
INTRODUCCIÓN DE LA VARIABLE AMBIENTAL DEL PLAN REGULADOR DEL CANTÓN DE SARAPIQUI, HEREDIA

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE LOS INDICES DE FRAGILIDAD AMBIENTAL (IFA)

**DECRETO No. 32967-MINAE (MANUAL DE INSTRUMENTOS TÉCNICOS PARA EL PROCESO DE
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
(MANUAL DE EIA)**

ELABORADO POR:

ESCUELA DE PLANIFICACION Y PROMOCION SOCIAL – UNIVERSIDAD NACIONAL

Dirigido a la Municipalidad de Sarapiquí



HEREDIA

**RESPONSABILIDAD PROFESIONAL
(COORDINACIÓN)**

Los autores aquí señalados hacen el cumplimiento de la Clausura de Responsabilidad Ambiental establecida en el Decreto Ejecutivo No. 32967–MINAE (publicada en la Gaceta el jueves 4 de mayo del 2006) de la aplicación de la metodología de los Índices de Fragilidad Ambiental del cantón de Sarapiquí:



Ing. Igor Zúñiga Garita. MAP

Coordinador
Consultor Ambiental
CI-001-01-SETENA

MSc. Raquel Padilla Rodríguez

Consultora Ambiental
Componente SIG
CI-181-13-SETENA

Lic. Gabriela De San Román

Consultora Ambiental
Componente Legal
CI-208-18-SETENA

EQUIPO PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIO

El equipo profesional que participó en el Diagnóstico para la obtención de los Índices de Fragilidad Ambiental del cantón de Sarapiquí es:

PROFESIONAL
Jasón Borbón Rivera Geólogo-Componente Geoaptitud CI-127-11-SETENA
Pablo Morales Jiménez Biólogo-Componente Bioaptitud CI-245-05-SETENA
Ing Agr. David Rodríguez Zárate Ingeniero Agrónomo-Componente Edafoaptitud CI-169-14-SETENA
Rossy Isel Alvarado Mora Arqueóloga-Componente Antropoaptitud CI-190-07-SETENA
Hugo Sánchez Solórzano Geógrafo-Componente SIG CI-174-11-SETENA



TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. OBJETIVO Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	1
1.2. ÁREA DE ESTUDIO.....	2
1.3. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	4
1.4. METODOLOGÍA PARA LA INTRODUCCIÓN DE LA VARIABLE AMBIENTAL (BASADO EN EL DECRETO EJECUTIVO NO. 32967-MINAE).....	7
2. IFA GEOAPTITUD.....	30
2.1. GEOLOGÍA.....	30
2.2. IFA GEOAPTITUD – FACTOR LITOPETROFÍSICA.....	36
2.3. GEOMORFOLOGÍA.....	56
2.4. GEOAPTITUD POR GEODINÁMICA EXTERNA.....	65
2.5. IFA GEOAPTITUD – FACTOR HIDROGEOLOGÍCO.....	77
2.6. FACTOR ESTABILIDAD DE LADERAS.....	81
2.7. IFA GEOAPTITUD – FACTOR AMENAZAS NATURALES.....	97
2.8. GEOAPTITUD INTEGRADA.....	112
2.9. POTENCIALIDADES, INCERTIDUMBRES Y LIMITANTES.....	114
3. IFA BIOAPTITUD.....	116
3.1. TIPO DE COBERTURA O USOS DEL SUELO DESDE EL PUNTO DE VISTA BIOLÓGICO:.....	116
3.2. ZONAS DE VIDA.....	118
3.3. ÁREAS PROTEGIDAS ESTABLECIDAS FORMALMENTE POR LA LEGISLACIÓN Y SEGÚN LAS CATEGORÍAS DE MANEJO ESTABLECIDAS EN LA LEY ORGÁNICA DEL AMBIENTE Y ÁREAS CON POTENCIAL COMO CORREDORES BIOLÓGICOS:.....	120
3.4. CATEGORÍAS DE MANEJO ÁREAS DE PROTECCIÓN.....	127
3.5. CORREDORES BIOLÓGICOS.....	129
3.6. PAGO DE SERVICIOS AMBIENTALES.....	132
3.7. IFA BIOAPTITUD INTEGRADA.....	139
3.8. POTENCIALIDADES, INCERTIDUMBRES Y LIMITANTES.....	141
4. IFA EDAFOAPTITUD.....	142
4.1. TIPOS DE SUELO Y POTENCIAL AGRÍCOLA.....	142
4.1.1. TIPOS DE SUELO.....	142
4.1.2. POTENCIAL AGRÍCOLA.....	145
4.2. CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA.....	148
4.3. IFA EDAFOAPTITUD INTEGRADO.....	151
4.4. POTENCIALIDADES, INCERTIDUMBRES Y LIMITACIONES.....	153
5. IFA ANTROPOAPTITUD.....	154
5.1. SITIOS DE INTERÉS CULTURAL, ARQUEOLÓGICO, CIENTÍFICO E HISTÓRICO.....	154
5.1.1. SITIOS ARQUEOLÓGICOS.....	154
5.1.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS SITIOS REPORTADOS PARA EL CANTÓN DE SARAPIQUÍ	156

5.2.	USO ACTUAL DEL SUELO	160
5.3.	ANTECEDENTES REFERIDOS AL MARCO NATURAL Y ENTORNO A NIVEL SOCIOECONÓMICO DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO	178
5.4.	INFRAESTRUCTURA VIAL Y TRANSPORTE PÚBLICO.....	178
5.5.	ÁREAS DE ADMINISTRACIÓN ESPECIAL SEGÚN LEGISLACIÓN VIGENTE	181
5.6.	CATEGORÍAS DE PAISAJE Y SITIOS DE INTERÉS PAISAJÍSTICO	183
5.7.	RESTRICCIONES DE ORDEN URBANO.....	185
5.8.	PROPUESTA CONCEPTUAL: PROYECTO DE REGENERACIÓN URBANA-RURAL	186
5.9.	IFA ANTROPOAPTITUD INTEGRADA	186
5.10.	POTENCIALIDADES, INCERTIDUMBRES Y LIMITACIONES	188
6.	IFA INTEGRADO	189
7.	SUBCLASES	191
8.	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	200



INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Determinación de la resistencia de la matriz rocosa.....	8
Cuadro 2. Parámetros estándar para la clasificación de la resistencia compresión simple de suelos arcillosos y categorías asignadas para cada unidad Litopetrofísica definida (Tomado y Modificado de González, 2002).....	9
Cuadro 3. Criterios cualitativos para la clasificación del grado de meteorización de un macizo rocoso (Tomado y modificado de González, 2002).....	10
Cuadro 4. Valores asignados para los procesos de erosión por unidad.....	13
Cuadro 5. Valores asignados para los procesos de sedimentación por unidad Litopetrofísica.....	14
Cuadro 6. Determinación de los parámetros G y O para las unidades hidrogeológicas. ..	17
Cuadro 7. Parámetros utilizados para la zonificación del factor de estabilidad de laderas	19
Cuadro 8. Clasificación del factor litológico L, valorando la susceptibilidad a la inestabilidad de las laderas (Tomado de Mora et al., 1992).....	19
Cuadro 9. Valores utilizados de acuerdo con la clasificación litológica	20
Cuadro 10. Precipitación mensual promedio.....	21
Cuadro 11. Valores para la clasificación del contenido de humedad.....	21
Cuadro 12. Clasificación del factor de contenido de humedad (S_h).....	22
Cuadro 13. Valores de la susceptibilidad por humedad (S_h)	22
Cuadro 14. Parámetros utilizados para la zonificación del factor de amenazas naturales del cantón de Sarapiquí, Heredia.	24
Cuadro 15. Metodología para la elaboración del IFA Bioaptitud.....	26
Cuadro 16. Metodología Tipo de uso antrópico del cantón de Sarapiquí, Heredia.	27
Cuadro 17. Metodología Tipo de uso antrópico del cantón de Sarapiquí, Heredia.	28
Cuadro 18. Parámetros estándar para la clasificación de la resistencia de la roca a la compresión simple, y categorías asignadas para cada unidad litopetrofísica definida del cantón de Sarapiquí, Heredia.	38
Cuadro 19. Parámetros estándar para la clasificación de la resistencia compresión simple de suelos arcillosos y categorías asignadas para cada unidad Litopetrofísica definida del cantón de Sarapiquí, Heredia.	39
Cuadro 20. Criterios cualitativos para la clasificación del grado de meteorización de un macizo rocoso del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	43
Cuadro 21. Unidades Litopetrofísicas asignadas para cada unidad geológica aflorante del cantón de Sarapiquí, Heredia.	53
Cuadro 22. Valores asignados para los procesos de erosión por unidad Litopetrofísica del cantón de Sarapiquí, Heredia.	71
Cuadro 23. Valores asignados para los procesos de sedimentación activa por unidad Litopetrofísica del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	73
Cuadro 24. Algunos métodos para controlar las fuentes potenciales de contaminación. (Tomado y modificado de Foster, et al., 2002).....	79
Cuadro 25. Clasificación del factor litológico L, valorando la susceptibilidad a la inestabilidad de las laderas del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	83

