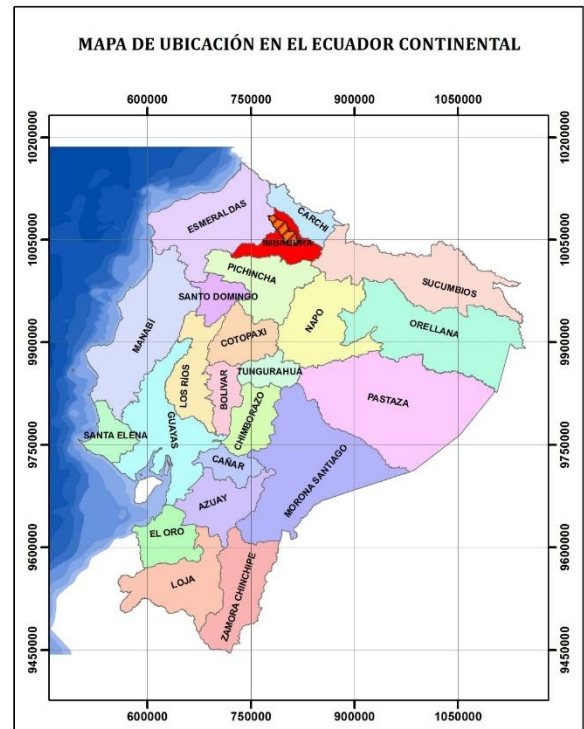
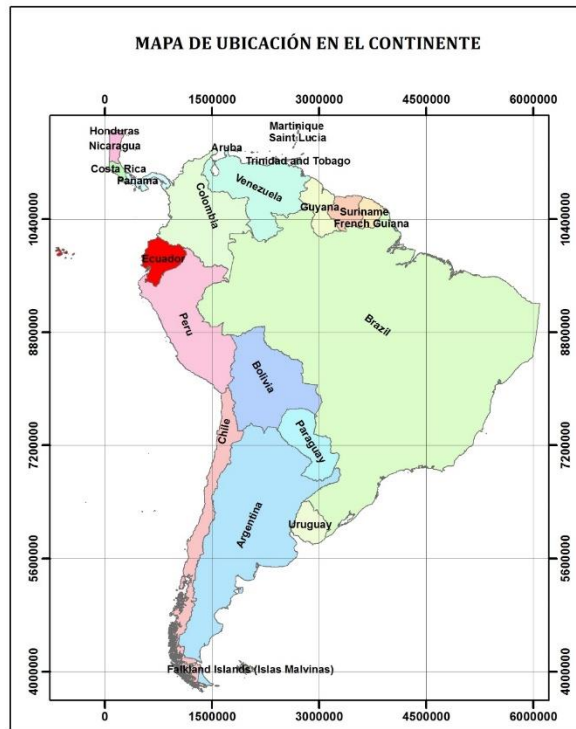
NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	PARROQUIAS
<i>Chamaepetes goudotti</i>	PAVAS	Cahuasquí, Buenos Aires
<i>Coeligena torquata</i>	COLIBRÍES	Todas
<i>Zenaida auriculata</i>	TORCAZAS	Urcuquí, Tumbabiro, San Blas, Pablo Arenas
<i>Columbina passerina</i>	TORTOLITAS	Todas
<i>Turdus serranus, T. fuscater</i>	CHIGUACOS	Cahuasquí, Buenos Aires
<i>Semnornis ramphastinus</i>	VENADEROS	Cahuasquí, Buenos Aires
<i>Mazama</i>	SOCHES	Cahuasquí, Buenos Aires
<i>Mustela frenata</i>	CHUCURIS	Todas
<i>Didelphys sp.</i>	RAPOSAS	Todas
<i>Dasypus novencinctus</i>	ARMADILLOS	Todas
<i>Buteo polyosoma</i>	GAVILÁN	Cahuasquí, Buenos Aires
<i>Buteo platypterus</i>	GAVILÁN ALUDO	Cahuasquí, Buenos Aires
<i>Streptoprocne zonaris</i>	GOLONDRINA	Tumbabiro, San Blas
<i>Phalacrocorax carunculatus*</i>	“CURIQUINGUE”	Cahuasquí, Buenos Aires
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	“CONEJO SILVESTRE”	Cahuasquí, Buenos Aires
<i>pseudalopex culpaeus</i>	“LOBO DE PÁRAMO”	Cahuasquí, Buenos Aires
<i>conepatus semistriatus</i>	“ZORRO HEDIONDO”	Todas
<i>tremartus ornatus</i>	“OSO DE ANTEOJOS”	Cahuasquí, Buenos Aires
<i>Odocoileus virginianus ustus</i>	VENADO DE COLA BLANCA	Cahuasquí, Buenos Aires
<i>Buteo platypterus</i>	GAVILÁN ALUDO	Buenos Aires
<i>Buho virginianus</i>	BÚHO	Cahuasquí, Buenos Aires, Tumbabiro
<i>zonotricha capensis</i>	GORRIÓN	Todas
<i>Mustela frenata</i>	"CHUCURI"	Tumbabiro, San Blas, Cahuasquí
<i>Falco sparverius</i>	QUILICO	Todas
<i>Vultur gryphus</i>	CÓNDOR, CUNDUR*	Cahuasquí, Buenos Aires
<i>Oxyura ferruginea</i>	PATO ANDINO	Tumbabiro, Cahuasquí
<i>Larus serranus</i>	GAVIOTA ANDINA	Urcuquí, Pablo Arenas, San Blas
<i>Columba fasciata</i>	TORCAZA, PALOMA	San Blas, Urcuquí
<i>Turdus fuscater</i>	MIRLO	Tumbabiro, San Blas
<i>Rupicola peruviana</i>	GALLO DE LA PEÑA	Cahuasquí
<i>Bothrops spp</i>	X (EQUIS)	Buenos Aires
<i>Lampyrus noctiluca</i>	LUCIÉRNAGA	Todas
<i>(Pelophylax) perezio Seoane</i>	RANA	Todas

<i>Parabuteo unicinctus</i>	GAVILÁN	Urcuquí, Tumbabiro, San Blas, Pablo Arenas
<i>Caenolestes spp</i>	RATÓN MARSUPIAL	Tumbabiro, Cahuasquí
<i>Aedes aegypti</i>	ZANCUDO	Todas
<i>Didelphis spp</i>	RAPOSA	Pablo Arenas, San Blas
<i>Dasyprocta punctata</i>	GUATUSA	Cahuasquí, Buenos Aires
	LORO(A)	Buenos Aires
<i>Pudu mephistophiles</i>	PUDÚ, CIERVO ENANO	Buenos Aires
<i>Buteo spp</i>	GAVILÁN VARIABLE	Cahuasquí
<i>Oso peresozo</i>	PEREZOSO	Buenos Aires
<i>Alouatta coibensis trabeatta</i>	CULEBRA, SERPIENTE	Tumbabiro, Cahuasquí
<i>Sciurus spp</i>	ARDILLA	San Blas, Tumbabiro
<i>Rhipicephalus sanguineus</i>	GARRAPATA	Todas
<i>Bufo bufo</i>	SAPO	Todas
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	BRUJO, MOSQUERO BERMELLÓN	Todas
<i>Vicugna vicugna</i>	VICUÑA	Buenos Aires

Fuente: GAD Urcuquí  
Elaborado por: El Autor

ANEXO 2 MAPAS

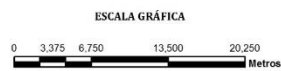
MAPA DE UBICACIÓN SAN MIGUEL DE URQUQUÍ



**SIMBOLOGÍA**

	LIMITE CANTONAL
	ZONA URBANA
	POBLADOS
	VÍAS
	DUREPAVIMENTO
	SUETLONO PAVIMENTO
	RIOS PRINCIPALES
	RIOS DOBLES

**NOTA**  
 Trazado referencia de límites cantonales y parroquiales, por lo tanto no implica reconocimiento oficial.  
 Trazado sujeto a revisión y aprobación de límites internos del país por parte de los organismos competentes

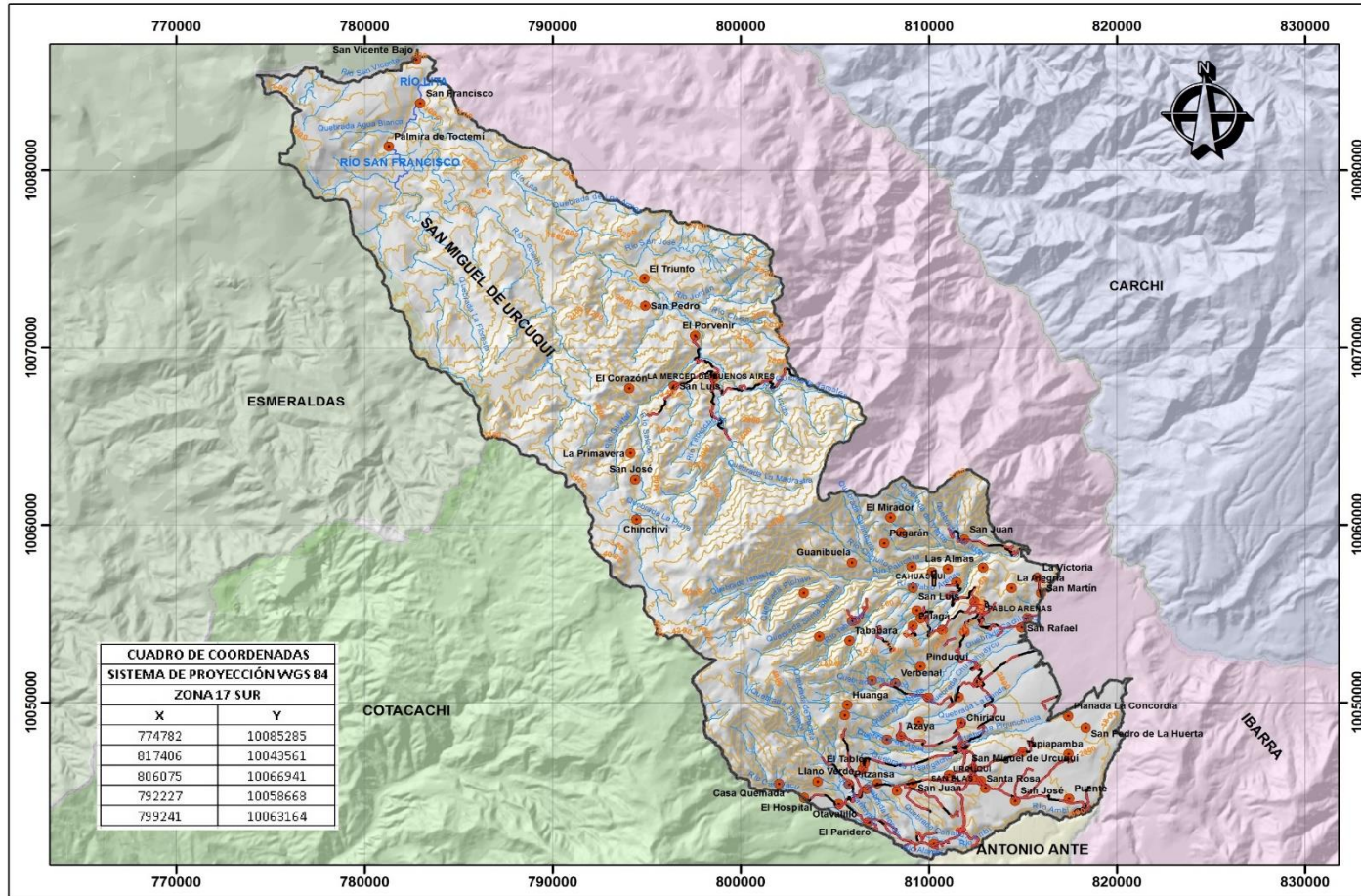


COORDENADAS PLANAS UTM  
 SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84  
 ZONA 17 SUR

<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE INSTITUTO DE POSGRADO</p>	
<p>MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS</p>	
<p>CONTIENE: MAPA DE UBICACIÓN SAN MIGUEL DE URQUQUÍ</p>	
<p>ELABORADO POR: PUERRES JUAN</p>	<p>TUTOR: ING. GUILLERMO BELTRAN MSc</p>
<p>FUENTES: CARTOGRAFÍA IGM ESC 1:50,000 CARTAS TOPOGRÁFICAS ESC 1:50,000 MAPA DE CARIS 88-2015</p>	<p>1 DE 21</p>
<p>FECHA: 16 DE MAYO 2018</p>	<p>ESCALA DE TRABAJO: 1:50,000</p>

ECUADOR - ESCALA 1:250 000

### MAPA BASE SAN MIGUEL DE URQUQUÍ



CUADRO DE COORDENADAS SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84 ZONA 17 SUR	
X	Y
774782	10085285
817406	10043561
806075	10066941
792227	10058663
799241	10063164

#### SIMBOLOGÍA

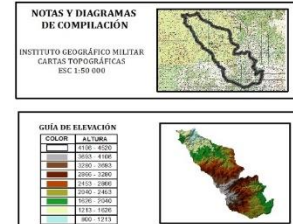
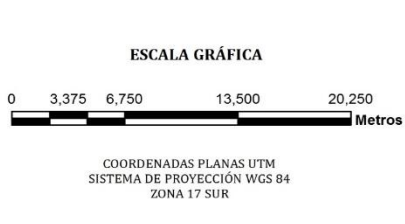
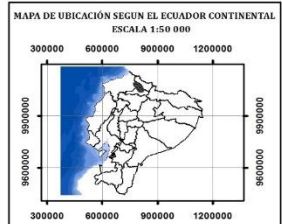
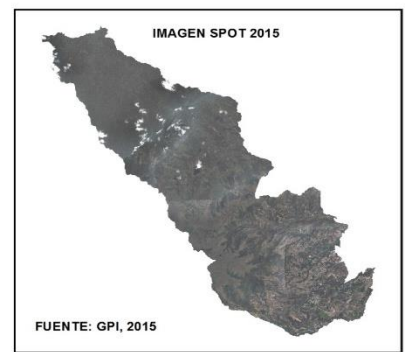
- LIMITES CANTONALES
- ZONA URBANA
- POBLADOS
- CURVAS DE NIVEL

#### vías

- SENDERO
- LÍNEA DEL TREN
- DURO/PAVIMENTO
- OTRO
- SUELTO/NO PAVIMENTO
- TEMPORAL

#### RÍOS

- INTERMITENTE
- PERENNE
- RÍOS DOBLES
- LAGOS



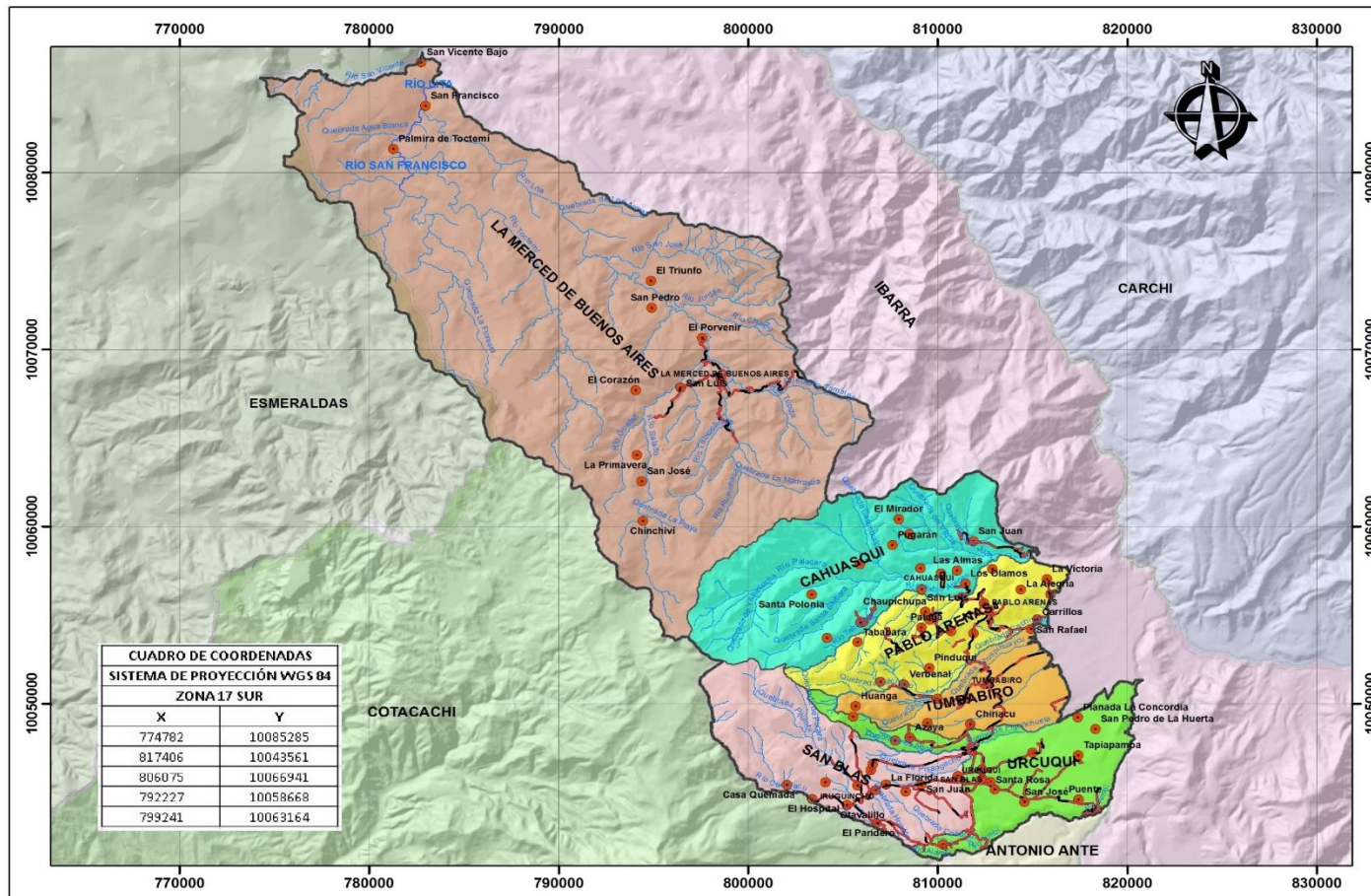
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
INSTITUTO DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

CONTIENE: MAPA BASE SAN MIGUEL DE URQUQUÍ

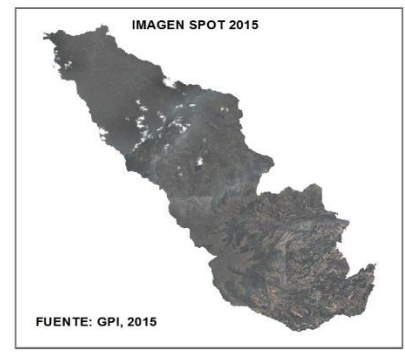
ELABORADO POR: <b>PUERRES JUAN</b>	TUTOR: <b>ING. GUILLERMO BELTRAN MSc</b>
FUENTES: CARTOGRAFÍA IGM ESC 1:50 000 CARTAS TOPOGRÁFICAS ESC 1:50 000	MAPA: 2 DE 21
FECHA: 16 DE MAYO 2016	ESCALA DE TRABAJO: 1:50 000

ECUADOR - ESCALA 1:250 000

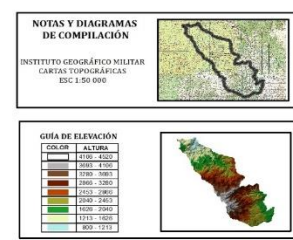
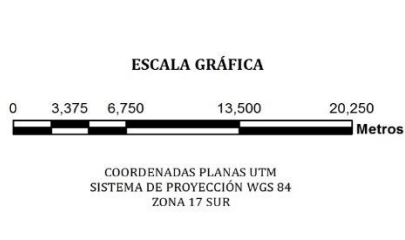
## MAPA POLÍTICO SAN MIGUEL DE URQUQUÍ



LEYENDA		
SIMBOLO	PARROQUIA	ÁREA (Ha)
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #00FFCC; border: 1px solid black;"></span>	CAHUASQUI	11 153,32
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #C08080; border: 1px solid black;"></span>	LA MERCED DE BUENOS AIRES	44 320,04
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #FFFF00; border: 1px solid black;"></span>	PABLO ARENAS	5 425,24
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #FFC0CB; border: 1px solid black;"></span>	SAN BLAS	7 404,41
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #FFA500; border: 1px solid black;"></span>	TUMBABIRO	3 713,19
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #90EE90; border: 1px solid black;"></span>	URQUQUI	6 151,47
<b>TOTAL</b>		<b>78 167,67</b>



SIMBOLOGÍA	
<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	LIMITE CANTONAL
<span style="border: 2px dashed orange; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	ZONA URBANA
<span style="color: red; font-size: 1.2em;">•</span>	POBLADOS
<span style="color: red; font-size: 1.2em;">—</span>	VIAS
<span style="color: red; font-size: 1.2em;">—</span>	DURO/PAVIMENTO
<span style="color: red; font-size: 1.2em;">—</span>	SUELTO/NO PAVIMENTO
<span style="color: blue; font-size: 1.2em;">—</span>	RIOS
<span style="color: blue; font-size: 1.2em;">—</span>	RIOS PRINCIPALES
<span style="color: blue; font-size: 1.2em;">—</span>	RIOS DOBLES

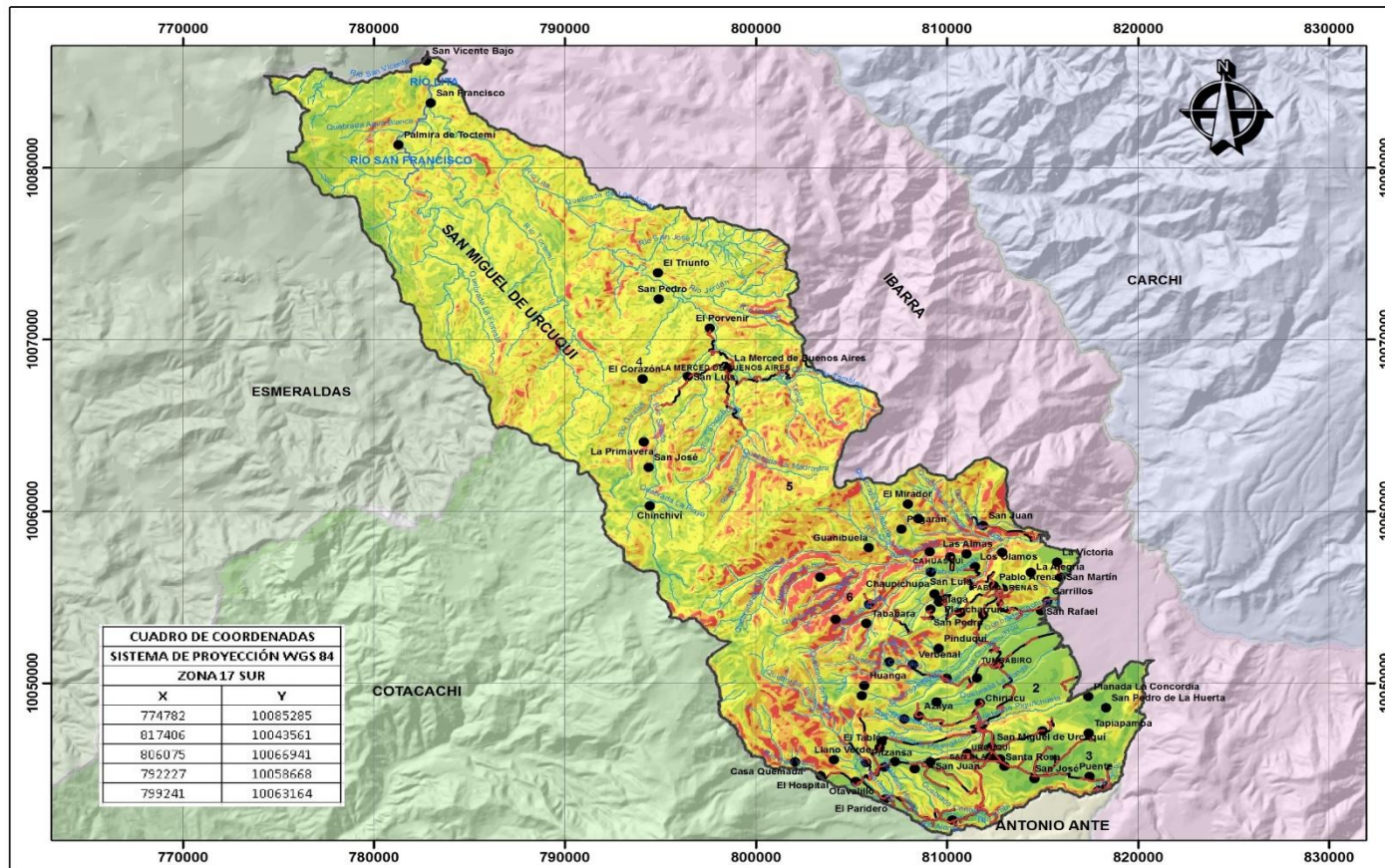


<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE</b> <b>INSTITUTO DE POSGRADO</b>	
<b>MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS</b>	
<b>CONTIENE:</b> MAPA POLITICO SAN MIGUEL DE URQUQUÍ	
<b>ELABORADO POR:</b> PUERRES JUAN	<b>TUTOR:</b> ING. GUILLERMO BELTRAN MSc
<b>FUENTES:</b> CARTOGRAFÍA IGM ESC 1:50 000 CARTAS TOPOGRÁFICAS ESC 1:50 000 BASE DE DATOS IEE 2015	<b>MAPA:</b> 3 DE 21
<b>FECHA:</b> 16 DE MAYO 2016	<b>ESCALA DE TRABAJO:</b> 1:50 000



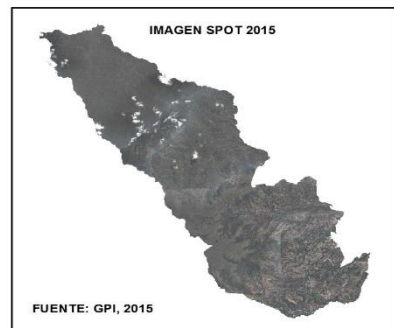
ECUADOR - ESCALA 1:250 000

### MAPA DE PENDIENTES SAN MIGUEL DE URQUQUÍ

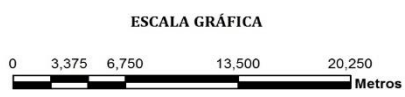


CUADRO DE COORDENADAS SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84 ZONA 17 SUR	
X	Y
774782	10085285
817406	10043561
806075	10065941
792227	10058668
799241	10063164

LEYENDA		
COLOR	RANGO	PENDIENTE
1	0-5%	PENDIENTE PLANA
2	5-12%	PENDIENTE SUAVEMENTE INCLINADA
3	12-25%	PENDIENTE FUERTEMENTE INCLINADA
4	25-50%	PENDIENTE MONTAÑOSA
5	50-70%	PENDIENTE MUY MONTAÑOSA
6	>70%	PENDIENTE ESCARPADA



SIMBOLOGÍA	
	LIMITE CANTONAL
	ZONA URBANA
	POBLADOS
	VÍAS
	DURO/PAVIMENTO
	SUELTO/NO PAVIMENTO
	RIOS
	RIOS PRINCIPALES
	RIOS DOBLES



COORDENADAS PLANAS UTM  
SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84  
ZONA 17 SUR

NOTAS Y DIAGRAMAS DE COMPILACIÓN  
INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR  
CARTAS TOPOGRÁFICAS  
ESC 1:50 000

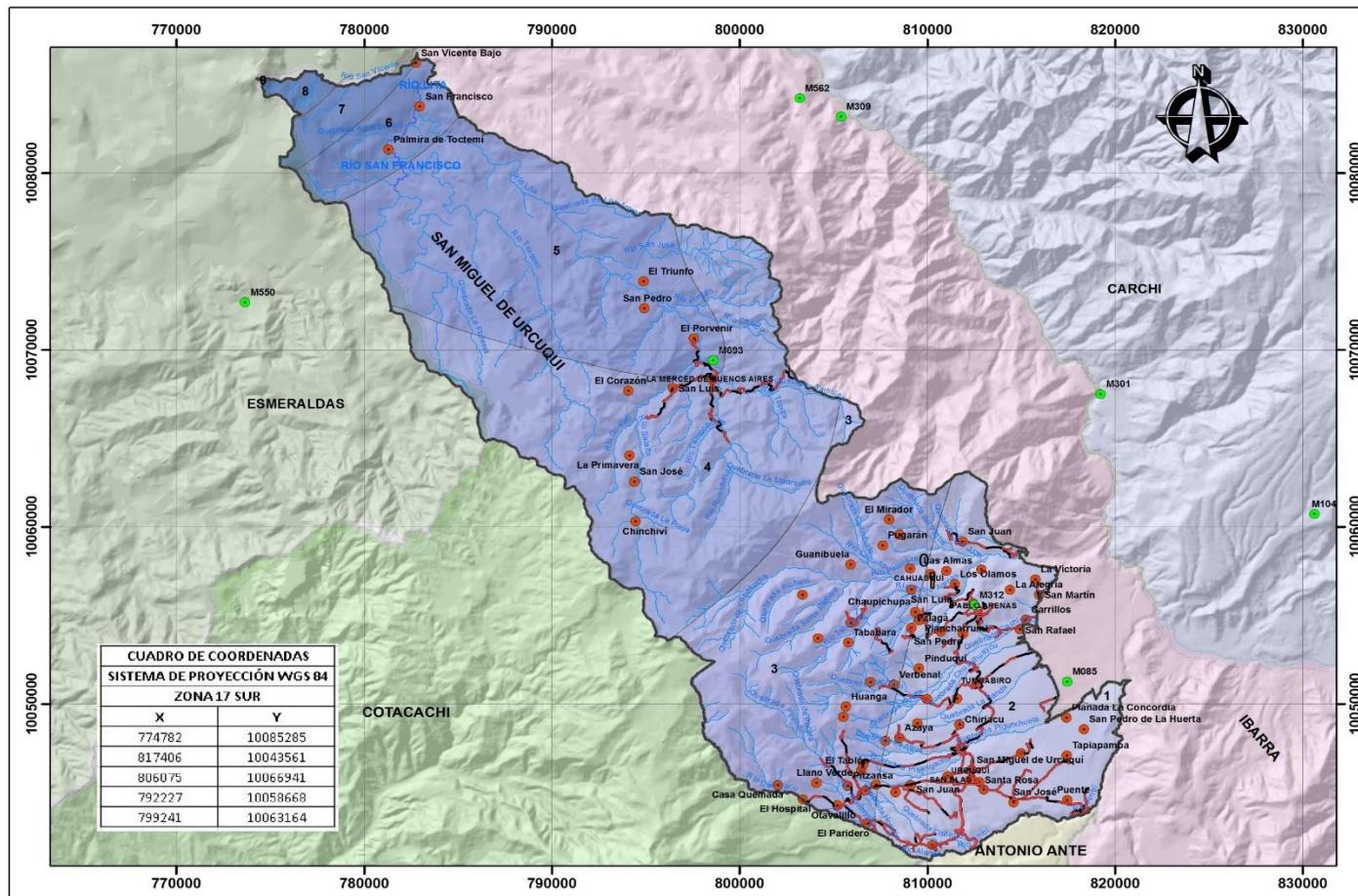
CURVA DE ELEVACIÓN	
COLOR	ALTURA
1	4100 - 4200
2	4200 - 4300
3	4300 - 4400
4	4400 - 4500
5	4500 - 4600
6	4600 - 4700
7	4700 - 4800
8	4800 - 4900
9	4900 - 5000
10	5000 - 5100

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**INSTITUTO DE POSGRADO**  
MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

CONTIENE: <b>MAPA DE PENDIENTES SAN MIGUEL DE URQUQUÍ</b>	
ELABORADO POR: <b>PUERRES JUAN</b>	TUTOR: <b>ING. GUILLERMO BELTRAN MSc</b>
FUENTES: CARTOGRAFÍA IGM ESC 1:50 000 CARTAS TOPOGRÁFICAS ESC 1:50 000	MAPA: 4 DE 21
FECHA: 16 DE MAYO 2016	ESCALA DE TRABAJO: 1:50 000

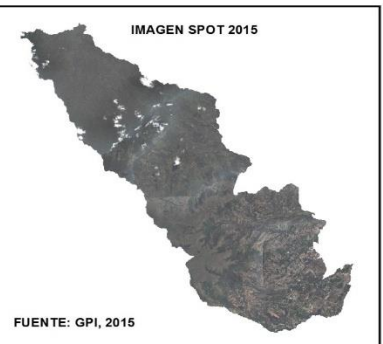
ECUADOR - ESCALA 1:250 000

## MAPA DE ISOYETAS MEDIAS ANUALES SAN MIGUEL DE URQUQUÍ

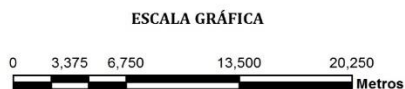


CUADRO DE COORDENADAS SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84 ZONA 17 SUR	
X	Y
774782	10085285
817406	10043561
806075	10065941
792227	10059668
799241	10063164

LEYENDA	
SIMBOLO	RANGO (Precipitación en mm)
1	0-500
2	500-1000
3	1000-1500
4	1500-2000
5	2000-2500
6	2500-3000
7	3000-3500
8	3500-4000
9	4000-4500

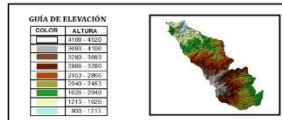


SIMBOLOGÍA	
	LIMITE CANTONAL
	ZONA URBANA
	POBLADOS
	ESTACIONES METEOROLÓGICAS
	VÍAS
	DURO/PAVIMENTO
	SUELTO/NO PAVIMENTO
	RIOS
	RIOS PRINCIPALES
	RIOS DOBLES



COORDENADAS PLANAS UTM  
SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84  
ZONA 17 SUR

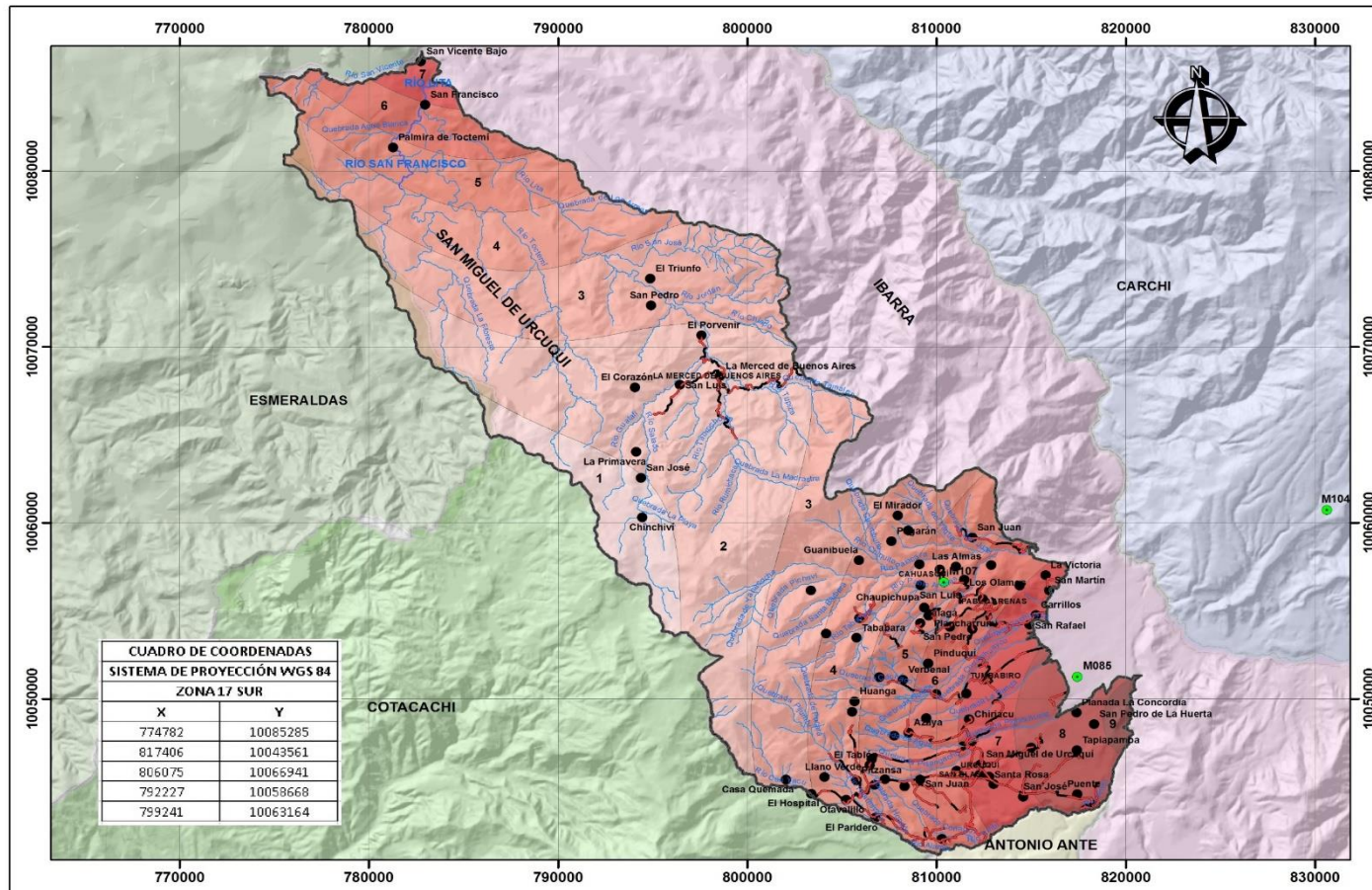
NOTAS Y DIAGRAMAS DE COMPILACIÓN  
INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR  
CARTAS TOPOGRÁFICAS  
ESC 1:50 000



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE INSTITUTO DE POSGRADO	
MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS	
CONTIENE: MAPA DE ISOYETAS MEDIAS ANUALES SAN MIGUEL DE URQUQUÍ	
ELABORADO POR: <b>PUERRES JUAN</b>	TUTOR: <b>ING. GUILLERMO BELTRAN MSC</b>
FUENTES: CARTOGRAFÍA IGM ESC 1:50 000 CARTAS TOPOGRÁFICAS ESC 1:50 000 DATOS METEOROLÓGICOS INAMHI	MAPA: 5 DE 21
FECHA: 16 DE MAYO 2016	ESCALA DE TRABAJO: 1:50 000

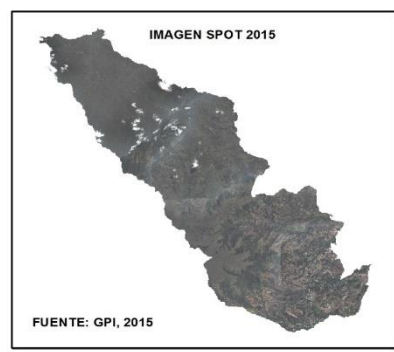
ECUADOR - ESCALA 1:250 000

## MAPA DE ISOTERMAS MEDIAS ANUALES SAN MIGUEL DE URQUQUÍ

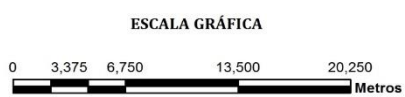


CUADRO DE COORDENADAS	
SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84	
ZONA 17 SUR	
X	Y
774782	10085285
817406	10043561
806075	10065941
792227	10058668
799241	10063164

LEYENDA	
SIMBOLO	RANGO (Temperatura °C)
1	12-13
2	13-14
3	14-15
4	15-16
5	16-17
6	17-18
7	18-19
8	19-20
9	20-21



SIMBOLOGÍA	
	LIMITE CANTONAL
	ZONA URBANA
	POBLADOS
	ESTACIONES METEOROLÓGICAS
	VÍAS
	DURO/PAVIMENTO
	SUELTO/NO PAVIMENTO
	RÍOS
	RÍOS PRINCIPALES
	RÍOS DOBLES



COORDENADAS PLANAS UTM  
SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84  
ZONA 17 SUR