Cuadro 26. Valores utilizados de acuerdo con la clasificación litológica del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	84
Cuadro 27. Precipitación mensual promedio (mm) del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	86
Cuadro 28. Valores para la clasificación del contenido de humedad del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	86
Cuadro 29. Clasificación del factor de contenido de humedad (S_h) del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	87
Cuadro 30. Valores de la susceptibilidad por humedad (S_h) del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	87
Cuadro 31. Valores para la clasificación de la pendiente del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	89
Cuadro 32. Parámetros utilizados para la zonificación del factor de disparo por sismos del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	91
Cuadro 33. Factor disparo por lluvia.....	93
Cuadro 34. Precipitación máxima mensual del 2003 al 2013 (DII).....	93
Cuadro 35. Clasificación de la geoaptitud y el riesgo, de acuerdo con la magnitud sísmica del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	99
Cuadro 36. Resumen de las fallas reconocidas del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	101
Cuadro 37. Valores de certidumbre para los criterios de identificación y análisis de fallas potencialmente activas del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	101
Cuadro 38. Criterios utilizados para la caracterización de fallas y su prominencia, dentro y cercanas al cantón de Sarapiquí, Heredia.....	102
Cuadro 39. Unidades donde la licuefacción es más probables del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	104
Cuadro 40. Valores utilizados para la evaluación de amenaza de licuefacción del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	104
Cuadro 41. Zonas con alto riesgo de inundación o avalanchas de ríos y quebradas del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	108
Cuadro 42. Parámetros utilizados para la zonificación por amenaza de inundación del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	108
Cuadro 43. Limitantes metodológicas.....	114
Cuadro 44. Áreas de Conservación dentro del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	122
Cuadro 45. Áreas Protegidas del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	126
Cuadro 46. Categorías de Manejo en Áreas de Protección del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	127
Cuadro 47. Limitantes y Potencialidades técnicas del cantón de Sarapiquí, Heredia....	141
Cuadro 48. Taxonomía de suelos del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	142
Cuadro 49. Edafoaptitud, Limitantes y Potencialidades del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	153
Cuadro 50. Características generales sitios arqueológicos registrados del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	156
Cuadro 51. Organizaciones Comunales y Asociaciones de Productores del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	161
Cuadro 52. Uso de la Tierra año 2023, cantón de Sarapiquí, Heredia.....	165

Cuadro 53. Restricciones de uso para el orden urbano aplicables en el área de estudio.	185
Cuadro 54. Limitantes y Potencialidades técnicas del cantón de Sarapiquí, Heredia.	188
Cuadro 55. IFA Subclases y recomendaciones de uso del suelo del cantón de Sarapiquí, Heredia.	194

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Parámetros método GOD (Tomado de Foster et al., 2002).	16
Figura 2. Relaciones estratigráficas de las unidades aflorantes del cantón de Sarapiquí, Heredia.	31
Figura 3. Perfiles geológicos elaborados para la aplicación de los índices de Fragilidad Ambiental del cantón de Sarapiquí, Heredia.	34
Figura 4. Sitio Williamsburg L-58 Wb del cantón de Sarapiquí, Heredia.	158

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Visita de Campo al AEE para la aplicación de los Índices de Fragilidad Ambiental del cantón de Sarapiquí, Heredia.	6
Fotografía 2. Calzada, sitio Williamsburg L-58 Wb del cantón de Sarapiquí, Heredia. ...	159
Fotografía 3. Cultivos de plantas ornamentales, San Ramón del cantón de Sarapiquí, Heredia, 2023.	163
Fotografía 4. Cultivos de piña, El Tigre, Las Horquetas del cantón de Sarapiquí, Heredia, 2023.	164
Fotografía 5. Bosque secundario, El Tigre, Las Horquetas del cantón de Sarapiquí, Heredia, 2023.	167
Fotografía 6. Plantación Forestal, San Ramón del cantón de Sarapiquí, Heredia, 2023.	169
Fotografía 7. Humedal, El Tigre, Las Horquetas del cantón de Sarapiquí, Heredia, 2023.	170
Fotografía 8. Vegetación de ribera, camino a San Ramón, La Virgen del cantón de Sarapiquí, Heredia, 2023.	171
Fotografía 9. Vivienda dispersa, El Roble y La Virgen del cantón de Sarapiquí, Heredia, 2023.	172
Fotografía 10. Cultivo de piña, cruce entre Pueblo Nuevo y La Virgen del cantón de Sarapiquí, Heredia, 2023.	174
Fotografía 11. Plantación de banano, cantón de Sarapiquí, Heredia, 2023.	174
Fotografía 12. Pasto arbolado, cantón de Sarapiquí, Heredia, 2023.	175

INDICE DE MAPAS

Mapa 1. Ubicación del Área de Estudio Efectiva para la aplicación de los Índices de Fragilidad Ambiental del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	3
Mapa 2. Geología del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	35
Mapa 3. Dureza/resistencia del material inferida del cantón de Sarapiquí, Heredia.	37
Mapa 4. Consistencia del material geológico en el cantón de Sarapiquí, Heredia.....	40
Mapa 5. Factor de Lineación del cantón de Sarapiquí, Heredia.	42
Mapa 6. Grado de Meteorización del cantón de Sarapiquí, Heredia.	44
Mapa 7. Espesor Aparente del Suelo del cantón de Sarapiquí, Heredia.	46
Mapa 8. Contenido Aparente de Arcilla, Unidad Litopetrofísica del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	48
Mapa 9. Porosidad Aparente de la Unidad Litopetrofísica del cantón de Sarapiquí, Heredia.	50
Mapa 10. Permeabilidad Aparente de la Unidad Litopetrofísica del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	51
Mapa 11. IFA Geoaptitud Factor Litopetrofísico del cantón de Sarapiquí, Heredia.	55
Mapa 12. Geomorfología del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	64
Mapa 13. Categorías de Pendiente del cantón de Sarapiquí, Heredia.	66
Mapa 14. Relieve Relativo del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	68
Mapa 15. Densidad de Drenaje del cantón de Sarapiquí, Heredia.	70
Mapa 16. Procesos de Erosión del cantón de Sarapiquí, Heredia.	72
Mapa 17. Procesos de Sedimentación del cantón de Sarapiquí, Heredia.	74
Mapa 18. IFA Geoaptitud, Geodinámica Externa del cantón de Sarapiquí, Heredia.	76
Mapa 19. Zonificación de diagnóstico hidrogeológico del cantón de Sarapiquí, Heredia..	78
Mapa 20. Factor Hidrogeológico del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	80
Mapa 21. Susceptibilidad Litológica del cantón de Sarapiquí, Heredia.	82
Mapa 22. Ubicación de las Estaciones Meteorológicas del cantón de Sarapiquí, Heredia.	85
Mapa 23. Humedad del terreno del cantón de Sarapiquí, Heredia.	88
Mapa 24. Susceptibilidad pendiente del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	90
Mapa 25. Factor de sismicidad del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	92
Mapa 26. Factor de disparos por lluvia del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	94
Mapa 27. IFA Geoaptitud Estabilidad de Laderas del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	96
Mapa 28. Potencial Sísmico Regional del cantón de Sarapiquí, Heredia.	98
Mapa 29. Potencial Sísmico Local del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	100
Mapa 30. Potencial de Fractura en Superficie del cantón de Sarapiquí, Heredia.	103
Mapa 31. Factor Licuefacción del cantón de Sarapiquí, Heredia.	105
Mapa 32. Amenaza Volcánica del cantón de Sarapiquí, Heredia.	107
Mapa 33. Potencial de Inundación del cantón de Sarapiquí, Heredia.	109
Mapa 34. IFA Geoaptitud Amenazas Naturales del cantón de Sarapiquí, Heredia.....	111
Mapa 35. IFA Geoaptitud Integrada del cantón de Sarapiquí, Heredia.	113
Mapa 36. Cobertura biótica del cantón de Sarapiquí, Heredia.	117