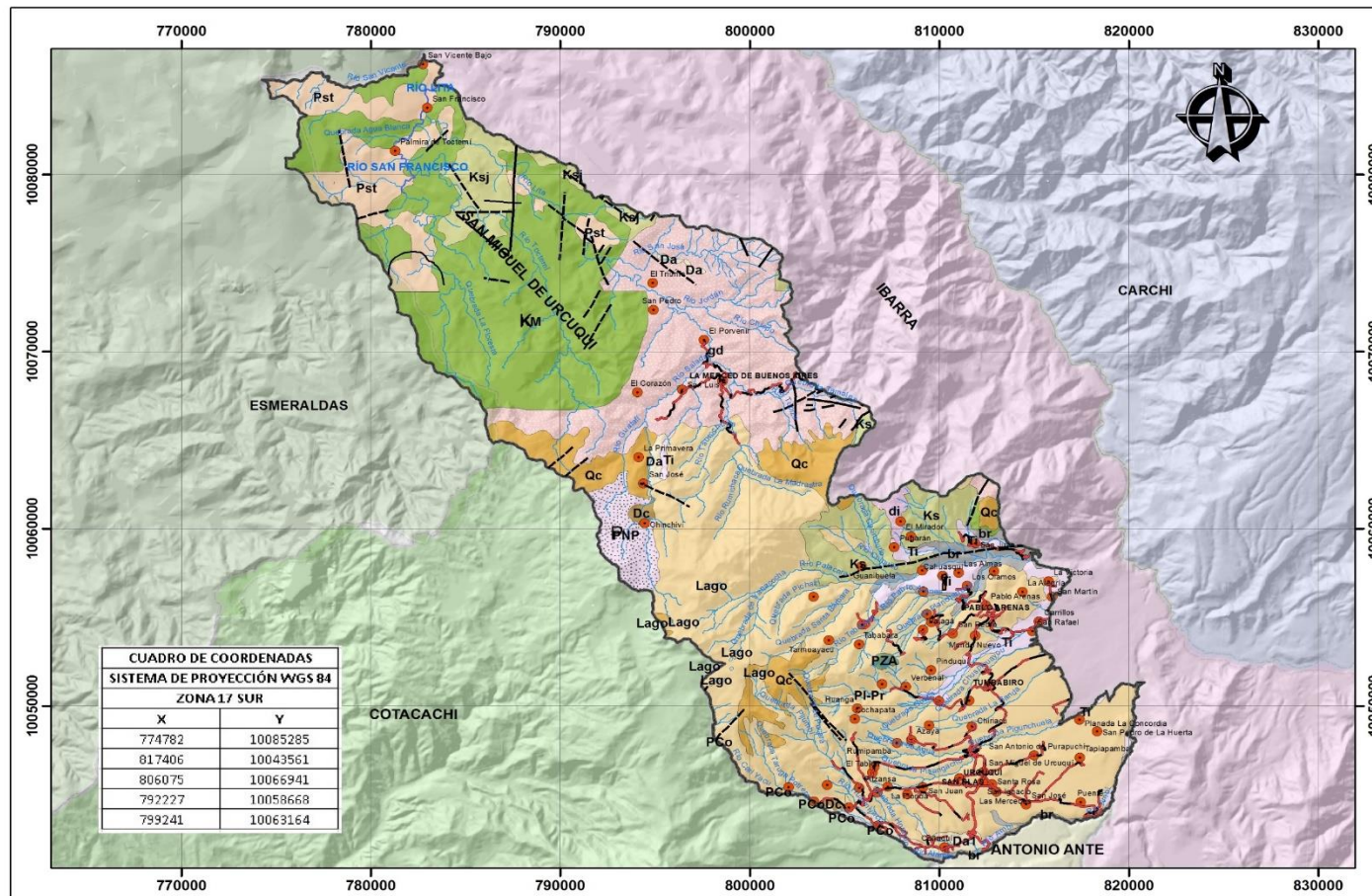
NOTAS Y DIAGRAMAS DE COMPILACIÓN  
INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR  
CARTAS TOPOGRÁFICAS  
ESC 1:50 000



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE INSTITUTO DE POSGRADO	
MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS	
CONTIENE: MAPA DE ISOTERMAS MEDIAS ANUALES SAN MIGUEL DE URQUQUÍ	
ELABORADO POR: PUERRES JUAN	TUTOR: ING. GUILLERMO BELTRAN MSc
FUENTES: CARTOGRAFÍA IGM ESC 1:50 000 CARTAS TOPOGRÁFICAS ESC 1:50 000 DATOS METEOROLÓGICOS INAMHI	MAPA: 6 DE 21
FECHA: 16 DE MAYO 2016	ESCALA DE TRABAJO: 1:50 000

ECUADOR - ESCALA 1:250 000

## MAPA GEOLÓGICO REGIONAL SAN MIGUEL DE URQUQUÍ



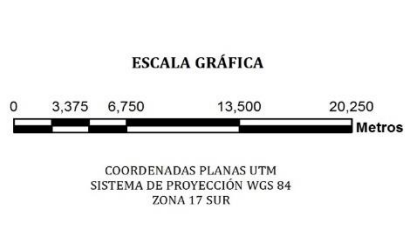
CUADRO DE COORDENADAS SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84 ZONA 17 SUR	
X	Y
774782	10085285
817406	10043561
806075	10065941
792227	10058668
799241	10063164

### LEYENDA

SÍMBOLO	GEOLOGÍA
Da	Depósito aluvial
Dc	Depósito coluvial
K <sub>M</sub>	Formación macuchi
K <sub>s</sub>	Formación silante
K <sub>sj</sub>	Formación silante
Lago	Lago
PCo	Volcánicos de Cotacachi
PNP	Volcánicos Pilavo
P <sub>za</sub>	Formación Ambuqui
PI-Pr	Volcánicos de Yanahurco
Pst	Volcánicos sedimentos
Qc	Cangahua
Ti	Terraza indiferenciada
br	Brecha volcánica (indiferencia)
di	Diorita
gd	Granodiorita
—	Falla
- - - -	Falla Cubierta
- - - -	Falla Inferida
—	Fractura

### SIMBOLOGÍA

- LIMITE CANTONAL
- ZONA URBANA
- POBLADOS
- VIAS
- DURO/PAVIMENTO
- SUELTO/NO PAVIMENTO
- RÍOS
- RÍOS PRINCIPALES
- RÍOS DOBLES



NOTAS Y DIAGRAMAS DE COMPILACIÓN

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR  
CARTAS TOPOGRÁFICAS  
ESC 1:50 000

CIHA DE ELEVACIÓN

COLOR	ALTURA
Blanco	0 - 200
Verde claro	200 - 400
Verde	400 - 600
Verde oscuro	600 - 800
Amarillo	800 - 1000
Naranja	1000 - 1200
Rojo	1200 - 1400
Púrpura	1400 - 1600
Negro	1600 - 1800
Grigio	1800 - 2000

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**INSTITUTO DE POSGRADO**

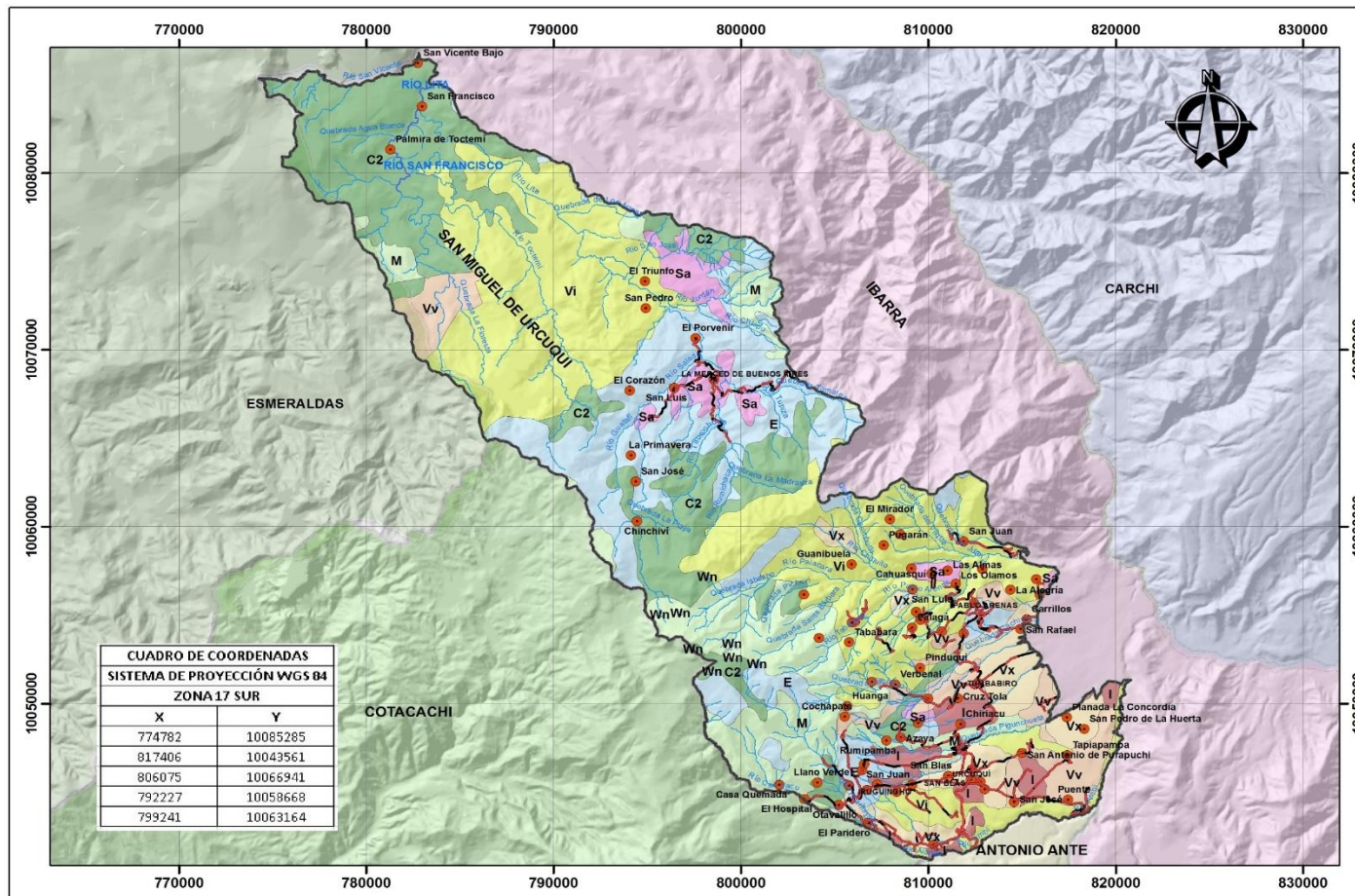
MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

CONTIENE:  
MAPA GEOLÓGICO REGIONAL SAN MIGUEL DE URQUQUÍ

ELABORADO POR: <b>PUERRES JUAN</b>	TUTOR: <b>ING. GUILLERMO BELTRAN MSc</b>
FUENTES: CARTOGRAFÍA IGM ESC 1:50 000 CARTAS TOPOGRÁFICAS ESC 1:50 000 BASE DE DATOS GEOLÓGICOS	MAPA: 7 DE 21
FECHA: 16 DE MAYO 2016	ESCALA DE TRABAJO: 1:100 000

ECUADOR - ESCALA 1:250 000

MAPA GEOMORFOLÓGICO SAN MIGUEL DE URQUQUÍ

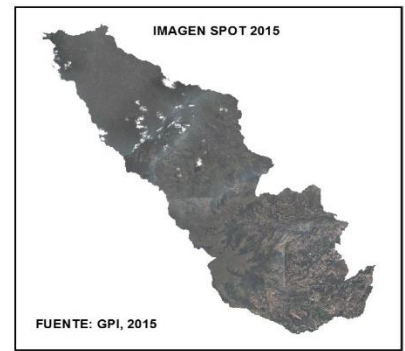


CUADRO DE COORDENADAS SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84 ZONA 17 SUR	
X	Y
774782	10085285
817406	10043561
806075	10065941
792227	10058668
799241	10063164

### LEYENDA

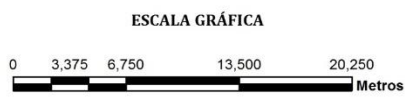
**SIMBOLO GEOMORFOLOGÍA**

- C2 Colinas medianas
- E Relieve escarpado
- I Valles Interandinos
- M Relieve montañoso
- Sa Superficies de aplanamiento
- Vi Vertientes irregulares
- Vv Vertientes concavas
- Vx Vertientes convexas
- Wn Cuerpos de agua



### SIMBOLOGÍA

- LIMITE CANTONAL
- ZONA URBANA
- POBLADOS
- VIAS
- DURO/PAVIMENTO
- SUELTO/NO PAVIMENTO
- RÍOS
- RÍOS PRINCIPALES
- RÍOS DOBLES



COORDENADAS PLANAS UTM  
SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84  
ZONA 17 SUR

NOTAS Y DIAGRAMAS DE COMPLICACIÓN

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR  
CARTAS TOPOGRÁFICAS  
ESC 1:50 000

GISHA DE ELEVACIÓN

COLOR	ALTURA
Rojo	4100 - 4500
Naranja	3700 - 4100
Amarillo	3300 - 3700
Verde claro	2900 - 3300
Verde	2500 - 2900
Verde oscuro	2100 - 2500
Cian	1700 - 2100
Azul claro	1300 - 1700
Azul	900 - 1300

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
INSTITUTO DE POSGRADO

MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

CONTIENE: MAPA GEOMORFOLÓGICO SAN MIGUEL DE URQUQUÍ

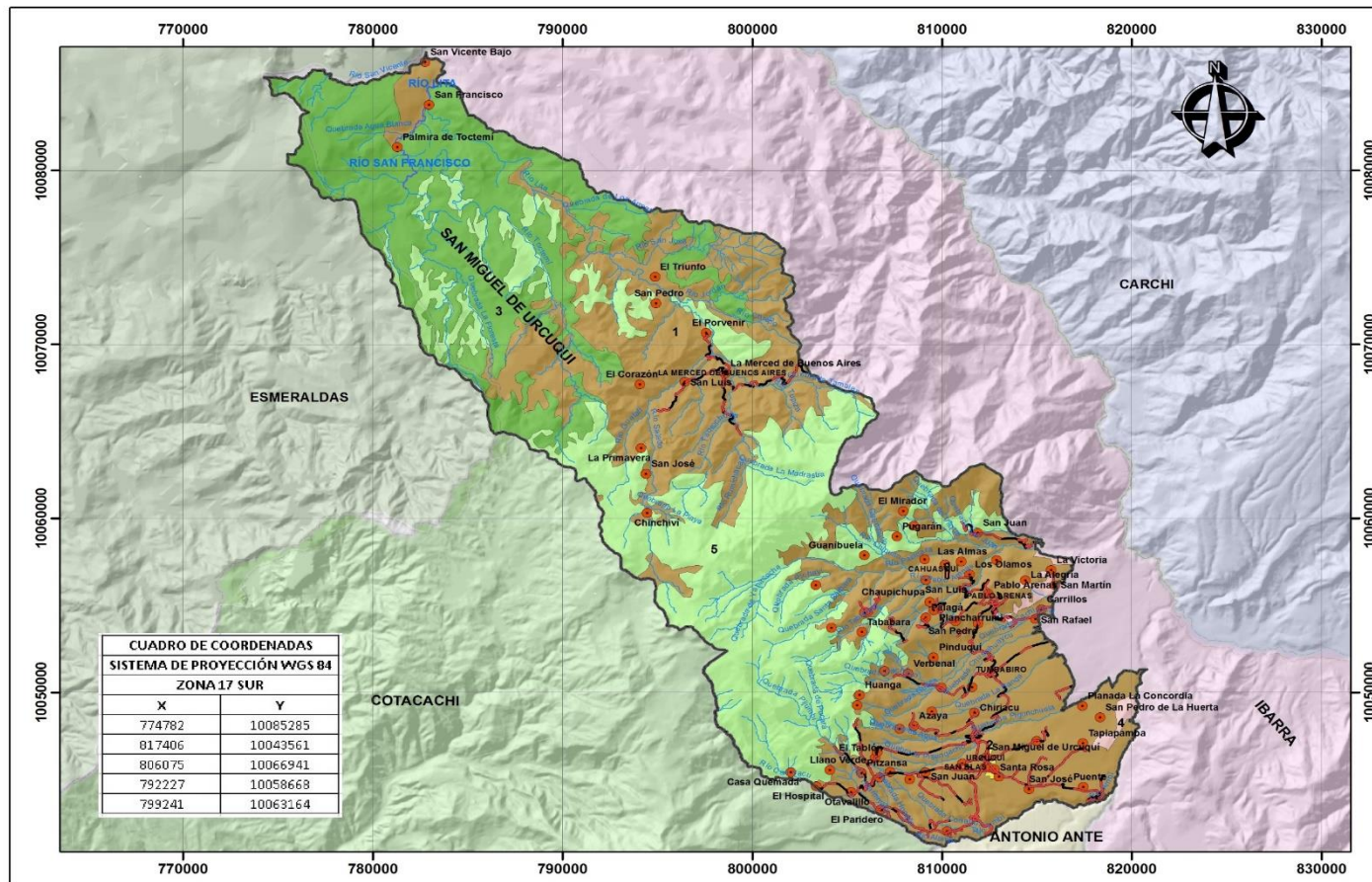
ELABORADO POR: PUERRES JUAN TUTOR: ING. GUILLERMO BELTRÁN MSc

FUENTES: CARTOGRAFÍA IGM ESC 1:50 000 MAPA: 8 DE 21  
CARTAS TOPOGRÁFICAS ESC 1:50 000  
GEOPORTAL MAGAP

FECHA: 16 DE MAYO 2016 ESCALA DE TRABAJO: 1:50 000

ECUADOR - ESCALA 1:250 000

## MAPA DE COBERTURA VEGETAL SAN MIGUEL DE URQUQUÍ



CUADRO DE COORDENADAS SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84 ZONA 17 SUR	
X	Y
774782	10085285
817406	10043561
806075	10066941
792227	10058663
799241	10063164

### LEYENDA

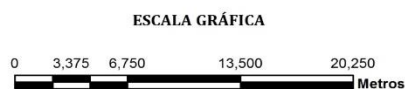
SÍMBOLO	COBERTURA VEGETAL
	1 AGROPECUARIAS
	2 ANTROPICOS
	3 BOSQUES (TIERRA FORESTAL)
	4 ERIALES (OTRAS AREAS)
	5 VEGETACION ARBUSTIVA Y HERBACEA

### IMAGEN SPOT 2015

FUENTE: GPI, 2015

### SIMBOLOGÍA

	LIMITE CANTONAL
	ZONA URBANA
	POBLADOS
	VIAS
	DURO/PAVIMENTO
	SUELTO/NO PAVIMENTO
	RIOS
	RIOS PRINCIPALES
	RIOS DOBLES



COORDENADAS PLANAS UTM  
SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84  
ZONA 17 SUR

### NOTAS Y DIAGRAMAS DE COMPILACIÓN

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR  
CARTAS TOPOGRÁFICAS  
ESC 1:50 000

### GUIA DE ELEVACIÓN

COLOR	ALTURA
	4250 - 4500
	3750 - 4250
	3250 - 3750
	2750 - 3250
	2250 - 2750
	1750 - 2250
	1250 - 1750
	750 - 1250
	250 - 750

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**INSTITUTO DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS**

---

**CONTIENE:** MAPA DE COBERTURA VEGETAL SAN MIGUEL DE URQUQUÍ

---

<b>ELABORADO POR:</b> PUERRES JUAN	<b>TUTOR:</b> ING. GUILLERMO BELTRAN MSc
------------------------------------	--

---

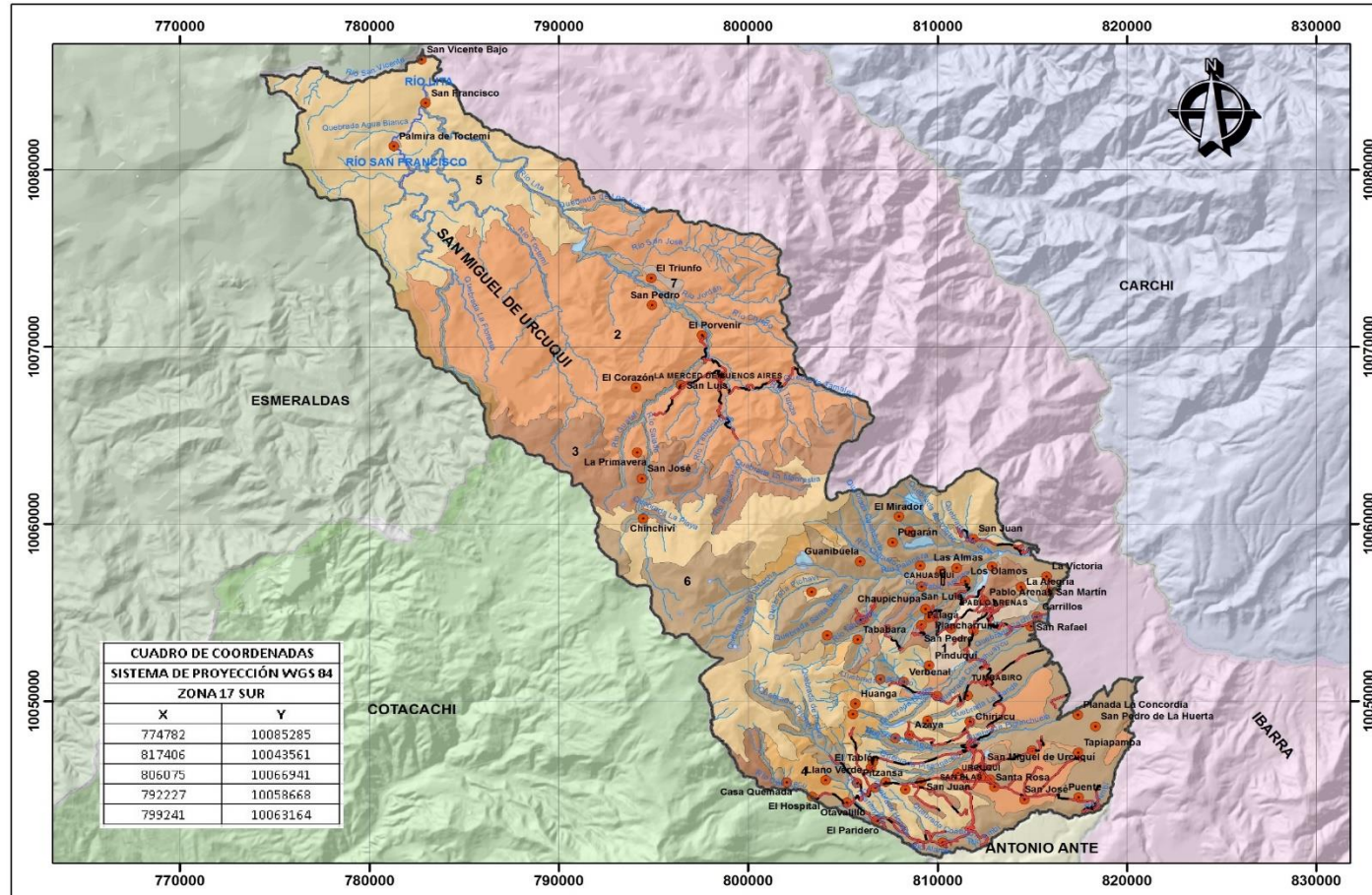
<b>FUENTES:</b> CARTOGRAFIA IGM ESC 1:50 000 CARTAS TOPOGRÁFICAS ESC 1:50 000 BASE DE DATOS IEE 2015	<b>MAPA:</b> 9 DE 21
--	----------------------

---

<b>FECHA:</b> 16 DE MAYO 2016	<b>ESCALA DE TRABAJO:</b> 1:25 000
-------------------------------	------------------------------------

ECUADOR - ESCALA 1:250 000

MAPA DE TIPOS DE SUELOS SAN MIGUEL DE URQUQUÍ

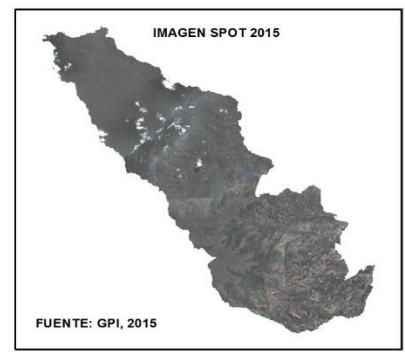


**CUADRO DE COORDENADAS SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84 ZONA 17 SUR**

X	Y
774782	10085285
817405	10043561
806075	10065941
792227	10058668
799241	10063164

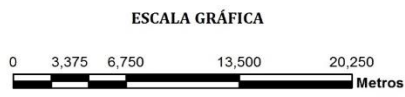
**LEYENDA**

SIMBOLO	TIPO DE SUELOS
1	ARENA
2	ARENO FRANCO
3	FRANCO
4	FRANCO ARCILLO-ARENOSO
5	FRANCO ARCILLOSO
6	FRANCO ARENOSO
7	FRANCO LIMOSO
(Blue)	NO APLICABLE



**SIMBOLOGÍA**

- LIMITE CANTONAL
- ZONA URBANA
- POBLADOS
- VÍAS
- DUROPAVIMENTO
- SUELTO/NO PAVIMENTO
- RÍOS
- RÍOS PRINCIPALES
- RÍOS DOBLES



COORDENADAS PLANAS UTM  
SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84  
ZONA 17 SUR

**NOTAS Y DIAGRAMAS DE COMPLICACIÓN**

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR  
CARTAS TOPOGRÁFICAS  
ESC 1:50 000

**GUÍA DE ELEVACIÓN**

COLOUR	ALTURA
(White)	4000 - 4500
(Light Yellow)	3500 - 4000
(Yellow)	3000 - 3500
(Orange)	2500 - 3000
(Red-Orange)	2000 - 2500
(Red)	1500 - 2000
(Brown)	1000 - 1500
(Dark Brown)	500 - 1000

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
INSTITUTO DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS**

CONTIENE: MAPA DE TIPOS DE SUELOS SAN MIGUEL DE URQUQUÍ

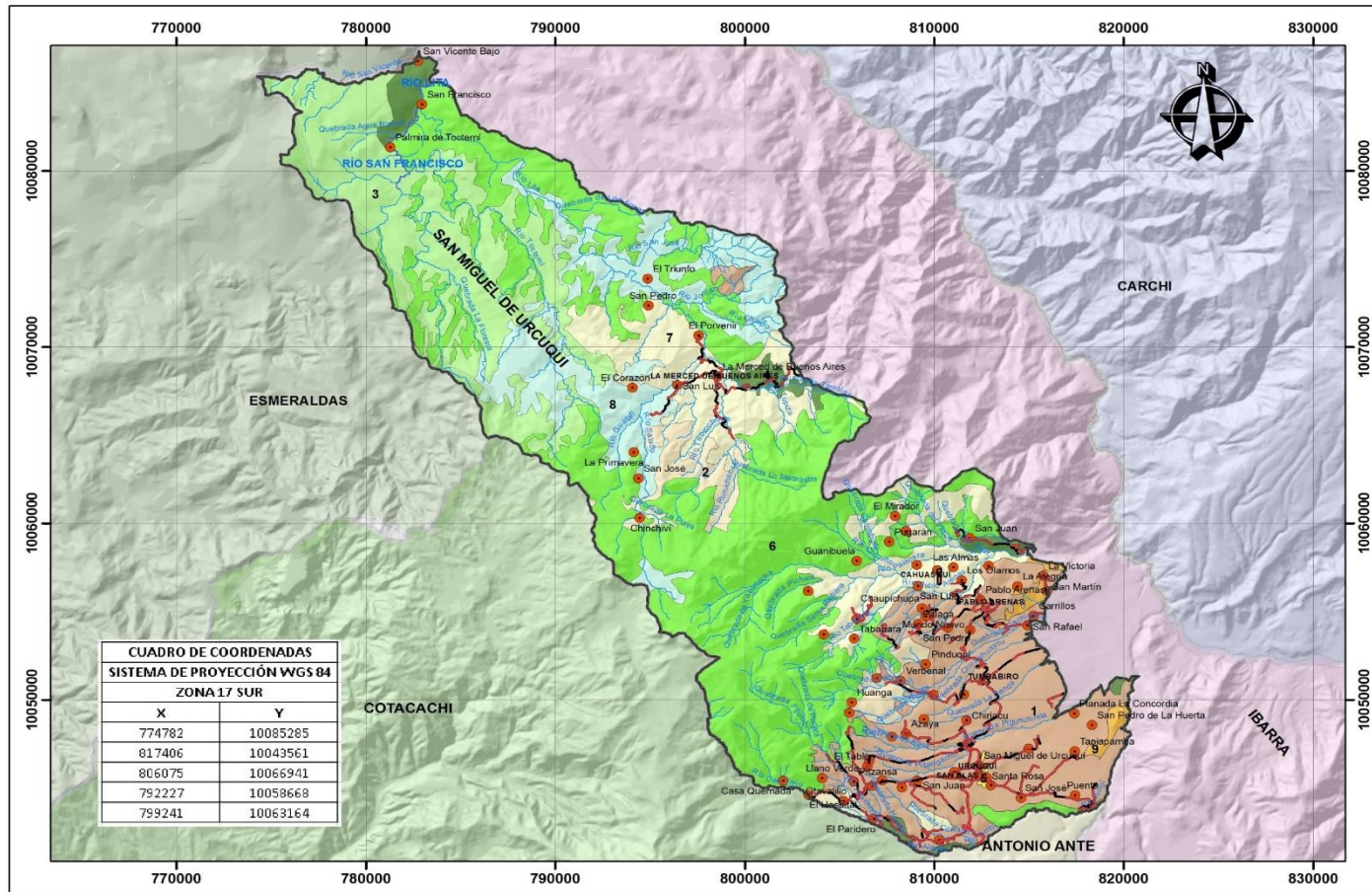
ELABORADO POR: PUERRES JUAN TUTOR: ING. GUILLERMO BELTRAN MSc

FUENTES: CARTOGRAFÍA IGM ESC 1:50 000  
CARTAS TOPOGRÁFICAS ESC 1:50 000  
BASE DE DATOS IEE 2015

FECHA: 16 DE MAYO 2016 ESCALA DE TRABAJO: 1:25 000

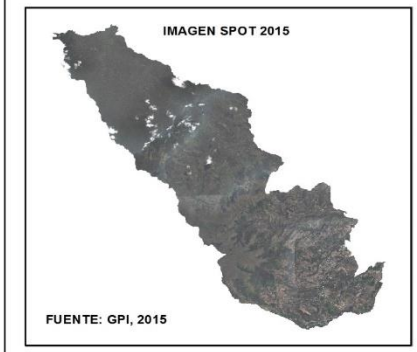
ECUADOR - ESCALA 1:250 000

## MAPA DE USO DEL SUELO SAN MIGUEL DE URQUUÍ

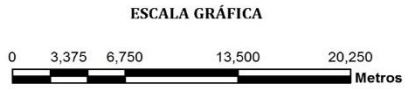


CUADRO DE COORDENADAS	
SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84	
ZONA 17 SUR	
X	Y
774782	10085285
817406	10043561
806075	10065941
792227	10058668
799241	10063164

LEYENDA	
SÍMBOLO	USO DEL SUELO
1	AGRÍCOLA
2	AGRÍCOLA - CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN
3	AGROPECUARIO FORESTAL
4	AGROPECUARIO MIXTO
5	ANTRÓPICO
6	CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN
7	PECUARIO
8	PECUARIO - CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN
9	TIERRAS IMPRODUCTIVAS



SIMBOLOGÍA	
	LIMITE CANTONAL
	ZONA URBANA
	POBLADOS
	VIAS
	DURO/PAVIMENTO
	SUELTO/NO PAVIMENTO
	RIOS
	RIOS PRINCIPALES
	RIOS DOBLES



COORDENADAS PLANAS UTM  
SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84  
ZONA 17 SUR

NOTAS Y DIAGRAMAS DE COMPILACIÓN  
INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR  
CARTAS TOPOGRÁFICAS  
ESC 1:50 000

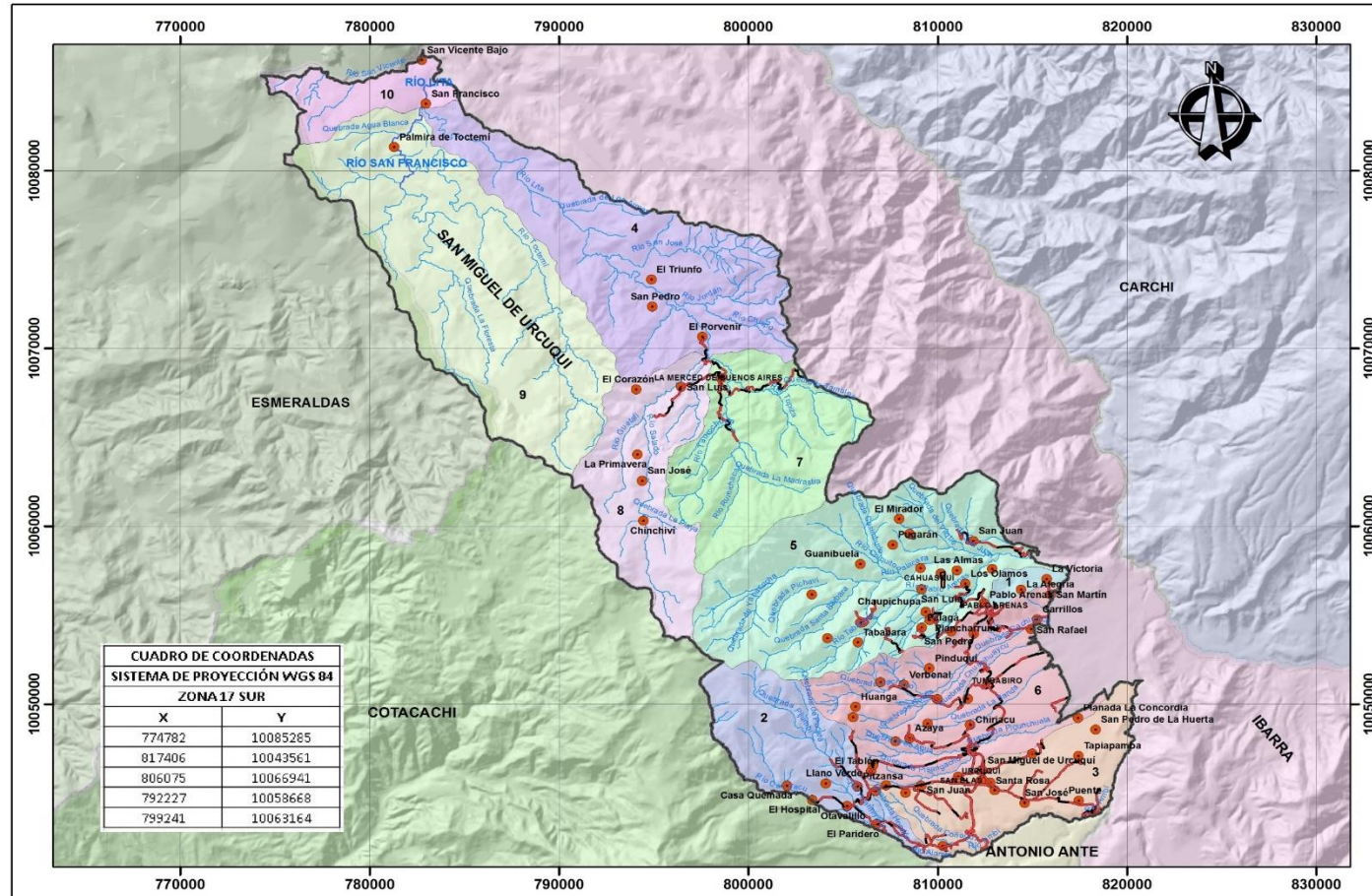


<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE</b> <b>INSTITUTO DE POSGRADO</b> MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS	
CONTIENE: MAPA DE USO DEL SUELO SAN MIGUEL DE URQUUÍ	
ELABORADO POR: <b>PURRES JUAN</b>	TUTOR: <b>ING. GUILLERMO BELTRAN MSc</b>
FUENTES: CARTOGRAFÍA IGM ESC 1:50 000 CARTAS TOPOGRÁFICAS ESC 1:50 000 BASE DE DATOS IIEE 2015	MAPA: 11 DE 21
FECHA: 16 DE MAYO 2016	ESCALA DE TRABAJO: 1:25 000



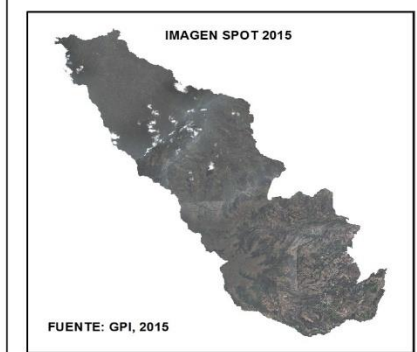
ECUADOR - ESCALA 1:250 000

## MAPA HIDROLÓGICO SAN MIGUEL DE URQUQUÍ

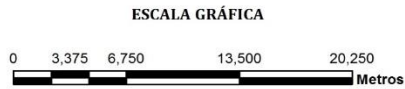


CUADRO DE COORDENADAS SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84 ZONA 17 SUR	
X	Y
774782	10085285
817406	10043561
806075	10065941
792227	10058668
799241	10063164

LEYENDA			
SÍMBOLO	CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA
1	Rio Mira	Unidad Hidrográfica 1547	Q. Yuya Pamba
2	Rio Mira	Rio Ambi	Rio Alambi
3	Rio Mira	Rio Ambi	Rio Ambi
4	Rio Mira	Rio Lita	Rio Lita
5	Rio Mira	Unidad Hidrográfica 1547	Rio Palacara
6	Rio Mira	Unidad Hidrográfica 1547	Rio Piganchuela
7	Rio Mira	Rio Lita	Rio Rumichaca
8	Rio Mira	Rio Lita	Rio Salado
9	Rio Mira	Rio Lita	Rio San Francisco
10	Rio Mira	Rio Lita	Rio San Vicente



SIMBOLOGÍA	
	LIMITE CANTONAL
	ZONA URBANA
	POBLADOS
	VÍAS
	DURO/PAVIMENTO
	SUELTO/NO PAVIMENTO
	RIOS
	RIOS PRINCIPALES
	RIOS DOBLES



COORDENADAS PLANAS UTM  
SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84  
ZONA 17 SUR

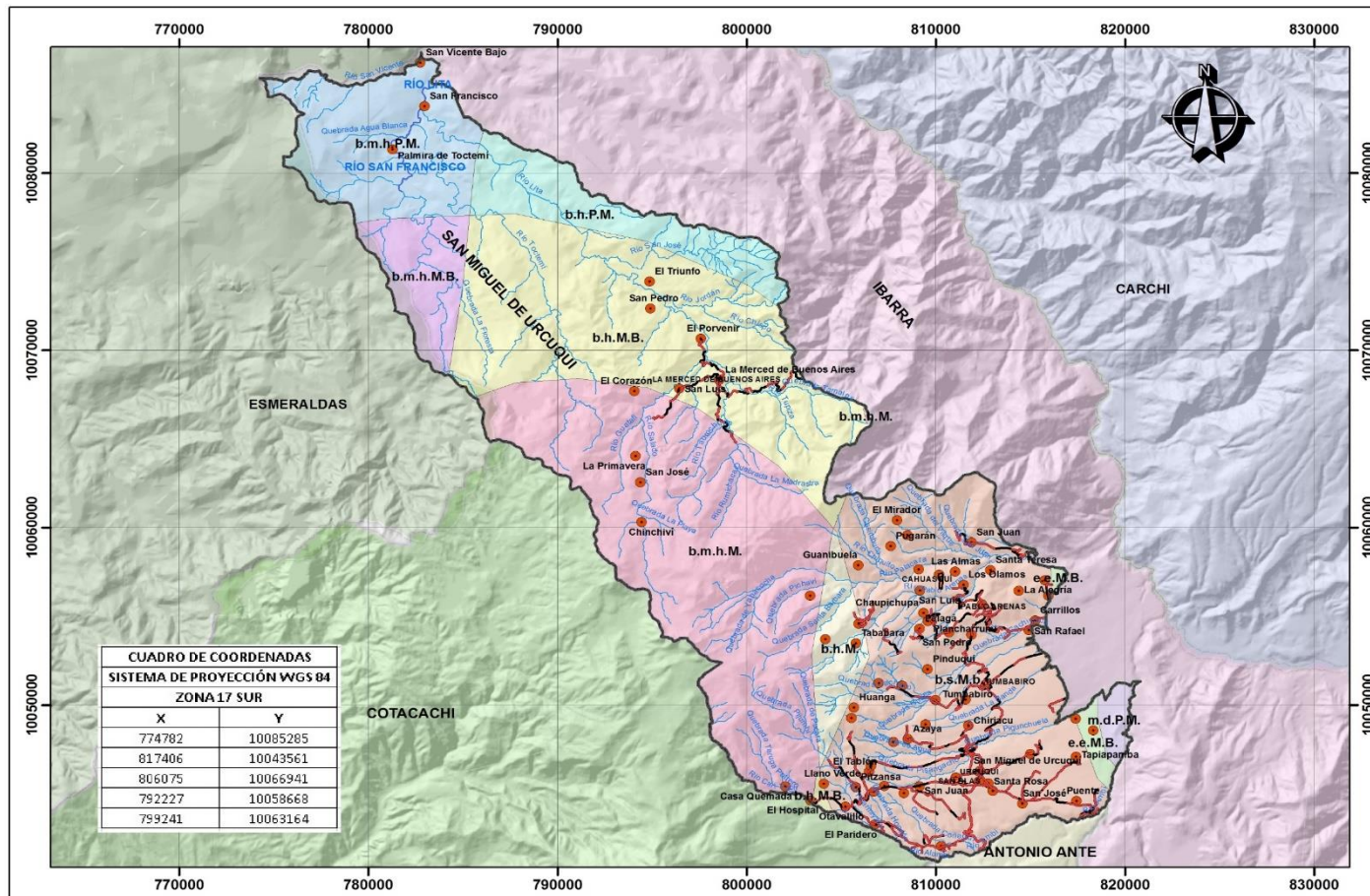
NOTAS Y DIAGRAMAS DE COMPLICACIÓN  
INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR  
CARTAS TOPOGRÁFICAS  
ESC 1:50 000