Mapa 37. Zonas de Vida del cantón de Sarapiquí, Heredia.	119
Mapa 38. Áreas de Conservación del cantón de Sarapiquí, Heredia.	121
Mapa 39. Categorías de manejo en las Áreas Protegidas del cantón de Sarapiquí, Heredia.	128
Mapa 40. Corredores Biológicos del cantón de Sarapiquí, Heredia.	130
Mapa 41. Pago de Servicios Ambientales del cantón de Sarapiquí, Heredia.	133
Mapa 42. Biotopos sensibles del cantón de Sarapiquí, Heredia.	136
Mapa 43. Cuerpos de agua y cursos de agua naturales del cantón de Sarapiquí, Heredia.	138
Mapa 44. IFA Bioaptitud del cantón de Sarapiquí, Heredia.	141
Mapa 45. Mapa Tipos de Suelo del cantón de Sarapiquí, Heredia.	143
Mapa 46. Potencial Agrícola del cantón de Sarapiquí, Heredia.	146
Mapa 47. Capacidad de Uso de la Tierra del cantón de Sarapiquí, Heredia.	149
Mapa 48. IFA Edafoaptitud del cantón de Sarapiquí, Heredia.	152
Mapa 49. Ubicación de sitios arqueológicos del cantón de Sarapiquí, Heredia.	155
Mapa 50. Uso de la Tierra del cantón de Sarapiquí, Heredia.	166
Mapa 51. Áreas de Desarrollo Urbano del cantón de Sarapiquí, Heredia.	173
Mapa 52. Ocupación Antrópica a Mediano Plazo del cantón de Sarapiquí, Heredia.	177
Mapa 53. Infraestructura vial del cantón de Sarapiquí, Heredia.	180
Mapa 54. Áreas de administración especial del cantón de Sarapiquí, Heredia.	182
Mapa 55. Categorías de paisaje del cantón de Sarapiquí, Heredia.	184
Mapa 56. IFA Antropoaptitud del cantón de Sarapiquí, Heredia.	187
Mapa 57. IFA Integrado del cantón de Sarapiquí, Heredia.	190
Mapa 58. Subclases del cantón de Sarapiquí, Heredia.	193

PRESENTACIÓN DEL DOCUMENTO

El presente documento contiene la Introducción de la Variable Ambiental del Plan Regulador del Cantón de Sarapiquí, de la provincia de Heredia, Costa Rica.

Para la aplicación de la metodología del Índice de Fragilidad Ambiental (IFA) se utilizaron los lineamientos establecidos en el Decreto Ejecutivo No. 32967 – MINAE para la preparación del documento, el cual tiene como objetivo lograr la armonía y el mayor bienestar entre la población, el aprovechamiento de los recursos naturales renovables y no renovables, así como el uso, manejo y conservación de los suelos, la protección de la biodiversidad, el manejo y protección del recurso hídrico, la prevención de desastres y atención de emergencias. Con la aplicación de los lineamientos se incorpora la variable ambiental en la planificación del uso del suelo del territorio competente al municipio, beneficiando en la prevención de impactos ambientales, mitigación de contaminación, simplificar la tramitología de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), entre otros.

Este estudio de acuerdo con la metodología planteada en el Decreto No. 32967-MINAE se desarrolla sobre 4 ejes temáticos, siendo estos la Geoaptitud, Edafoaptitud, Bioaptitud y Antropoaptitud, los cuales de forma integrada determinarán el potencial de uso de la tierra, por lo que facilitará el proceso de planificación mediante una zonificación.

Los mapas generados para cada uno de los factores contemplados en los procedimientos descritos en el Decreto No. 32967-MINAE se incluyeron en un Atlas con el objetivo de compilar la información gráfica y mantener la escala correspondiente. Estos mismos fueron producto de la información recolectada en el campo, información temática oficial facilitada por instituciones como SINAC-MINAE, CNE, INTA entre otras, así como información bibliográfica existente sobre la temática abordada.

Además, se considera el artículo 23.C del Decreto Ejecutivo 39150 (Reglamento de la transición para la revisión y aprobación de Planes Reguladores), el cual permite realizar cambios metodológicos a los indicados en el DE-32967.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivo y justificación del estudio

El objetivo del estudio es aportar los lineamientos técnicos- ambientales que deberá cumplir la Municipalidad de Sarapiquí, para incorporar la variable de impacto ambiental en la planificación de uso del suelo de su territorio jurisdiccional, como lo es este caso el Cantón de Sarapiquí, provincia de Heredia, Costa Rica. En conformidad al Decreto Ejecutivo No. 32967 – MINAE, el estudio se basa en cuatro ejes que incluye; **IFA Geoaptitud, IFA Edafoaptitud, IFA Bioaptitud e IFA Antropoaptitud**, cuyo propósito de servir de base para realizar la zonificación antes citada, garantizando un desarrollo sostenible y ecológicamente equilibrado.

Cada uno de los ejes mencionados anteriormente se componen de la siguiente información:

A. El IFA Geoaptitud analiza las características de la superficie, tanto en la capa del suelo y del subsuelo con base en los siguientes factores:

- **Factor Litopetrofísico:** Terrenos con aptitud para proyectos de construcción (p.e. edificios, infraestructura) y estabilidad general en función de características de suelos y rocas.
- **Factor Geodinámica Externa:** Terrenos con aptitud para el uso humano en función de características de la superficie y procesos de erosión/sedimentación.
- **Factor Hidrogeología:** Terrenos con aptitud para el uso humano en función del potencial para la contaminación de acuíferos subterráneos o afectación de áreas de recarga acuífera.
- **Factor Amenaza por Deslizamientos:** Terrenos con aptitud para el uso humano en función de la probabilidad de deslizamientos y derrumbes.
- **Factor Amenazas Naturales:** Terrenos con aptitud para el uso humano en función de la probabilidad de amenazas naturales (sismicidad, inundaciones, fallas geológicas, volcanismo, entre otros).

B. El IFA Edafoaptitud evalúa el tipo de suelo presente en el espacio geográfico analizado, así como la capacidad de uso o uso potencial de la tierra.

C. El IFA Bioaptitud considera el tipo de cobertura o usos del suelo, áreas protegidas establecidas formalmente por la legislación y áreas con potencial con corredores biológicos.

D. El IFA Antropoaptitud valora las áreas de desarrollo urbano, infraestructura vial, áreas de administración especial según la legislación, mapa de uso del suelo antrópico, sitios de interés cultural, arqueológico, científico e histórico, además de las áreas de desarrollo futuro de corto y mediano plazo (Decreto No. 32967-MINAE).