GIFA DE ELEVACIÓN	
COCCOR	ALTURA
1	0100 - 1100
2	1100 - 1500
3	1500 - 2000
4	2000 - 2500
5	2500 - 3000
6	3000 - 3500
7	3500 - 4000
8	4000 - 4500
9	4500 - 5000
10	5000 - 5500
11	5500 - 6000
12	6000 - 6500
13	6500 - 7000
14	7000 - 7500
15	7500 - 8000
16	8000 - 8500
17	8500 - 9000
18	9000 - 9500
19	9500 - 10000
20	10000 - 10500
21	10500 - 11000
22	11000 - 11500
23	11500 - 12000
24	12000 - 12500
25	12500 - 13000
26	13000 - 13500
27	13500 - 14000
28	14000 - 14500
29	14500 - 15000
30	15000 - 15500
31	15500 - 16000
32	16000 - 16500
33	16500 - 17000
34	17000 - 17500
35	17500 - 18000
36	18000 - 18500
37	18500 - 19000
38	19000 - 19500
39	19500 - 20000
40	20000 - 20500
41	20500 - 21000
42	21000 - 21500
43	21500 - 22000
44	22000 - 22500
45	22500 - 23000
46	23000 - 23500
47	23500 - 24000
48	24000 - 24500
49	24500 - 25000
50	25000 - 25500
51	25500 - 26000
52	26000 - 26500
53	26500 - 27000
54	27000 - 27500
55	27500 - 28000
56	28000 - 28500
57	28500 - 29000
58	29000 - 29500
59	29500 - 30000
60	30000 - 30500
61	30500 - 31000
62	31000 - 31500
63	31500 - 32000
64	32000 - 32500
65	32500 - 33000
66	33000 - 33500
67	33500 - 34000
68	34000 - 34500
69	34500 - 35000
70	35000 - 35500
71	35500 - 36000
72	36000 - 36500
73	36500 - 37000
74	37000 - 37500
75	37500 - 38000
76	38000 - 38500
77	38500 - 39000
78	39000 - 39500
79	39500 - 40000
80	40000 - 40500
81	40500 - 41000
82	41000 - 41500
83	41500 - 42000
84	42000 - 42500
85	42500 - 43000
86	43000 - 43500
87	43500 - 44000
88	44000 - 44500
89	44500 - 45000
90	45000 - 45500
91	45500 - 46000
92	46000 - 46500
93	46500 - 47000
94	47000 - 47500
95	47500 - 48000
96	48000 - 48500
97	48500 - 49000
98	49000 - 49500
99	49500 - 50000
100	50000 - 50500

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE INSTITUTO DE POSGRADO	
MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS	
CONTIENE:	MAPA HIDROLÓGICO SAN MIGUEL DE URQUQUÍ
ELABORADO POR:	PUERRES JUAN
TUTOR:	ING. GUILLERMO BELTRAN MSC
FUENTES:	CARTOGRAFIA IGM ESC 1:50 000 CARTAS TOPOGRÁFICAS ESC 1:50 000 SENAGUA
FECHA:	16 DE MAYO 2016
MAPA:	12 DE 21
ESCALA DE TRABAJO:	1:50 000

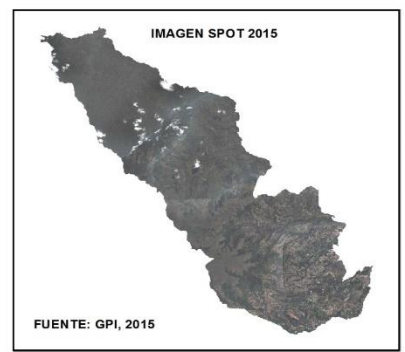
ECUADOR - ESCALA 1:250 000

## MAPA DE ZONAS DE VIDA SAN MIGUEL DE URQUQUÍ

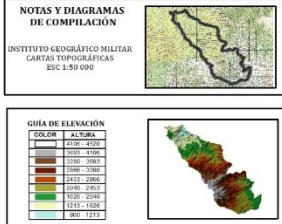
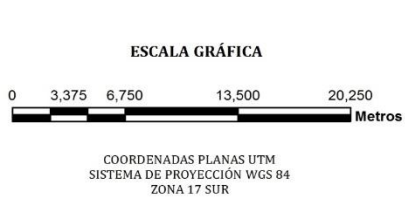


CUADRO DE COORDENADAS SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84 ZONA 17 SUR	
X	Y
774782	10085285
817406	10043561
806075	10066941
792227	10059668
799241	10063164

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	b.h.M., BOSQUE HUMEDO MONTANO
	b.h.M.B., BOSQUE HUMEDO MONTANO BAJO
	b.h.P.M., BOSQUE HUMEDO PRE MONTANO
	b.m.h.M., BOSQUE MUY HUMEDO MONTANO
	b.m.h.M.B., BOSQUE MUY HUMEDO MONTANO BAJO
	b.m.h.P.M., BOSQUE MUY HUMEDO PRE MONTANO
	b.s.M.B., BOSQUE SECO MONTANO BAJO
	e.e.M.B., ESTEPA ESPINOSA MONTANO BAJO
	m.d.P.M., MATORRAL DESERTICO PRE MONTANO



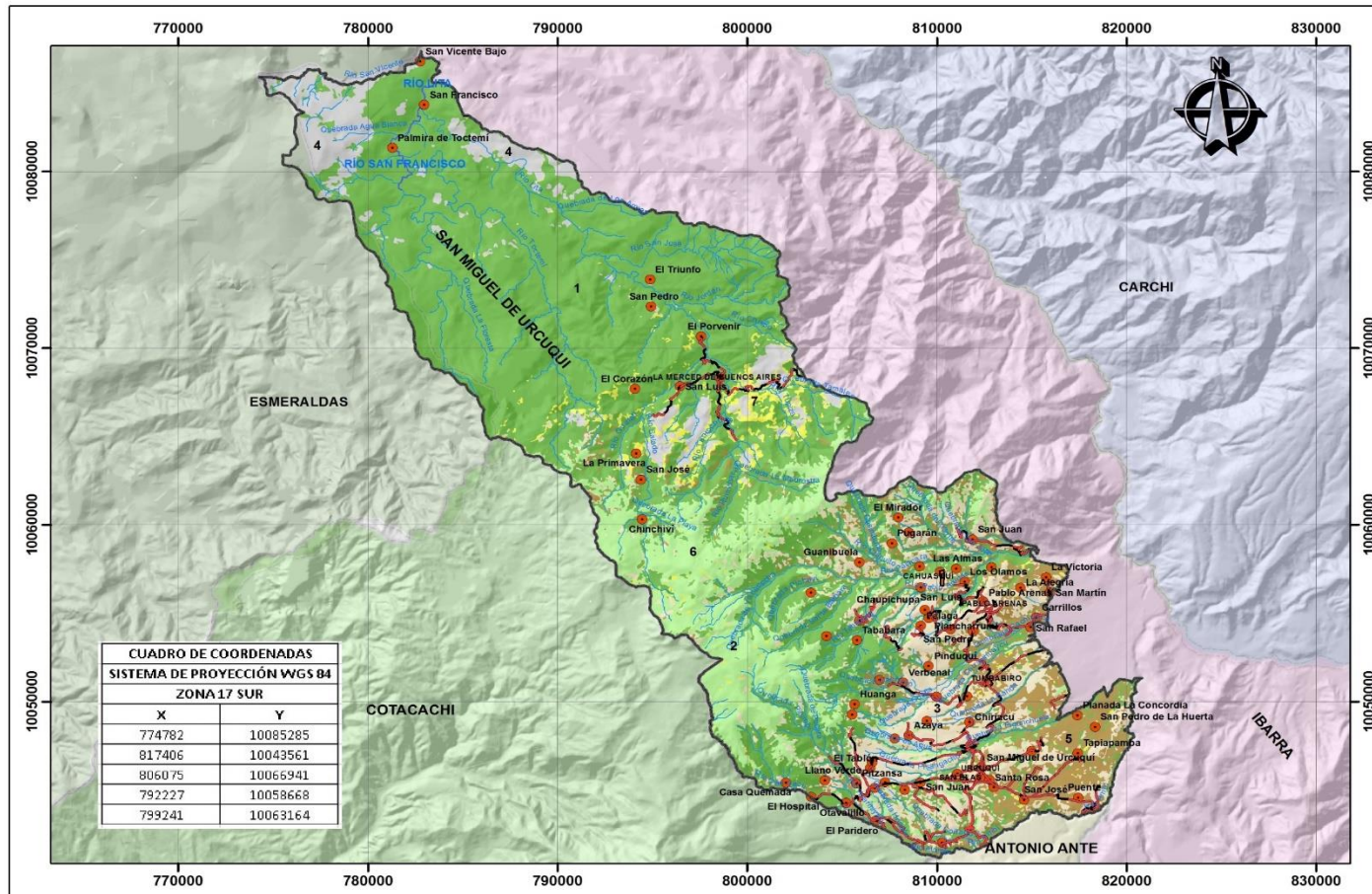
SIMBOLOGÍA	
	LÍMITE CANTONAL
	ZONA URBANA
	POBLADOS
	DURO/PAVIMENTO
	SUELTO/NO PAVIMENTO
	RIOS
	RIOS PRINCIPALES
	RIOS DOBLES



<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE</b> <b>INSTITUTO DE POSGRADO</b> MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS	
CONTIENE: <b>MAPA DE ZONAS DE VIDA SAN MIGUEL DE URQUQUÍ</b>	
ELABORADO POR: <b>PUERRES JUAN</b>	TUTOR: <b>ING. GUILLERMO BELTRAN MSc</b>
FUENTES: CARTOGRAFÍA IGN ESC 1:50 000 CARTAS TOPOGRÁFICAS ESC 1:50 000 SNI 2003	MAPA: 13 DE 21
FECHA: 16 DE MAYO 2016	ESCALA DE TRABAJO: 1:50 000

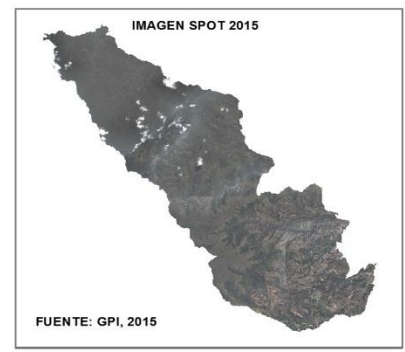
ECUADOR - ESCALA 1:250 000

MAPA DE COBERTURA VEGETAL SAN MIGUEL DE URQUQUÍ AÑO 2000

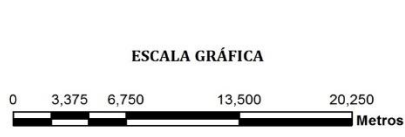


CUADRO DE COORDENADAS SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84 ZONA 17 SUR	
X	Y
774782	10085285
817406	10043561
806075	10066941
792227	10058668
799241	10063164

LEYENDA	
SÍMBOLO COBERTURA	ÁREA (Ha)
1 BOSQUES	43 988,97
2 CUERPOS DE AGUA	199,00
3 OTRAS TIERRAS	10 384,34
4 SIN INFORMACIÓN	4 702,88
5 TIERRA AGROPECUARIA	7 028,73
6 VEGETACIÓN ARBUSTIVA	9758,65
7 ZONA ANTRÓPICA	1985,63

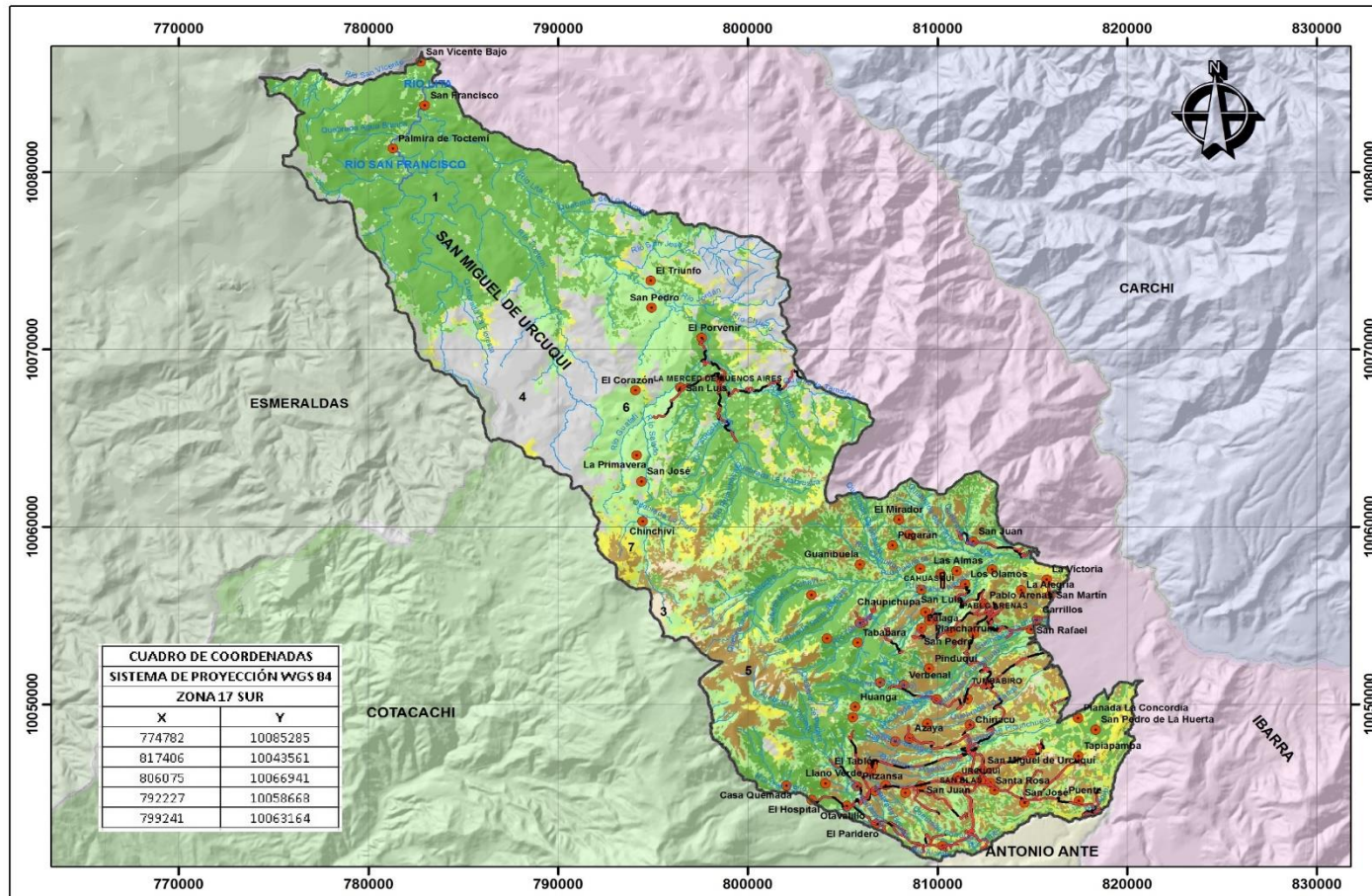


SIMBOLOGÍA	
[Line symbol]	LÍMITE CANTONAL
[Hatched symbol]	ZONA URBANA
[Red dot symbol]	POBLADOS
[Red line symbol]	VIAS
[Red dashed line symbol]	DURO/PAVIMENTO
[Red dotted line symbol]	SUELTO/NO PAVIMENTO
[Blue line symbol]	RÍOS
[Blue line symbol]	RÍOS PRINCIPALES
[Blue line symbol]	RÍOS DOBLES



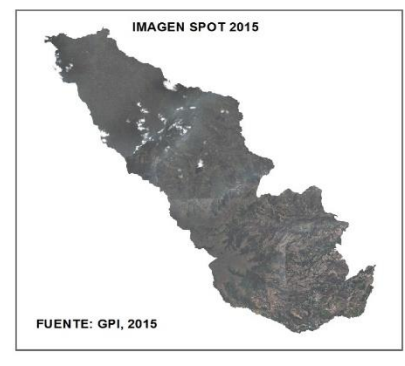
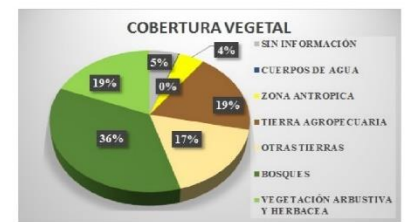
<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE</b> <b>INSTITUTO DE POSGRADO</b> MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS	
CONTIENE: MAPA DE COBERTURA VEGETAL SAN MIGUEL DE URQUQUÍ AÑO 2000	
ELABORADO POR: <b>PUERRES JUAN</b>	TUTOR: <b>ING. GUILLERMO BELTRAN MSc.</b>
FUENTES: CARTOGRAFIA IGM ESC 1:50 000 CARTAS TOPOGRÁFICAS ESC 1:50 000 IMAGEN LANSAT 8 AÑO 2000	MAPA: 14 DE 21
FECHA: 16 DE MAYO 2016	ESCALA DE TRABAJO: 1:50 000

ECUADOR - ESCALA 1:250 000 **MAPA DE COBERTURA VEGETAL SAN MIGUEL DE URQUQUÍ AÑO 2007**

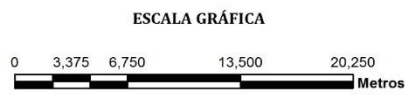


CUADRO DE COORDENADAS SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84 ZONA 17 SUR	
X	Y
774782	10085285
817406	10043561
806075	10066941
792227	10058668
799241	10063164

LEYENDA		
SIMBOLO	COBERTURA	ÁREA (Ha)
1	BOSQUES	27 956
2	CUERPOS DE AGUA	120
3	OTRAS TIERRAS	13 278
4	SIN INFORMACION	4 023
5	TIERRA AGROPECUARIA	14 548
6	VEGETACION ARBUSTIVA Y HERBACEA	14 644
7	ZONA ANTROPICA	3 523



SIMBOLOGÍA	
	LIMITE CANTONAL
	ZONA URBANA
	POBLADOS
	VÍAS
	DURO/PAVIMENTO
	SUELTO/NO PAVIMENTO
	RIOS
	RIOS PRINCIPALES
	RIOS DOBLES



COORDENADAS PLANAS UTM  
SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84  
ZONA 17 SUR

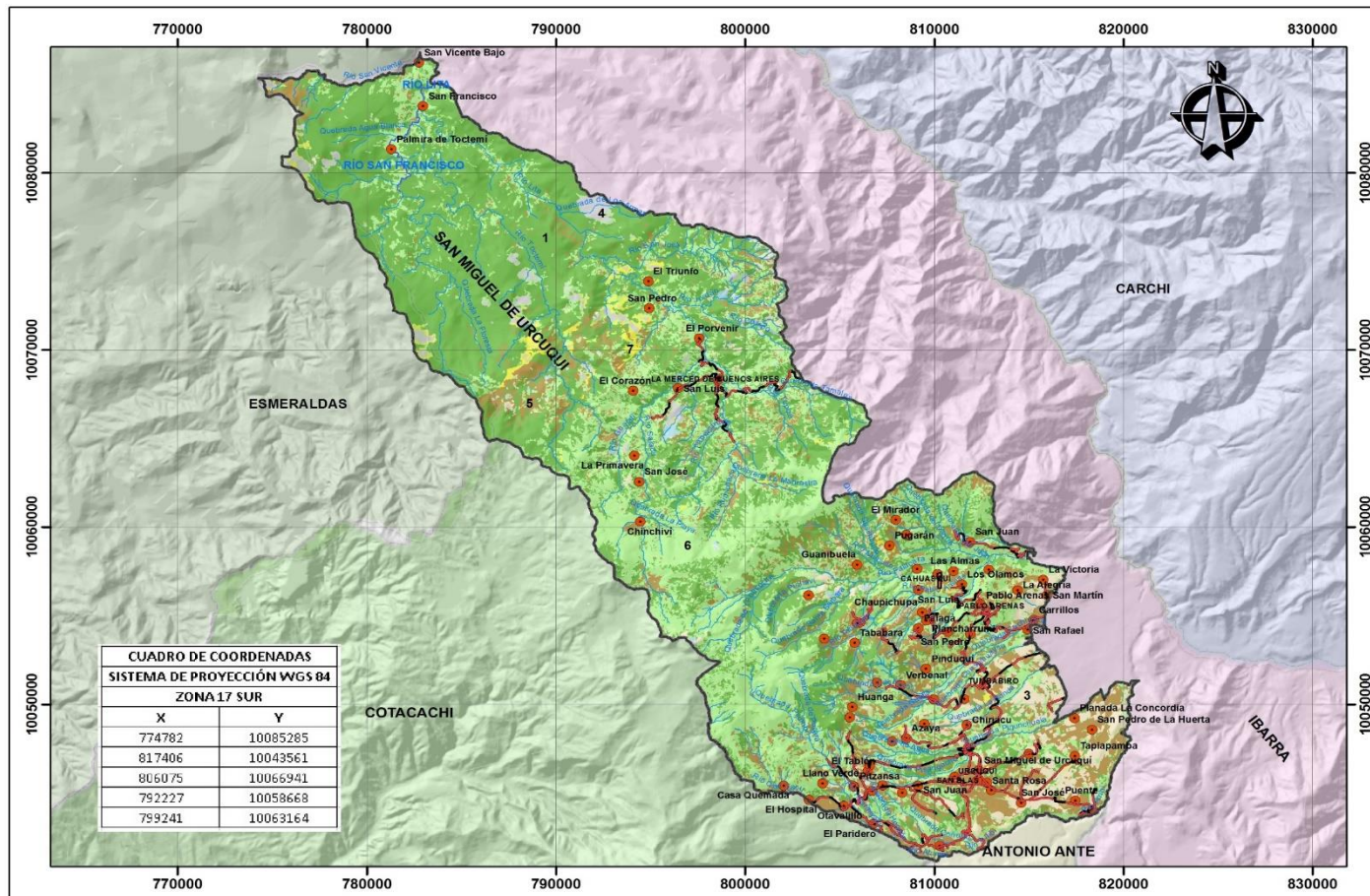
NOTAS Y DIAGRAMAS DE COMPLIACIÓN  
INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR  
CARTAS TOPOGRÁFICAS  
ESC. 1:50 000



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE INSTITUTO DE POSGRADO	
MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS	
CONTIENE: MAPA DE COBERTURA VEGETAL SAN MIGUEL DE URQUQUÍ AÑO 2007	
ELABORADO POR: <b>PUERRES JUAN</b>	TUTOR: <b>ING. GUILLERMO BELTRAN MSc</b>
FUENTES: CARTOGRAFÍA IGM ESC. 1:50 000 CARTAS TOPOGRÁFICAS ESC. 1:50 000 IMAGEN ASTER AÑO 2007	MAPA: 15 DE 21
FECHA: 16 DE MAYO 2016	ESCALA DE TRABAJO: 1:50 000

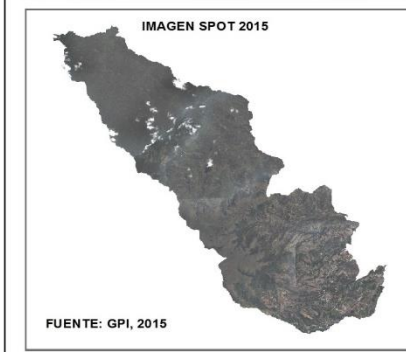
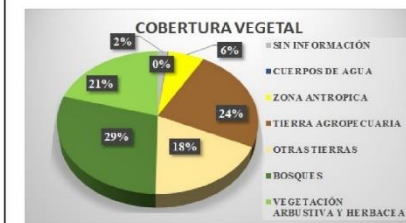
ECUADOR - ESCALA 1:250 000

## MAPA DE COBERTURA VEGETAL SAN MIGUEL DE URQUQUÍ AÑO 2015



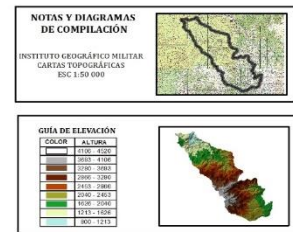
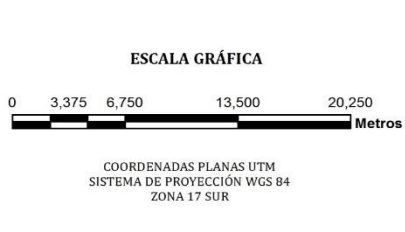
### LEYENDA

SIMBOLO	COBERTURA	ÁREA (Ha)
1	BOSQUES	22 767
2	CUERPOS DE AGUA	90
3	OTRAS TIERRAS	14 264
4	SIN INFORMACIÓN	1 382
5	TIERRA AGROPECUARIA	18 579
6	VEGETACIÓN ARBUSTIVA Y HERBÁCEA	16 007
7	ZONA ANTROPICA	4 944



### SIMBOLOGÍA

	LIMITE CANTONAL
	ZONA URBANA
	POBLADOS
	VIAS
	DURO/PAVIMENTO
	SUELTO/NO PAVIMENTO
	RIOS
	RIOS PRINCIPALES
	RIOS DOBLES



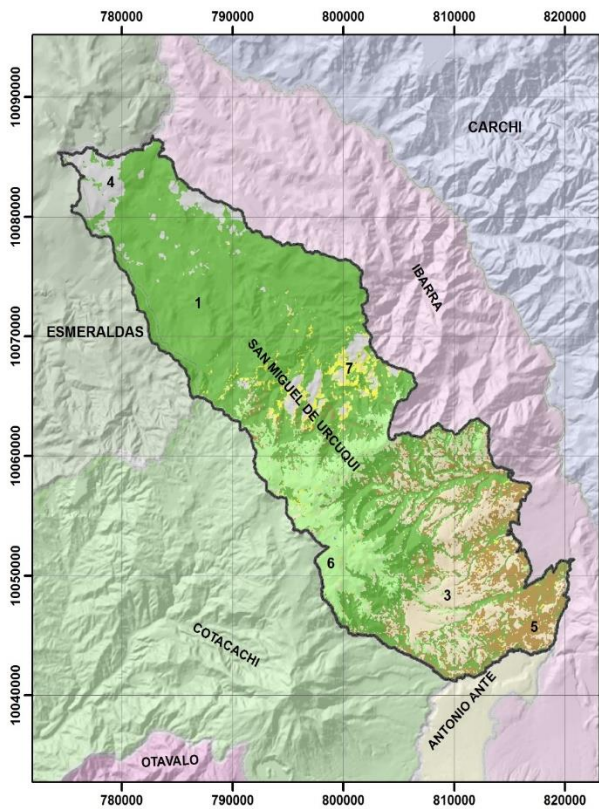
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**INSTITUTO DE POSGRADO**  
MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

CONTIENE:  
MAPA DE COBERTURA VEGETAL SAN MIGUEL DE URQUQUÍ AÑO 2015

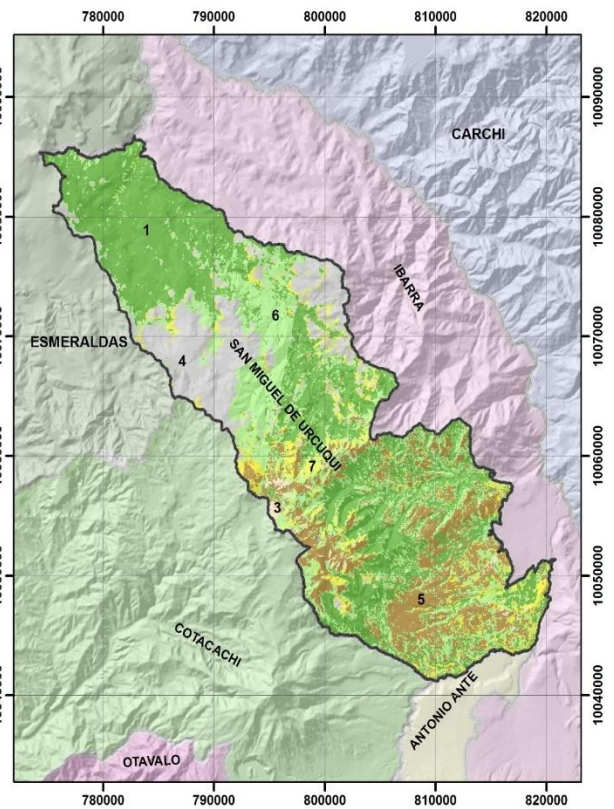
ELABORADO POR: <b>PUERRES JUAN</b>	TUTOR: <b>ING. GUILLERMO BELTRAN MSc</b>
FUENTES: CARTOGRAFIA IGM ESC 1:50 000 CARTAS TOPOGRÁFICAS ESC 1:50 000 IMAGEN SPOT 2015	MAPA: 16 DE 21
FECHA: 16 DE MAYO 2016	ESCALA DE TRABAJO: 1:50 000

# COBERTURA VEGETAL AÑOS 2000-2015

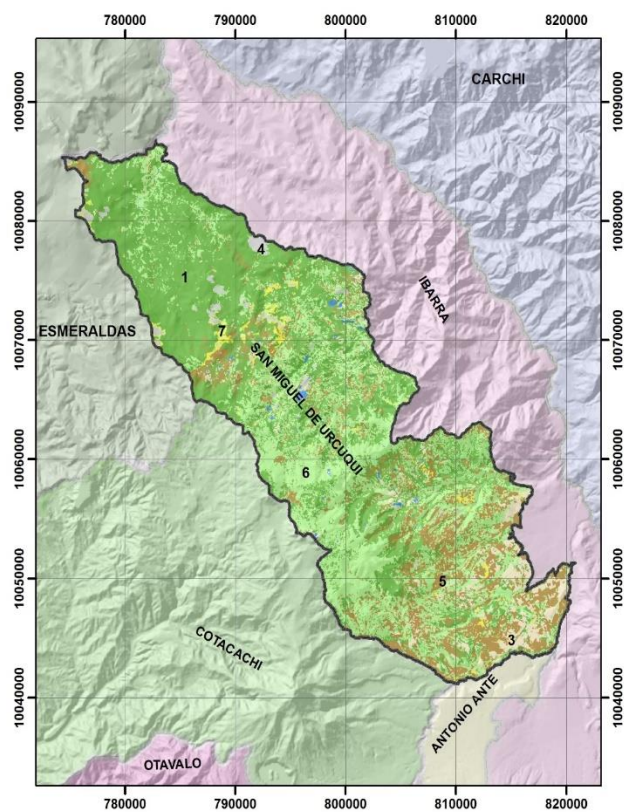
## COBERTURA VEGETAL 2000



## COBERTURA VEGETAL 2007



## COBERTURA VEGETAL 2015



### SIMBOLO



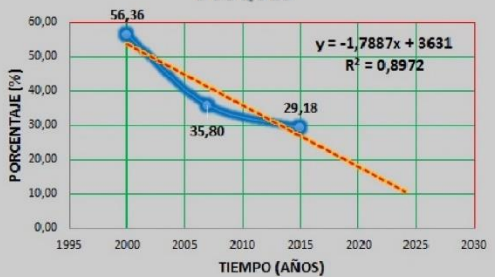
### LEYENDA

#### COBERTURA VEGETAL

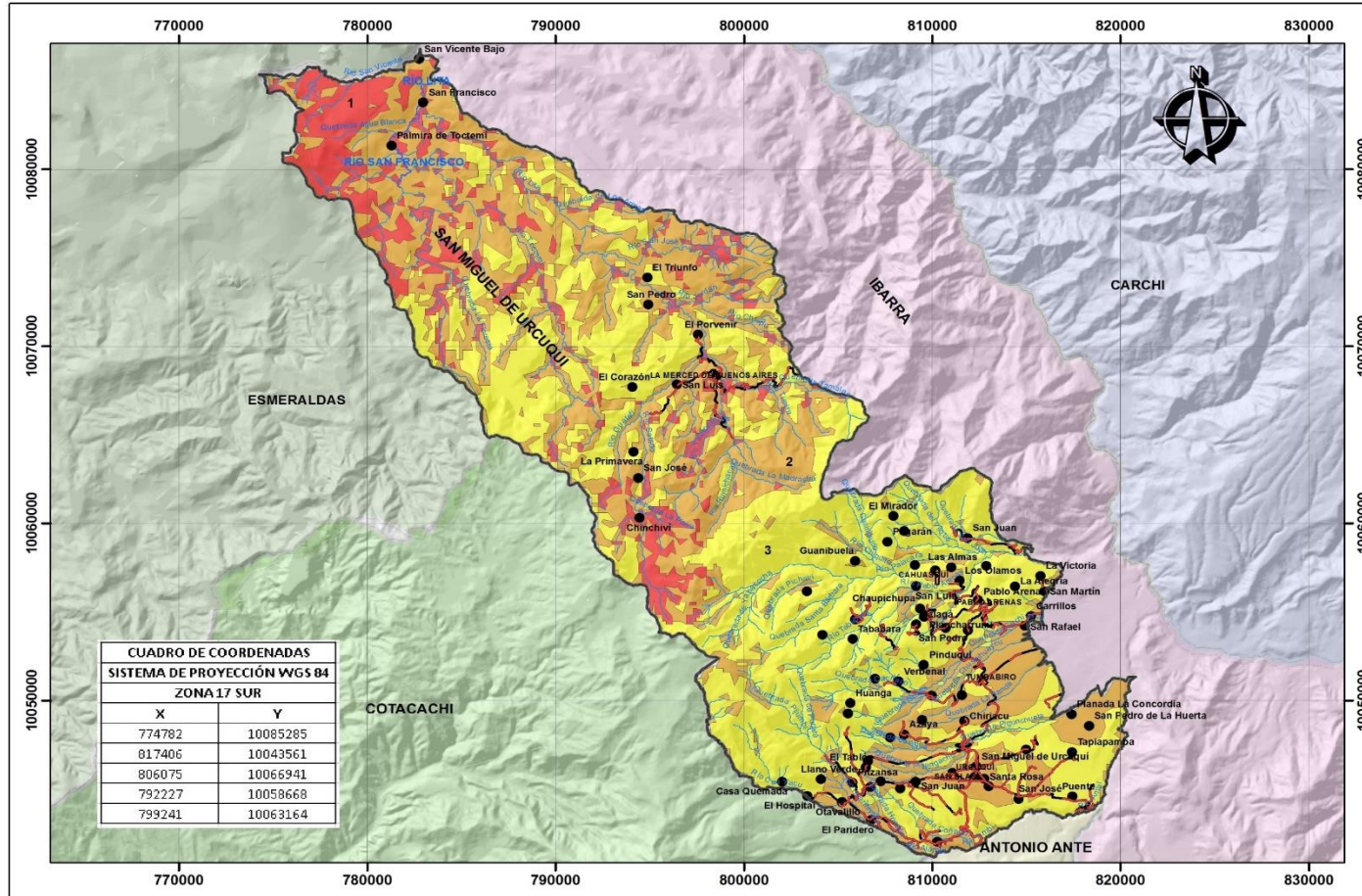
- 1 BOSQUES
- 2 CUERPOS DE AGUA
- 3 OTRAS TIERRAS
- 4 SIN INFORMACIÓN
- 5 TIERRA AGROPECUARIA
- 6 VEGETACIÓN ARBUSTIVA Y HERBÁCEA
- 7 ZONA ANTRÓPICA

ESTRATO	AÑO 2000		AÑO 2007		AÑO 2015	
	SUPERFICIE (Ha)	%	SUPERFICIE (Ha)	%	SUPERFICIE (Ha)	%
BOSQUES	43988,97	56,36	27956,00	35,80	22767,71	29,18
CUERPOS DE AGUA	199,00	0,25	120,00	0,15	90,00	0,12
OTRAS TIERRAS	10384,34	13,31	13278,00	17,00	14264,77	18,28
SIN INFORMACIÓN	4702,88	6,03	4023,00	5,15	1382,27	1,77
TIERRA AGROPECUARIA	7028,73	9,01	14548,00	18,63	18579,58	23,81
VEGETACIÓN ARBUSTIVA Y HERBÁCEA	9758,63	12,50	14644,00	18,75	16007,02	20,51
ZONA ANTRÓPICA	1985,63	2,54	3523,00	4,51	4944,24	6,34
<b>TOTAL</b>	<b>78048,18</b>	<b>100</b>	<b>78092,00</b>	<b>100</b>	<b>78035,59</b>	<b>100</b>

### BOSQUES

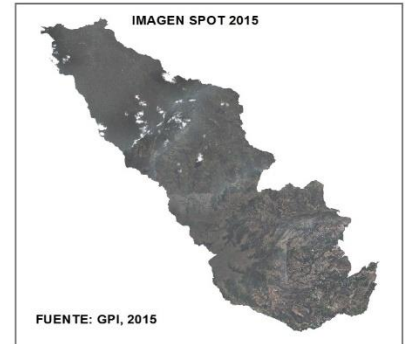


### MODELO DE INUNDACIÓN SAN MIGUEL DE URQUQUÍ

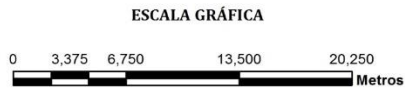


CUADRO DE COORDENADAS SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84 ZONA 17 SUR	
X	Y
774782	10085285
817406	10043561
806075	10066941
792227	10058668
799241	10063164

LEYENDA			
SIMBOLO	RIESGO	ÁREA (Ha)	%
1	ALTO	8 212,79	10,64
2	MEDIO	31 163,76	40,36
3	BAJO	37 843,72	49,00
<b>TOTAL</b>		<b>77 220,27</b>	<b>100,00</b>



SIMBOLOGÍA	
[Line]	LIMITE CANTONAL
[Hatched]	ZONA URBANA
[Dot]	POBLADOS
[Line]	VÍAS
[Line]	DURO/PAVIMENTO
[Line]	SUELTO/NO PAVIMENTO
[Wavy]	RIOS
[Wavy]	RIOS PRINCIPALES
[Wavy]	RIOS DOBLES



COORDENADAS PLANAS UTM  
SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84  
ZONA 17 SUR

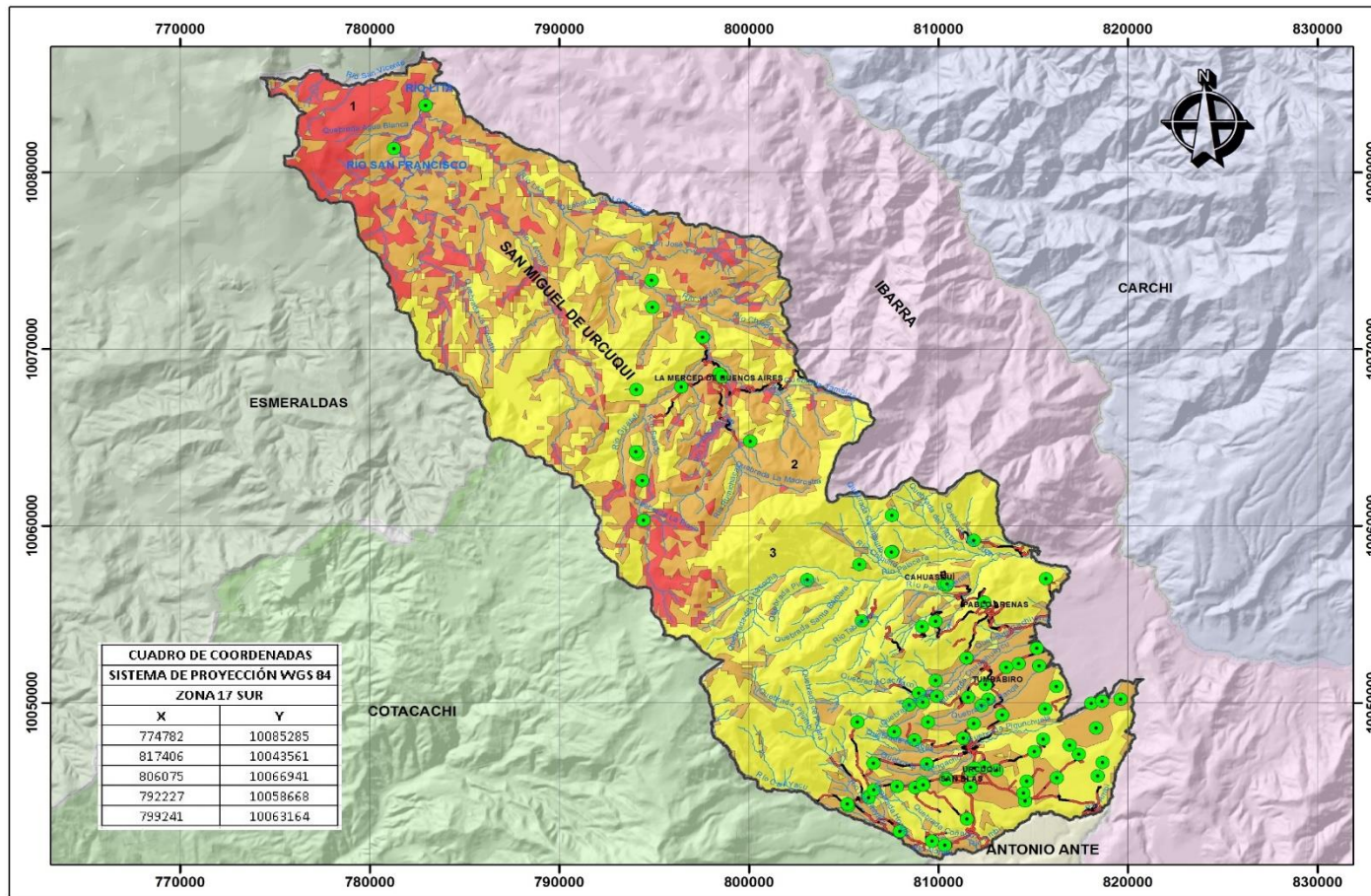
NOTAS Y DIAGRAMAS DE COMPLICACIÓN  
INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR  
CARTAS TOPOGRÁFICAS  
ESCALA 1:50 000



<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE</b> INSTITUTO DE POSGRADO MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS	
CONTIENE: <b>MODELO DE INUNDACIÓN SAN MIGUEL DE URQUQUÍ</b>	
ELABORADO POR: <b>PUERRES JUAN</b>	TUTOR: <b>ING. GUILLERMO BELTRAN MSc</b>
FUENTES: CARTOGRAFÍA IGM ESC 1:50 000 BASE DE DATOS IEE 2015	MAPA: 18 DE 21
FECHA: 16 DE MAYO 2016	ESCALA DE TRABAJO: 1:50 000