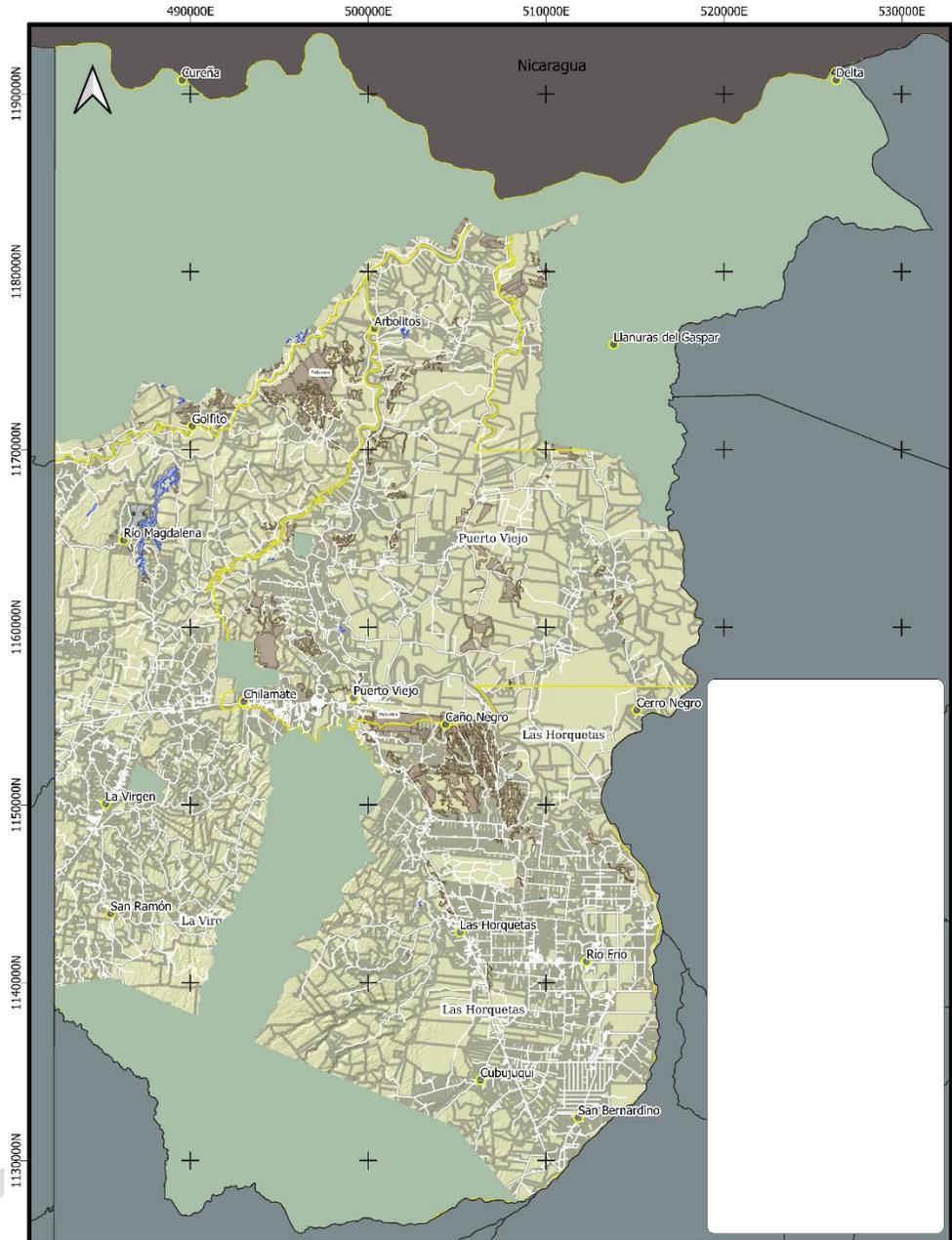
1.2. Área de estudio

El espacio geográfico en estudio corresponde a los terrenos del cantón de Sarapiquí. Las coordenadas extremas del cantón son N 1 193 395 – 1 125 906 y E 482 321 – 531 597 según proyección CRTM05. Sarapiquí limita al oeste con San Carlos, Grecia y Alajuela, norte con Río San Juan, sur con Vara Blanca y con Pococí al este.

El cantón de Sarapiquí tiene una anchura máxima es de setenta y tres kilómetros, en dirección noreste a suroeste, desde la unión de los ríos Colorado y San Juan, en la frontera con la República de Nicaragua, hasta unos 4 700 metros al oeste del cerro Cacho Negro, en el río Sardinal. Presenta una extensión aproximada de 214 283 Ha, de las cuales se establece el Área de Estudio Efectiva (AEE) correspondiente a 123 699 ha, excluyendo las Áreas Silvestres Protegidas, el Registro Nacional de Humedales y territorios donados por el Instituto de Desarrollo Rural (INDER) al Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) para la protección de la cobertura boscosa.

Se utilizaron los geoservicios disponibles en el geoportal del Sistema Nacional de Información Territorial como lo fueron: DTA (Límite Distrital), Patrimonio Natural del Estado (PNE), Áreas Silvestres Protegidas (ASP), Registro Nacional de Humedales (RNH) (Estuarino, Lacustre y Palustre), Cauces y Drenajes 1:25 mil, Concesiones (manantiales y pozos), Áreas de Conservación y Corredores Biológicos. Con respecto a la información geoespacial aportada por la municipalidad se encuentra: Poblados, Infraestructura Vial y Mapa Catastral.

En el siguiente mapa se detalla el AEE.



<p>Ubicación del AEE</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p> <p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CORTRANS) Eje de coordenadas: UTM Datum: CRUS</p> <p>Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Desarrollador:</p> <p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de campo Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAHN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR. Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas no son un estudio adecuado. NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p> <p>Simbología</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Poolados</td> <td></td> <td>ASP</td> <td></td> <td>RNIH</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Red vial</td> <td></td> <td>AEE</td> <td></td> <td>Estuario</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Mapa Catastral</td> <td></td> <td>Lacustre</td> <td></td> <td>Palustre</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Distritos</td> <td></td> <td>INDER</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2023 ELABORADO POR: </p>		Poolados		ASP		RNIH		Red vial		AEE		Estuario		Mapa Catastral		Lacustre		Palustre		Distritos		INDER		
	Poolados		ASP		RNIH																						
	Red vial		AEE		Estuario																						
	Mapa Catastral		Lacustre		Palustre																						
	Distritos		INDER																								
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>																											

Mapa 1. Ubicación del Área de Estudio Efectiva para la aplicación de los Índices de Fragilidad Ambiental del cantón de Sarapiquí, Heredia.

1.3. Metodología de trabajo

La metodología de trabajo para la aplicación de los Índices de Fragilidad Ambiental fue desarrollada según lo establecido en el Decreto Ejecutivo No. 32967-MINAE, y las actividades se describen a continuación:

1.3.1. Definición del Área de Estudio Efectiva (AEE)

Para la definición del área de estudio, se utilizaron los límites del Cantón de Sarapiquí de la provincia de Heredia. Cabe señalar, que las áreas silvestres protegidas no son tomadas en cuenta en la planificación, ya que la administración de estas áreas le corresponde al Ministerio de Ambiente y Energía. Igualmente, se excluye las áreas afectadas por el Registro Nacional de Humedales y terrenos que eran del INDER que han sido donados al SINAC para la protección de la cobertura boscosas, así como la franja de 2km en la zona limítrofe norte, mejor conocido como Refugio Nacional de Vida Silvestre Corredor Fronterizo Norte Costa Rica-Nicaragua.

1.3.2. Escala de trabajo y representación de los mapas

La escala de representación fue a 1:50,000, con el objetivo de mantener una escala detallada y apropiada según lo establece el Decreto No. 32967-MINAE. Sin embargo, la escala de trabajo de los consultores fue a 1:5,000 con el objetivo de lograr un análisis más detallado (en algunos sitios se utilizaron escalas menores para mejorar el detalle).

Cada una de las variables de las unidades presenta un peso, por ejemplo, en la unidad bioaptitud se encuentran las variables: categoría de manejo, tipo de cobertura y corredores biológicos. Una vez obtenidos los pesos se realiza la sumatoria de estos y se dividen entre el número de variables. En los casos que el residuo sea un número decimal se aplica el redondeo. Los valores menores a 0.75 son redondeados al número de fragilidad más bajo (por ejemplo, si la ponderación de las variables (suma del valor de cada variable / número de variables), fuese de 3,75 se redondea al valor de 3).