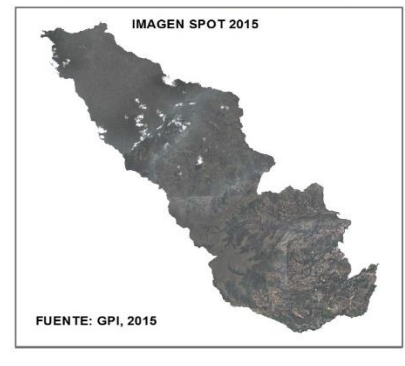
ECUADOR - ESCALA 1:250 000

**INFRAESTRUCTURA EN EL MODELO DE INUNDACIÓN SAN MIGUEL DE URQUQUÍ**

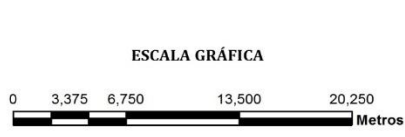


CUADRO DE COORDENADAS	
SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84	
ZONA 17 SUR	
X	Y
774782	10085285
817406	10043561
806075	10066941
792227	10058668
799241	10063164

LEYENDA			
SIMBOLO	RIESGO	ÁREA (Ha)	%
1	ALTO	8 212,79	10,64
2	MEDIO	31 163,76	40,36
3	BAJO	37 843,72	49,00
<b>TOTAL</b>		<b>77 220,27</b>	<b>100,00</b>



SIMBOLOGÍA	
[Line]	LIMITE CANTONAL
[Hatched]	ZONA URBANA
[Green Circle]	INFRAESTRUCTURA
[Red/Orange]	DURO/PAVIMENTO
[Yellow]	SUELTO/NO PAVIMENTO
[Blue]	RIOS
[Blue Line]	RIOS PRINCIPALES
[Blue Line]	RIOS DOBLES



COORDENADAS PLANAS UTM  
 SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84  
 ZONA 17 SUR

NOTAS Y DIAGRAMAS DE COMPILACIÓN  
 INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR  
 CARTAS TOPOGRÁFICAS  
 ESC 1:50 000

CUBA DE ELEVACIÓN	
COLOR	ALTURA
[White]	4100 - 4200
[Light Blue]	3700 - 4100
[Blue]	3300 - 3700
[Dark Blue]	2900 - 3300
[Green]	2500 - 2900
[Light Green]	2100 - 2500
[Yellow]	1700 - 2100
[Orange]	1300 - 1700
[Red]	900 - 1300

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**INSTITUTO DE POSGRADO**  
 MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

CONTIENE:  
**INFRAESTRUCTURA EN EL MODELO DE INUNDACIÓN SAN MIGUEL DE URQUQUÍ**

ELABORADO POR: **PUERRES JUAN**      TUTOR: **ING. GUILLERMO BELTRAN MSc**

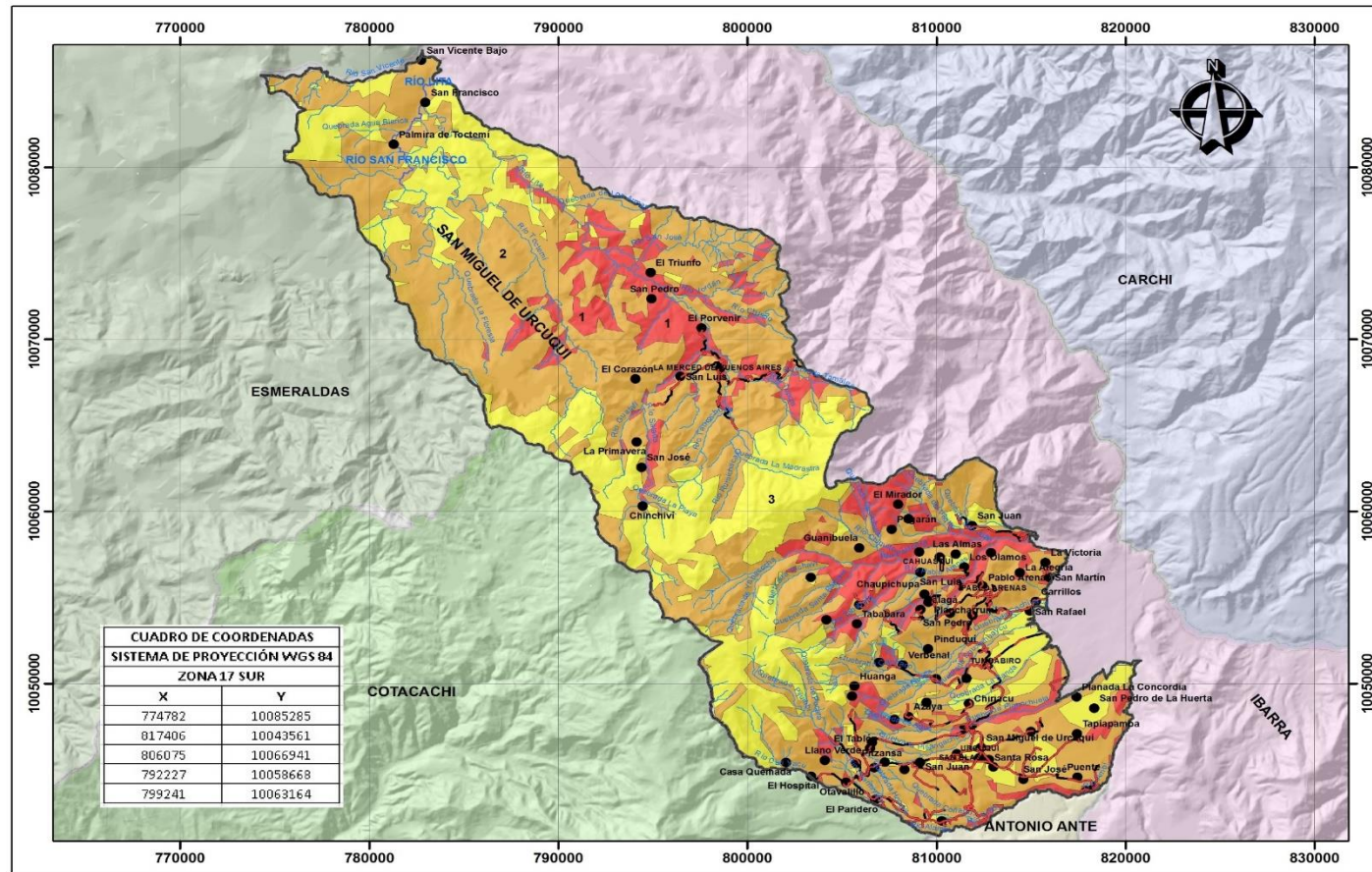
FUENTES: CARTOGRAFÍA IGM ESC 1:50 000      MAPA: 18a DE 21  
 BASE DE DATOS IEE 2015

FECHA: 16 DE MAYO 2016      ESCALA DE TRABAJO: 1:50 000



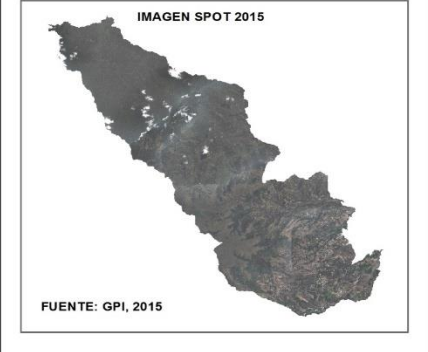
ECUADOR - ESCALA 1:250 000

**MODELO DE EROSIÓN SAN MIGUEL DE URQUQUÍ**

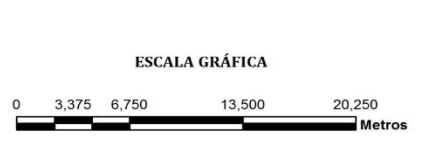
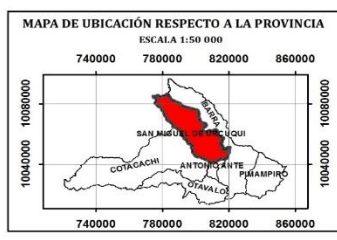


CUADRO DE COORDENADAS SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84 ZONA 17 SUR	
X	Y
774782	10085285
817406	10043561
806075	10066941
792227	10058668
799241	10063164

LEYENDA			
SIMBOLO	RIESGO	ÁREA (Ha)	%
1	ALTO	10 912,40	14,00
2	MEDIO	46 295,57	59,70
3	BAJO	20 333,97	26,23
TOTAL		77 275,21	100,00

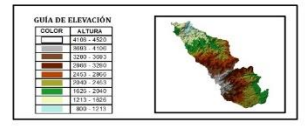


SIMBOLOGÍA	
[Line]	LIMITE CANTONAL
[Shaded Area]	ZONA URBANA
[Dot]	POBLADOS
[Line]	DURO/PAVIMENTO
[Line]	SUELTO/NO PAVIMENTO
[Blue Line]	RÍOS PRINCIPALES
[Blue Line]	RÍOS DOBLES



COORDENADAS PLANAS UTM  
SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84  
ZONA 17 SUR

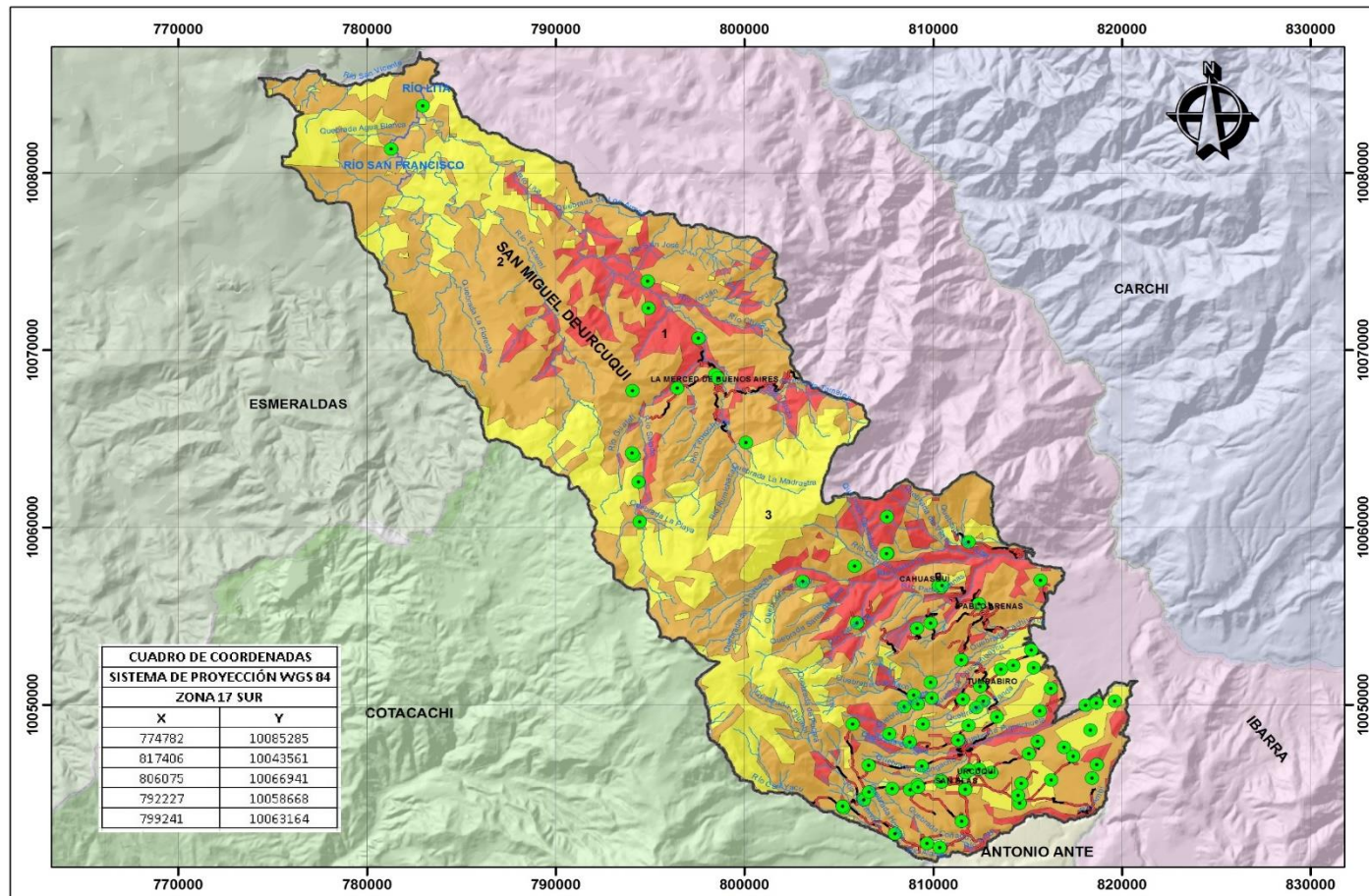
NOTAS Y DIAGRAMAS DE COMPLICACIÓN  
 INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR  
 CARTAS TOPOGRÁFICAS  
 ISC 1:50 000



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE INSTITUTO DE POSGRADO MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS	
CONTIENE: MODELO DE EROSIÓN SAN MIGUEL DE URQUQUÍ	
ELABORADO POR: PUERRES JUAN	TUTOR: ING. GUILLERMO BELTRAN MSc
FUENTES: CARTOGRAFÍA: IGM ESC 1:50 000 BASE DE DATOS: IEE 2015	MAPA: 19 DE 21
FECHA: 16 DE MAYO 2016	ESCALA DE TRABAJO: 1:50 000

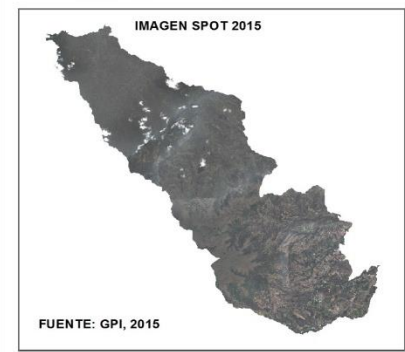
ECUADOR - ESCALA 1:250 000

**INFRAESTRUCTURA EN EL MODELO DE EROSIÓN SAN MIGUEL DE URQUQUÍ**

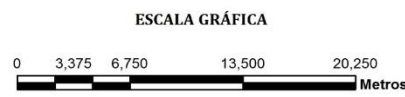


CUADRO DE COORDENADAS SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84 ZONA 17 SUR	
X	Y
774782	10085285
817406	10043561
806075	10066941
792227	10058668
799241	10063164

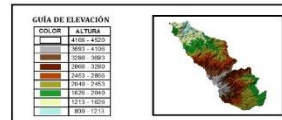
LEYENDA			
SIMBOLO	RIESGO	ÁREA (Ha)	%
[Red Box]	ALTO	10 912,40	14,00
[Orange Box]	MEDIO	46 295,57	59,70
[Yellow Box]	BAJO	20 333,97	26,23
<b>TOTAL</b>		<b>77 275,21</b>	<b>100,00</b>



SIMBOLOGÍA	
[Black line]	LIMITE CANTONAL
[Orange hatched box]	ZONA URBANA
[Green circle]	INFRAESTRUCTURA
[Red hatched box]	DURO/PAVIMENTO
[Black hatched box]	SUELTO/NO PAVIMENTO
[Blue line]	RIOS PRINCIPALES
[Blue dashed line]	RIOS DOBLES



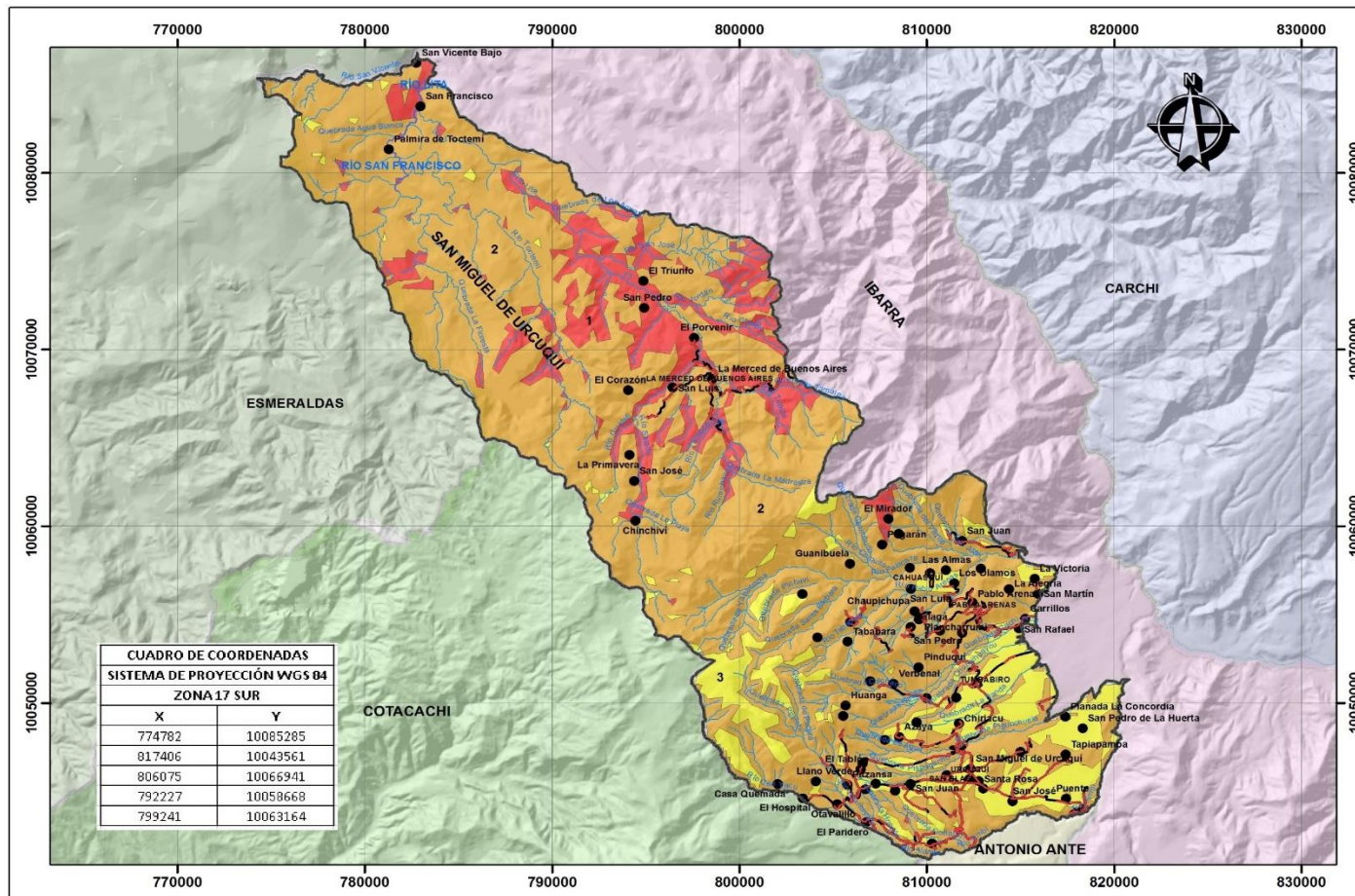
COORDENADAS PLANAS UTM SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84 ZONA 17 SUR



<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE</b> <b>INSTITUTO DE POSGRADO</b> MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS	
CONTIENE: INFRAESTRUCTURA EN EL MODELO DE EROSIÓN SAN MIGUEL DE URQUQUÍ	
ELABORADO POR: <b>PUERRES JUAN</b>	TUTOR: <b>ING. GUILLERMO BELTRAN MSc.</b>
FUENTES: CARTOGRAFÍA IGM ESC 1:50 000 BASE DE DATOS IEE 2015	MAPA: 19a DE 21
FECHA: 16 DE MAYO 2016	ESCALA DE TRABAJO: 1:50 000

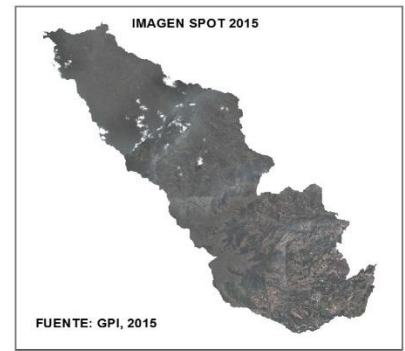
ECUADOR - ESCALA 1:250 000

MODELO DE DESLIZAMIENTOS SAN MIGUEL DE URQUQUÍ

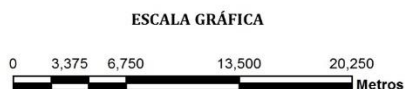
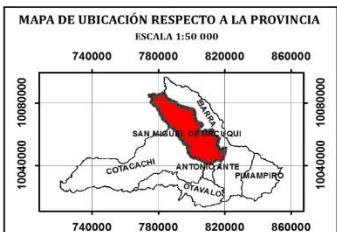