La ecuación utilizada para calcular el Índice de Fragilidad Ambiental del espacio geográfico en estudio fue:

$$\text{IFA Integrado} = \text{IFA Geoaptitud} + \text{IFA Bioaptitud} + \text{IFA Edafoaptitud} + \text{IFA Antropoaptitud}$$

De esta manera y con base al mapa de Índice de Fragilidad Ambiental Integrado se definieron las siguientes categorías (Se acoge al artículo 23.c del DE 39150):

- | | |
|-----------------|------------|
| a) IFA Muy Alto | (Zona I) |
| b) IFA Alto | (Zona II) |
| c) IFA Moderado | (Zona III) |
| d) IFA bajo | (Zona IV) |
| e) IFA Muy Bajo | (Zona V) |

Para facilitar la comprensión de los mapas se invirtió la escala de colores establecida en el Decreto Ejecutivo No. 32967-MINAE (Se acoge al artículo 23.c del DE 39150)

- | | |
|-------------|----------------|
| 1) Muy Alto | (rojo oscuro) |
| 2) Alto | (naranja) |
| 3) Moderado | (amarillo) |
| 4) Baja | (verde claro) |
| 5) Muy Baja | (verde oscuro) |

1.3.3. Fotointerpretación y base topográfica utilizada

La fotointerpretación se basó en las imágenes de sensores remotos disponibles (fotografías aéreas y las restitutiones cartográficas más recientes elaborados por el Programa de Regularización del Catastro y Registro para el año 2008, así como las imágenes satelitales Bing 2012, RapidEye 2013 y Landsat 2014).

1.3.4. Coordinación del equipo profesional encargado

Una vez determinada el AEE, el equipo Coordinador del Estudio realizó una reunión con el equipo profesional que aplicó los IFAS. Esta reunión permitió la planificación para las posteriores etapas que constaron de Revisión de Información existente previo a visitas de campo, fechas para las visitas de campo, reuniones con funcionarios, elaboración de informes y la Integración de los IFAS.

1.3.5. Reunión con los funcionarios municipales

Se logró una coordinación con los funcionarios municipales de Sarapiquí con la cual se pretendía coordinar las visitas de campo así como también el desarrollo de la introducción de la variable ambiental en el cantón.

1.3.6. Visitas de campo

Es importante señalar que muchos de los datos empleados para efectuar el presente trabajo fueron verificados en el campo tanto para los estudios de diagnóstico, pronóstico y

zonificación de la Propuesta de Plan Regulador. Adicionalmente, para la elaboración de los Índices de Fragilidad Ambiental (IFAs) fueron revalidados los datos del año 2014 en cuanto a las condiciones y cambios en los usos de la tierra, con nuevos elementos técnicos de apoyo como GPS y fotografías aéreas. También el proceso de trabajo fue enriquecido con la incorporación de información geoespacial y documental procedente de las instituciones públicas con jurisdicción sobre las temáticas respectivas.



Fotografía 1. Visita de Campo al AEE para la aplicación de los Índices de Fragilidad Ambiental del cantón de Sarapiquí, Heredia.

1.4. Metodología para la Introducción de la Variable Ambiental (Basado en el Decreto Ejecutivo No. 32967-MINAE)

A. IFA GEOAPTITUD

El IFA geoaptitud incluye cinco factores, a saber: litopetrofísica, geodinámica externa, hidrogeología, estabilidad de laderas y amenazas naturales. La metodología utilizada para desarrollar cada uno de estos factores se describe a continuación.

7

La metodología para obtener las variables de geología y geomorfología del cantón se realizó una revisión bibliográfica, por lo que los resultados se muestran a partir de de la sección 2 del presente documento.

- *IFA Geoaptitud – Factor Litopetrofísica*

Para la evaluación del índice de fragilidad ambiental tomando en cuenta la litología y sus variantes, se utilizó el factor definido en el Decreto Ejecutivo No. 32967-MINAE nombrado como Factor Litopetrofísico, el cual incluye las propiedades físicas básicas de las unidades rocosas previamente definidas. Esto mediante la integración de los mapas existentes en estudios previos y las observaciones realizadas directamente en el campo.

Para efectos de este documento y la evaluación algebraica de mapas se requirió generalizar los cambios laterales de facies y las intercalaciones de las distintas litologías que conforman cada formación, para esto se determinan “Unidades Litopetrofísicas” las cuales consisten en la generalización de la litología predominante para el área de estudio. Dicha variable se obtuvo a partir de trabajo de campo y la consulta de estudios de geología que se hayan realizado previamente en el área de interés.

Para la evaluación del factor litopetrofísico, se realizó el análisis espacial de los parámetros expuestos en la ficha técnica del anexo 2 del Decreto Ejecutivo No. 32967-MINAE por medio de un GIS.

Cada uno de los parámetros utilizados se describe a continuación:

a) **Dureza del material geológico:**

La dureza de la roca se determinó correlacionando las unidades litopetrofísicas con parámetros de resistencia para distintas rocas y materiales inconsolidados, para lo cual se anotó en campo la resistencia medida de cada unidad.

Para la toma de datos geo mecánicos en campo, se adopta la metodología sugerida por González (2002), la cual establece los valores mostrados en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Determinación de la resistencia de la matriz rocosa.

Resistencia a la compresión simple (MPa)	ISRM (1981)	Geological society of London (1970)	Bienawski (1973)	Clasificación IFA	Valor de Geopuntuación
1-5	muy blanda	blanda > 1,25	muy baja	Muy suave	1
5-12,5	blanda	moderadamente blanda	muy baja	Suave	2
12,5-25		moderadamente dura	muy baja	Firme	3
25-50	moderadamente dura	moderadamente dura	baja		
50-100	dura	dura	media	Muy firme	4
100-200	muy dura	muy dura	alta	Duro	5
>200			extremadamente dura		
>250		extremadamente dura			

Fuente: González (2002).

Se adopta esta metodología dado que no se realizaron análisis de laboratorio.

b) Consistencia del material geológico:

Se determina en el campo, relacionando la consistencia del suelo con la presión necesaria para deformar el suelo en un punto dado; utilizando observaciones cualitativas de campo se aproxima de manera general asociando las variaciones del suelo con cada unidad litopetrofísica. Esta forma se utiliza amparada en la caracterización sugerida por González (2002) para determinar las características del suelo *"in situ"*, dado que no se realizaron análisis de laboratorio. Para los efectos del presente estudio se utilizará la consistencia o resistencia del suelo indicada en el anexo 2 del Decreto Ejecutivo 32967-MINAE. En el siguiente cuadro se observan los parámetros estándar para la variable en análisis.

Cuadro 2. Parámetros estándar para la clasificación de la resistencia compresión simple de suelos arcillosos y categorías asignadas para cada unidad Litopetrofísica definida (Tomado y Modificado de González, 2002).

Cla se	Criterio de reconocimiento	Resistencia Aprox. a la compresión simple (Mpa)	Valor de geoaptitud	Clasificación IFA
S1	El dedo penetra fácilmente varios cm	< 0,025	1	Muy suave
S2		0,025-0,05		
S3	Se necesita una pequeña presión para hincar el dedo	0,05-0,1	2	Suave
S4	Se necesita una fuerte presión para hincar el dedo	0,1-0,25	3	Firme
S5	Con cierta presión puede marcarse con la uña	0,25-0,5	4	consistente
S6	Se marca con dificultad al marcarse con la uña	> 0,5	5	Muy consistente

Esta clasificación se usa además para la estimación de valores de las unidades Litopetrofísicas para la resistencia de materiales como granulares compactos como tobas alteradas, aluviones, depósitos de pantano, etc.

c) Factor lineación:

Según lo estipula el Decreto Ejecutivo No. 32967-MINAE, el factor de lineación sirve para evaluar el marco de lineamientos estructurales para un terreno dado, que influye fuertemente la dureza de roca, así como la permeabilidad y las características hidrogeológicas.

La evaluación de este factor no presenta una metodología definida. Como indica el Decreto del IFA, en carencia de pautas a seguir queda a criterio profesional la evaluación de los factores.

A continuación, se explica el procedimiento utilizado: se considera la fracturación, estratificación, laminación, diaclasas y fallas. A partir de la presencia o no de estas en una unidad litopetrofísica y el criterio profesional se le asignará la geoaptitud.

Un aumento en el factor de lineación produce una disminución del factor de geoaptitud y a su vez influye negativamente en la estabilidad del terreno. Incluso provocaría en zonas de importancia acuífera un mayor potencial a la contaminación.

Se adopta esta metodología dado que no se realizaron análisis de laboratorio.

d) Grado o intensidad de meteorización del material geológico:

La meteorización consiste en la variación de las propiedades de la roca cuando son expuestas a las condiciones climáticas subaéreas. Este parámetro es definido cualitativamente, tal como lo indica el Decreto Ejecutivo No. 32967-MINAE en el anexo 2 con base en las observaciones realizadas en el campo para cada unidad litopetrofísica. En el siguiente cuadro se pueden observar los criterios cualitativos para la variable en estudio.

Cuadro 3. Criterios cualitativos para la clasificación del grado de meteorización de un macizo rocoso (Tomado y modificado de González, 2002).

Grado de meteorización	Geoaptitud	Clasificación	Descripción
1	5	Sano	No hay signos de meteorización.
2	4	Ligeramente meteorizado	El macizo se presenta decolorado en su totalidad, especialmente en superficies de discontinuidad.
3	3	Moderadamente meteorizado	Parte del macizo se encuentra descompuesto o se ha transformado a suelo. El resto aparece como núcleos aislados o una estructura continua.
4	2	Completamente meteorizado	El macizo aparece descompuesto y/o transformado en suelo. Se conserva la estructura original del macizo.
5	1	Suelo residual	Todo el macizo se ha transformado en suelo. Se ha destruido la estructura del macizo y la fábrica del material.

Las unidades litopetrofísicas correspondientes con materiales inconsolidados no son tomadas en cuenta para la evaluación de este factor debido a que no aplica. Sin embargo, se asume que, en función de la estabilidad, el terreno inconsolidado presenta una geoaptitud inferior a una roca meteorizada donde las pendientes sean altas. A mayor grado de meteorización, la geoaptitud disminuye en función de la estabilidad del terreno.

e) Espesor de las capas de suelo o de la formación superficial en análisis:

Se refiere a espesor aparente, ya que en varios sitios solo es posible ver las capas superficiales del suelo, y no su contacto con las unidades rocosas subyacentes. Por lo tanto, en la mayoría de casos no es posible determinar el espesor real. Las mediciones y valores de geoaptitud se realizan de acuerdo a los rangos mostrados en el cuadro anterior, según lo establece el anexo 2 del Decreto Ejecutivo No. 32967-MINAE.

f) Contenido de arcilla del suelo o de la formación geológica en análisis:

La determinación de este parámetro se realiza de forma cualitativa en el campo. A un mayor contenido de arcilla se dará una disminución de la geoaptitud, esto debido a la baja permeabilidad de los materiales arcillosos, los cuales podrían causar problemas de inundaciones o acumulación de aguas. Además, la estabilidad del terreno, puede verse seriamente afectada por las arcillas conocidas como “expansivas”, las cuales varían en gran porcentaje su volumen según el contenido de humedad en la zona, lo cual puede afectar las estructuras, y verse intensificado debido a actividad sísmica. Las unidades litopetrofísicas de composición granulométrica más fina presentan mayor cantidad de arcilla, en términos generales son menos permeables que las unidades de grano grueso. También se evalúa la cantidad de arcilla del suelo sobre la unidad rocosa, y se incluye en la interpolación.

El contenido de arcilla se expresa según la caracterización cualitativa indicada en el anexo 2 del Decreto Ejecutivo No. 32967-MINAE, a partir de las observaciones realizadas en campo para cada unidad litopetrofísica definida.

g) Porosidad y permeabilidad aparente:

Este factor se analiza cualitativamente. El mismo se relaciona con la permeabilidad primaria e intrínseca de la roca o materiales. Los valores que se asignan son relativos entre las unidades evaluadas. Para los materiales inconsolidados, la permeabilidad está determinada por la granulometría. La permeabilidad es directamente proporcional a la granulometría del material. Las zonas de alta geoaptitud presentan menor permeabilidad. En estas zonas existe menor riesgo de contaminación acuífera.

Para la porosidad de las rocas y depósitos no consolidados se utilizó los rangos de porosidad indicados en el anexo 2 del Decreto Ejecutivo No. 32967-MINAE, y la permeabilidad aparente se clasifica de manera cualitativa según este mismo anexo. Los valores de porosidad se obtuvieron de la correlación entre la litología y la referencia de González (2002).

- IFA Geoaptitud – Factor Geodinámica Externa

El factor geodinámico externo desarrolla las variables indicadas en el Decreto Ejecutivo No. 32967-MINAE, con base del análisis geomorfológico del área del estudio, y considera la revisión de las fotografías aéreas del programa Carta 2005, curvas de nivel cada 10 m del mismo programa y el levantamiento realizado mediante trabajo de campo.

a) Categorías de pendiente presentes:

La pendiente se encuentra directamente relacionada con la estabilidad de las laderas. De manera general a mayor pendiente menor estabilidad, y menor geoaptitud en función del riesgo para construcción de estructuras tanto sobre como al pie de pendientes elevadas.

La actividad antrópica puede crear cambios en la pendiente en lugares específicos los cuales no son evaluados en la presente metodología, los cuales pueden presentar problemas de estabilidad (como terrazas, cortes de caminos y rellenos). Se recomienda la evaluación de estos casos en estudios específicos.

Para la evaluación de la pendiente, se calculó el porcentaje de pendiente según los rangos definidos en el Decreto Ejecutivo No. 32967-MINAE. Esta capa de información fue confeccionada con base en las curvas de nivel 1:25000 del proyecto carta 2005 y de acuerdo a las categorías de pendiente indicadas en el anexo 2 del Decreto Ejecutivo No. 32967-MINAE.

b) Relieve relativo:

En este factor se evalúa la variabilidad de las pendientes en función del área. Equivalente al término “rugosidad del terreno”. Debido a que este factor carece de una clasificación dentro de la metodología del IFA, se divide el rango obtenido entre 5, donde a mayor relieve relativo, menor es la geoaptitud.

La caracterización del relieve relativo se hace cualitativamente, tal y como lo establece el Decreto Ejecutivo No. 32967-MINAE.

Para ello se utilizó un GIS que calcula la variación de la pendiente por unidad de área, en este caso representada por píxeles, a partir del modelo de elevación digital del terreno.

c) Densidad de drenaje:

La densidad de drenaje se determina calculando el número de cauces por kilómetro cuadrado. Esto nos indica el grado de madurez del patrón de drenaje, el mismo se encuentra asociado al grado de erosión. Según la metodología entre mayor sea la densidad de drenaje, mayor geoaptitud.

El cálculo de densidad de drenaje se desarrolló con la indicación del anexo 2 del Decreto Ejecutivo No. 32967-MINAE, utilizando los cauces definidos por el proyecto Carta 2005, de la Unidad Ejecutora de Catastro. Dado que las áreas a estudiar corresponden con polígonos de poca extensión se hizo la interpretación de forma detallada manualmente.

Los cursos de agua para la determinación de la densidad de drenajes tanto para el factor hidrogeología como para para geodinámica externa fueron los obtenidos a partir de las curvas de nivel 1:25,000 del proyecto Carta 2005.

d) Importancia de las áreas de erosión activa:

Se determinó con base en trabajo de campo mediante una calificación cualitativa, basada en los rangos del anexo 2 del Decreto Ejecutivo No. 32967-MINAE.

Se examinaron los factores determinados en el Decreto Ejecutivo No. 32967-MINAE, a saber: erosión laminar, erosión lineal, cárcavas, cicatrices, grietas, canales, surcos y otros criterios geomorfológicos.