CUADRO DE COORDENADAS SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84 ZONA 17 SUR	
X	Y
774782	10085285
817406	10043561
806075	10065941
792227	10059668
799241	10063164

LEYENDA			
SIMBOLO	RIESGO	ÁREA (Ha)	%
1	ALTO	8 742,49	11,41
2	MEDIO	58 492,82	76,31
3	BAJO	9 412,00	12,28
<b>TOTAL</b>		<b>77 647,72</b>	<b>100,00</b>



SIMBOLOGÍA	
	LIMITE CANTONAL
	ZONA URBANA
	POBLADOS
	VÍAS
	DURO/PAVIMENTO
	SUELTO/NO PAVIMENTO
	RIOS
	RIOS PRINCIPALES
	RIOS DOBLES



COORDENADAS PLANAS UTM  
SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84  
ZONA 17 SUR

NOTAS Y DIAGRAMAS DE COMPILACIÓN  
INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR  
CARTAS TOPOGRÁFICAS  
ESC 1:50 000

CUBA DE ELEVACIÓN	
COLOR	ALTURA
	4750 - 5000
	3000 - 4100
	2000 - 3000
	1000 - 2000
	500 - 1000
	0 - 500

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
INSTITUTO DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

CONTIENE: MODELO DE DESLIZAMIENTOS SAN MIGUEL DE URQUQUÍ

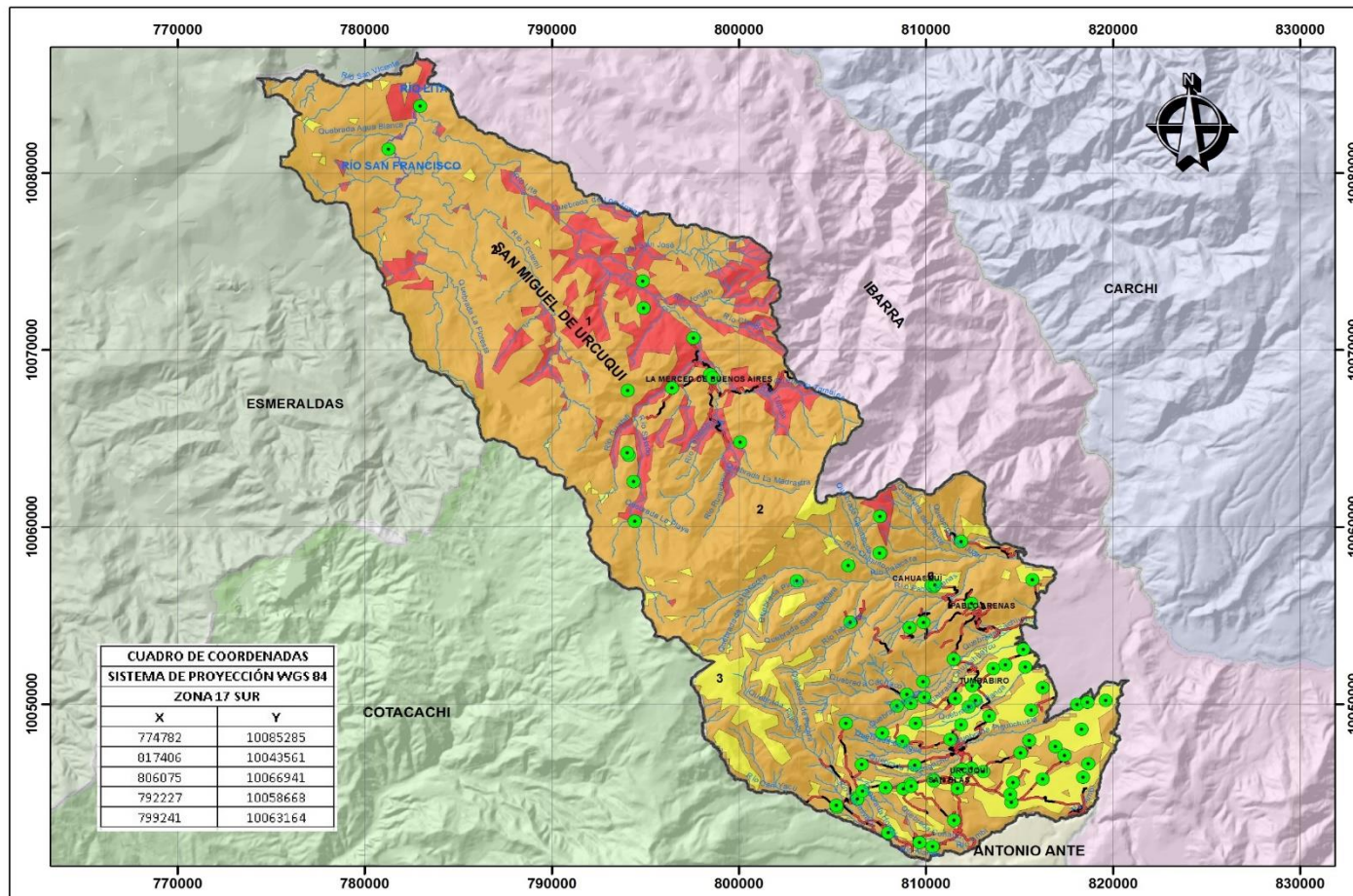
ELABORADO POR: PUERRES JUAN TUTOR: ING. GUILLERMO BELTRAN MSc

FUENTES: CARTOGRAFÍA IGM ESC 1:50 000  
BASE DE DATOS IEE 2015  
MAPAS 20 DE 21

FECHA: 16 DE MAYO 2016 ESCALA DE TRABAJO: 1:50 000

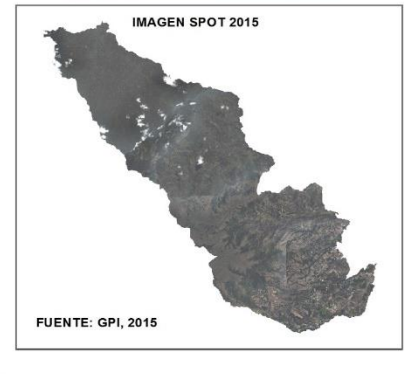
ECUADOR - ESCALA 1:250 000

INFRAESTRUCTURA EN EL MODELO DE DESLIZAMIENTOS SAN MIGUEL DE URQUQUÍ

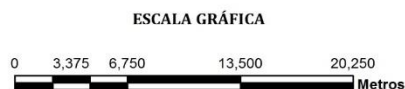


CUADRO DE COORDENADAS SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84 ZONA 17 SUR	
X	Y
774782	10085285
817406	10043561
806075	10066941
792227	10058668
799241	10063164

LEYENDA			
SIMBOLO	RIESGO	ÁREA (Ha)	%
1	ALTO	8 742,49	11,41
2	MEDIO	58 492,82	76,31
3	BAJO	9 412,00	12,28
<b>TOTAL</b>		<b>77 647,72</b>	<b>100,00</b>



SIMBOLOGÍA	
[Symbol]	LIMITE CANTONAL
[Symbol]	ZONA URBANA
[Symbol]	INFRAESTRUCTURA
[Symbol]	VÍAS
[Symbol]	DURO/PAVIMENTO
[Symbol]	SUELTO/NO PAVIMENTO
[Symbol]	RIOS
[Symbol]	RIOS PRINCIPALES
[Symbol]	RIOS DOBLES



COORDENADAS PLANAS UTM  
SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84  
ZONA 17 SUR

NOTAS Y DIAGRAMAS DE COMPILACION  
INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR  
CARTAS TOPOGRÁFICAS  
RSC 1:50 000

COLOR	ALTURA
[Color]	4100 - 5000
[Color]	3000 - 4100
[Color]	2000 - 3000
[Color]	1000 - 2000
[Color]	500 - 1000
[Color]	0 - 500
[Color]	0 - 100

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
INSTITUTO DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

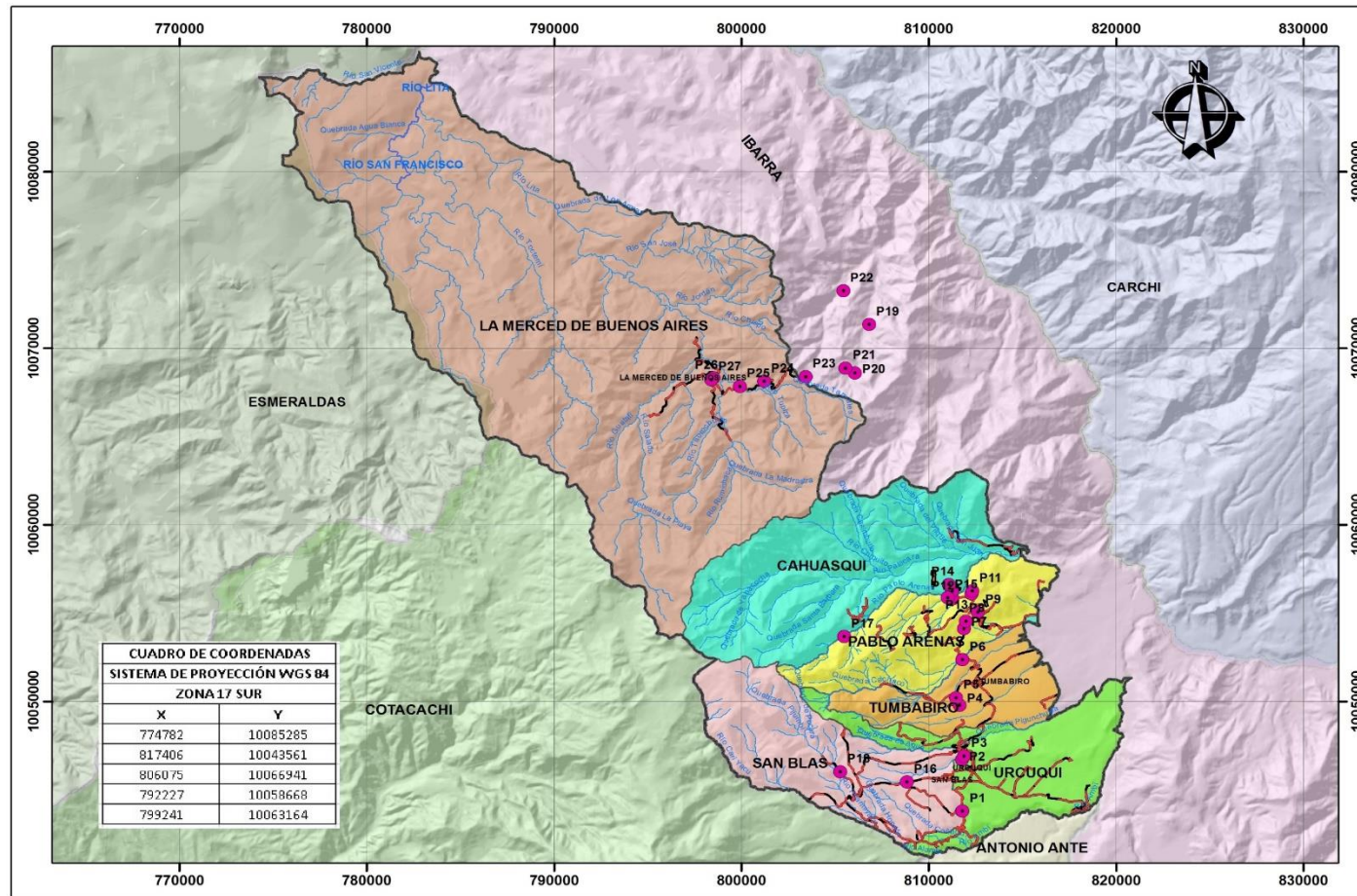
CONTIENE:  
INFRAESTRUCTURA EN EL MODELO DE DESLIZAMIENTOS SAN MIGUEL DE URQUQUÍ

ELABORADO POR: PUERRES JUAN      TUTOR: ING. GUILLERMO BELTRAN MSC

FUENTES: CARTOGRAFÍA IGM ESC 1:50 000      MAPAS  
BASE DE DATOS IEE 2015      20a DE 21

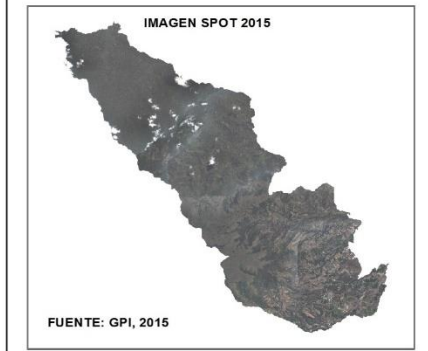
FECHA: 16 DE MAYO 2016      ESCALA DE TRABAJO: 1:50 000

**MAPA DE PUNTOS DE CAMPO SAN MIGUEL DE URQUQUI**



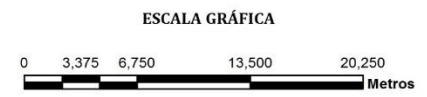
**LEYENDA**

SIMBOLO	PARROQUIA	ÁREA (Ha)
	CAHUASQUI	11 153,32
	LA MERCED DE BUENOS AIRES	44 320,04
	PABLO ARENAS	5 425,24
	SAN BLAS	7 404,41
	TUMBABIRO	3 713,19
	URQUQUI	6 151,47
	<b>TOTAL</b>	<b>78 167,67</b>



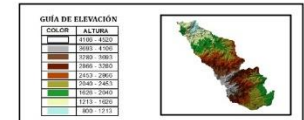
**SIMBOLOGÍA**

	LIMITE CANTONAL
	ZONA URBANA
	PUNTOS DE CAMPO
	VÍAS
	DURO/PAVIMENTO
	SUELTO/NO PAVIMENTO
	RIOS PRINCIPALES
	RIOS DOBLES



COORDENADAS PLANAS UTM  
SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS 84  
ZONA 17 SUR

**NOTAS Y DIAGRAMAS DE COMPILACIÓN**  
INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR  
CARTAS TOPOGRÁFICAS  
ESC 1:50 000



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**INSTITUTO DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS**

**CONTIENE:** MAPA DE PUNTOS DE CAMPO SAN MIGUEL DE URQUQUI

<b>ELABORADO POR:</b> PUERRES JUAN	<b>TUTOR:</b> ING. GUILLERMO BELTRAN MSc
<b>FUENTES:</b> CARTOGRAFÍA IGM ESC 1:50 000 CARTAS TOPOGRÁFICAS ESC 1:50 000 BASE DE DATOS IBE 2015	<b>MAPA:</b> 21 DE 21
<b>FECHA:</b> 16 DE MAYO 2016	<b>ESCALA DE TRABAJO:</b> 1:50 000

### ANEXO 3. REGISTRO FOTOGRÁFICO



P1 Avance de la frontera agrícola sector Timbuyaco



P2 Avance de la frontera agrícola sector San Blas



P3 Avance de la frontera agrícola sector Timbuyaco



P4 Avance de la frontera agrícola sector Timbuyaco



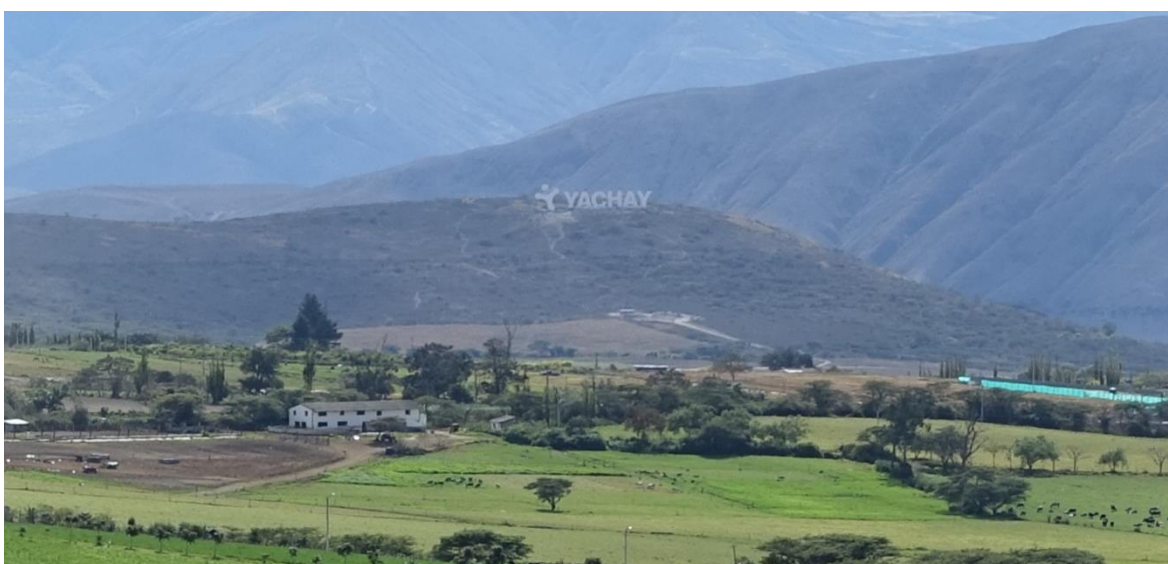
P5 Avance de la frontera agrícola sector Timbuyaco



P6 Avance de la frontera agrícola vista desde la zona alta de Urcuquí



P7 Deslizamiento



P8 Agricultura y ganadería



P9 Deslizamiento





P10 Erosión y agricultura



P11 Erosión y agricultura



P12 Erosión



P13 Erosión zona de Tumbabiro



P14 Actividad antrópica



P15 Cultivo de caña



P16 Vista de la entrada a Pablo Arenas



P17 Vista de Cahuasquí



P18 Avance de la frontera agrícola en la zona de Cahuasquí



P19 Avance de la frontera agrícola



P20 Avance de la frontera agrícola vista desde Tumbabiro



P21 Deslizamiento en la vía a Cahuasquí



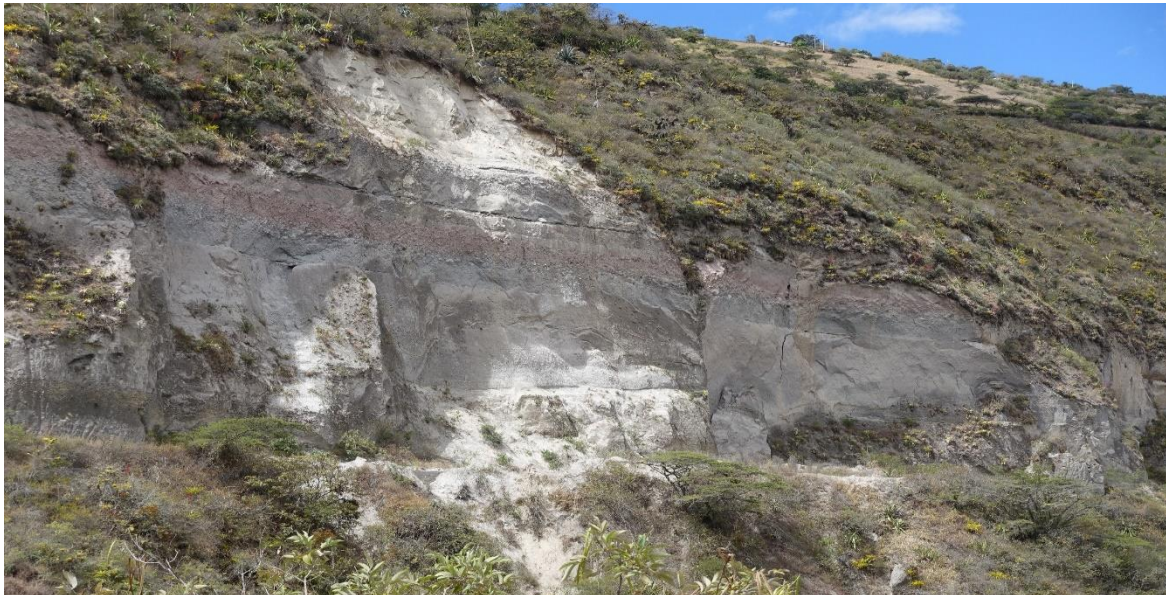
P22 Deslizamiento en la vía a Cahuasquí



P23 Deslizamientos en la vía



P24 Deslizamientos en la vía



P25 Deslizamientos en la vía



P26 Deslizamientos en la vía



P27 Avance de la frontera agrícola



P28 Avance de la frontera agrícola



P29 Deforestación vía a Buenos Aires



P30 Deforestación y avance de la frontera agrícola



P31 Deforestación y avance de la frontera agrícola



P32 Deforestación y avance de la frontera agrícola



P33 Deforestación



P34 Deslizamiento en la vía



P35 Avance de la frontera agrícola





P36 Vista de la parroquia de Buenos Aires



P37 Deslizamiento



P38 Deslizamiento en la vía



P39 Ganadería



P40 Deslizamiento en la vía de ingreso a Buenos Aires



P41 Cascada