En este caso se agrupa y evalúa las unidades caracterizadas por estar conformadas por geoformas elevadas, en las cuales existen procesos de erosión activa, esto debido a la pendiente de la unidad. Se delimitan las áreas donde ocurren intensos procesos erosivos, y se les asigna valores arbitrarios según criterio profesional. Algunos ejemplos son: deslizamientos, escarpes y superficies de erosión, los cuales presentan una baja geoaptitud. En el siguiente cuadro se observan los valores asignados para la variable en análisis.

Cuadro 4. Valores asignados para los procesos de erosión por unidad Litopetrofísica

CÓDIGO	UNIDAD GEOMORFOLOGICA	GEOAPTITUD
V.1	Laderas volcánicas Cacho Negro (a)	2
V.1.b	Laderas volcánicas Cacho Negro (b)	3
D.1	Cerro aislado Negro	3
D.2	Lomeríos denudacional Sardinal	2
D.3	Cerros Relictos Boca Ceiba	2
D.4	Lomeríos denudacionales Hito Sar	2
D.5	Cerros relictos La Aldea	2
D.6	Lomeríos piroclásticos Chaparrón	2
A.1	Sedimentos inconsolidados recientes	NA
A.2	Llanura aluvial Sarapiquí	4
A.3	Coluvios y aluviones San Bernardino	5
A.4	Llanura aluvial Tambor	5
A.5	Pantanos	5

e) Importancia de las áreas de sedimentación activa:

Para determinar el valor de importancia de las áreas de sedimentación activa, se definen los principales sitios de sedimentación tales como conos de taludes, abanicos aluviales activos, lóbulos de sedimentación, barras de sedimentación activas, deltas y áreas en subsidencia relativa con acumulación de sedimentos, según lo establece el Decreto Ejecutivo No. 32967-MINAE.

Este factor se determinó con base en trabajo de campo mediante una calificación cualitativa, basada en los rangos del anexo 2 del Decreto Ejecutivo No. 32967-MINAE.

Los depósitos de materiales inconsolidados, pueden verse afectados por deformaciones, hundimientos, incluso colapsos gravitatorios en el caso de los taludes de los ríos con grandes caudales.

Este factor evalúa arbitrariamente asignando valores asociados con la intensidad de dicho proceso, el cual toma como premisa la velocidad e intensidad del depósito de sedimentos en una determinada área. En el siguiente cuadro se muestra los valores asignados para los procesos de sedimentación.

Cuadro 5. Valores asignados para los procesos de sedimentación por unidad Litopetrofísica

CÓDIGO	UNIDAD GEOMORFOLOGICA	GEOAPTITUD
V.1	Laderas volcánicas Cacho Negro (a)	3
V.1.b	Laderas volcánicas Cacho Negro (b)	3
D.1	Cerro aislado Negro	3
D.2	Lomeríos denudacional Sardinal	3
D.3	Cerros Relictos Boca Ceiba	4
D.4	Lomeríos denudacionales Hito Sar	4
D.5	Cerros relictos La Aldea	4
D.6	Lomeríos piroclásticos Chaparrón	4
A.1	Sedimentos inconsolidados recientes	1
A.2	Llanura aluvial Sarapiquí	4
A.3	Coluvios y aluviones San Bernardino	4
A.4	Llanura aluvial Tambor	4
A.5	Pantanos	3

- IFA Geoaptitud – Factor Hidrogeología

Se definieron tres zonas de acuerdo a la cantidad, calidad y distribución espacial de los datos hidrogeológicos (DHG) principalmente de la información de pozos se determina las zonas DHG1, DGH2, Y DGH2 descritas a continuación:

DHG1: Las zonas con suficiente información hidrogeológica para la valoración del componente hidrogeológico. Partiendo del desarrollo lineal existente a ambos lados de la ruta nacional a partir de Horquetas, pasando por Puerto Viejo hasta llegar a El Bosque, en donde se proponen varias zonas para el desarrollo futuro. En esta zona no existen mapas geológicos detallados, únicamente el de la estación de La Selva (Alvarado, 1990). Por lo tanto, se utilizará el mapa realizado por geología pragmática para el IFA Geoaptitud de Sarapiquí, a una escala 1:50.000. Además, se cuenta con base de datos de pozos del SENARA, levantamiento 1:10.000 de la red hídrica, los datos de precipitación desde 1967

de la estación La Selva y la base de datos de la DRH. No se cuenta con un estudio previo para el cantón. Las bases de datos no siempre comprenden información completa de pruebas de bombeo, profundidad de pozo, nivel freático, caudales y armado de los pozos.

DHG2: Zonas sin suficiente información en la que se proyecta un crecimiento futuro, en las que se requiere información adicional. Se requiere la perforación de pozos de investigación para realizar la valoración del componente hidrogeológico. Dentro de esta categoría se identifican las localidades en las cuales se presenta interés de desarrollo a futuro y no se cuenta con la información para hacer una evaluación hidrogeológica.

DHG3: Zonas en las cuales no se cuenta con suficiente información y no se proyecta un desarrollo de alto impacto a futuro. Se trata de zonas en las cuales no se ha desarrollado información pública por falta de investigaciones académicas y ausencia de proyectos que requieran estudios a profundidad. Gran parte de esta zona coincide con áreas de protección.

El término “**vulnerabilidad acuífera**”, en Custodio (1995) **se define como** la incapacidad del sistema para absorber las alteraciones, tanto naturales como artificiales. Mientras Foster & Hirata (1991) indican que la vulnerabilidad del acuífero a la contaminación, representa su sensibilidad para ser adversamente afectado por una carga contaminante impuesta.

Existen distintos métodos de abordar dicho análisis. Es posible evaluar la vulnerabilidad específica, que se refiere al peligro de contaminación del agua subterránea respecto a un contaminante en particular. Sin embargo, para este trabajo se evalúa la **Vulnerabilidad intrínseca** la tiene mayor utilidad en los trabajos de planificación de uso del territorio y del agua, particularmente en lo que respecta a la preservación de la calidad del recurso (Auge 2004).

Específicamente se utiliza el **método GOD** debido a la cantidad y calidad de información base y el objetivo del estudio. Tómese en cuenta que dicho método **evalúa la vulnerabilidad intrínseca de las unidades acuíferas**, por lo tanto, considera únicamente las características propias del acuífero (Foster, 1987).

Los parámetros a evaluar son los siguientes:

- G** “*Groundwater occurrence*” (tipo de acuífero),
- O** “*Overall aquifer class*” (litología del estrato suprayacente)
- D** “*Depth*” (profundidad del agua).

La vulnerabilidad se clasificará en valores, entre 0 y 1, correspondiendo con vulnerabilidad despreciable a vulnerabilidad extrema. Se aplica la siguiente figura para obtener los valores de la variable en análisis.

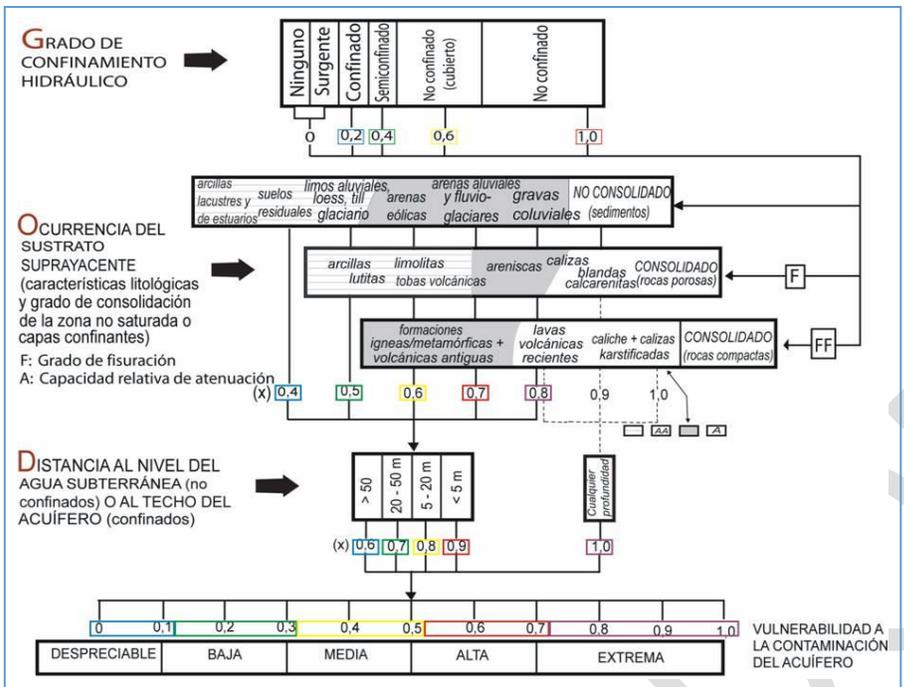


Figura 1. Parámetros método GOD (Tomado de Foster et al., 2002).

Para la aplicación de este método se utiliza como base el mapa geológico de Astorga (2007). Luego se procedió a relacionar las unidades geológicas del mapa base, según la litología predominante con parámetros “G” y “O” los cuales corresponden con el grado de confinamiento hidráulico y al tipo de litología respectivamente. El parámetro “D”, se obtiene a partir de los datos de pozos.

Cada parámetro se evalúa con valores entre 0 y 1. Para el tipo de acuífero, se considera si el mismo se presenta libre, libre cubierto, semiconfinado, confinado o surgente. La ocurrencia del estrato suprayacente considera si la cobertura que presenta son materiales inconsolidados o consolidados, ya sean materiales PERsos o compactos. La profundidad del agua evalúa el nivel estático o el nivel del techo para un acuífero confinado.

Según la clasificación de la figura anterior, se asignan los valores asignados a cada unidad litopetrofísica.

Para el cambio de dicha metodología, se acoge al artículo 23.c del DE-39150.

Cuadro 6. Determinación de los parámetros G y O para las unidades hidrogeológicas.

UNIDAD LITOPETROFISICA	COD.	G	O
Laderas volcánicas Cacho Negro (a)	V.1	1	0,8
Laderas volcánicas Cacho Negro (b)	V.1.b	0,6	0,8
Cerro aislado Negro	D.1	1	0,6
Lomeríos denudacional Sardinal	D.2	1	0,8
Cerros Relictos Boca Ceiba	D.3	1	0,6
Lomeríos denudacionales Hito Sar	D.4	1	0,6
Cerros relictos La Aldea	D.5	1	0,6
Lomeríos piroclásticos Chaparrón	D.6	1	0,7
Sedimentos inconsolidados recientes	A.1	1	0,7
Llanura aluvial Sarapiquí	A.2	1	0,5
Coluvios y aluviones San Bernardino	A.3	1	0,5
Llanura aluvial Tambor	A.4	1	0,5
Pantanos	A.5	1	0,4

A partir de los valores estimados se obtiene el mapa de vulnerabilidad acuífera intrínseca. Para integrar dicho aspecto dentro del IFA, se invierten los valores puesto que la vulnerabilidad es inversamente proporcional a la geoaptitud.

- IFA Geoaptitud – Factor Estabilidad de Laderas

La metodología establecida en el Decreto 32967-MINAE para la evaluación de la estabilidad de laderas es inconsistente, debido a que incluye factores que no son del todo determinantes para la generación de deslizamientos. Por lo tanto, para dicho análisis se utiliza el método Mora-Vahrson (Mora *et al.*, 1992), el cual consiste en una evaluación empírica de la susceptibilidad al deslizamiento. En este método se realiza la superposición de factores condicionantes y factores de disparo, representados cada uno de ellos por una capa de datos espaciales los cuales son combinados mediante la utilización de un SIG.

La estabilidad de las laderas depende de la geodinámica externa, la forma natural en que se degrada el terreno; sin embargo, diversos factores pueden afectar la ocurrencia de deslizamientos, por ejemplo, la lluvia, los sismos y la actividad antrópica.

Esto no implica que no existan probabilidades de ocurrencia de deslizamientos en zonas aun no identificadas, por el contrario, es primordial la observación técnica del terreno para la determinación de la estabilidad y la capacidad de carga del terreno para cualquier tipo de edificación u obra pública. Esto principalmente aplica para las unidades litopetrofísicas:

Laderas volcánicas Cacho Negro (a), Laderas volcánicas Cacho Negro (b) y Lomeríos denudacional Sardinal

Se debe tomar en cuenta que las zonas identificadas como inestables, requieren un estudio más detallado que excede el alcance del presente estudio, debido a la escala de los deslizamientos los cuales presentan poca extensión, cobertura vegetal y tenues rasgos geomorfológicos. Otras zonas las cuales pueden ser vulnerables, son aquellas donde se realicen cortes en el terreno o rellenos poco compactados, por lo que se recomienda la intervención técnica en dichas obras, específicamente geotécnica.

Se modifica la metodología del decreto del IFA debido a que las variables expuestas, no son necesariamente determinantes para la generación de un deslizamiento y los resultados excluyen el criterio profesional respecto a las observaciones de campo. Por lo tanto, se utiliza el método Mora – Varhson, el cual se expone a continuación:

La base de esta metodología fue la clasificación de macizos rocosos de Bieniawski (1989), la cual Mora *et al.* (2002) modifican. Se considera en la misma la resistencia al corte de suelos y la en el parámetro de susceptibilidad litológica.

Los factores de disparo son la actividad sísmica, así como las lluvias intensas, estos perturban el equilibrio del material y propician el colapso gravitatorio (Mora, R. et al., 1992).

El grado de susceptibilidad al deslizamiento dentro de la metodología mencionada se determina mediante la siguiente fórmula:

$$H = (S_L \times S_H \times S_P \times D_s) + (S_L \times S_H \times S_P \times D_{LL})$$

Donde:

- S_L : valor del parámetro de susceptibilidad litológica,
- S_H: valor del parámetro de humedad del terreno,
- S_P : valor del parámetro de la pendiente
- D_s: valor del parámetro de disparo por sismicidad y
- D_{LL}: valor del parámetro de disparo por lluvia

Los valores asignados a estos parámetros dependen del criterio técnico, el cual establece una escala de valores arbitrarios, ya que dependen de las condiciones de cada sitio. Por lo tanto, la clasificación es cualitativa.

Para la integración del resultado dentro del análisis IFA se correlaciona la susceptibilidad al deslizamiento con la geoaptitud. Los valores obtenidos se dividen en 5 categorías. El resultado es inversamente proporcional, la geoaptitud aumenta conforme la susceptibilidad disminuye. En el siguiente cuadro se puede observar los parámetros utilizados para la variable en análisis.

Cuadro 7. Parámetros utilizados para la zonificación del factor de estabilidad de laderas

Peso del parámetro evaluado	1	2	3	4	5
Susceptibilidad Litológica	Muy alto	Alto	Moderado	Bajo	Muy bajo
Humedad del terreno	Muy alto	Alto	Moderado	Bajo	Muy bajo
Pendiente	Muy alto	Alto	Moderado	Bajo	Muy bajo
Disparo por sismos	Muy alto	Alto	Moderado	Bajo	Muy bajo
Disparo por lluvias	Muy alto	Alto	Moderado	Bajo	Muy bajo

a) Factor litológico

El factor litológico se evalúa siguiendo la clasificación utilizada anteriormente en las unidades litopetrofísicas. Debido a que se conoce el material predominante de cada unidad litopetrofísica, se evalúa está en función de sus propiedades mecánicas, las cuales están directamente relacionadas con la estabilidad del terreno. Algunos de los factores que influyen en la estabilidad del terreno son los siguientes: la composición mineralógica, la capacidad de retención de humedad, los espesores y el grado de meteorización, la fracturación, ángulo de buzamiento, los niveles freáticos entre otros.

Las unidades litopetrofísicas se clasifican de acuerdo al siguiente cuadro:

Cuadro 8. Clasificación del factor litológico L, valorando la susceptibilidad a la inestabilidad de las laderas (Tomado de Mora et al., 1992).

CALIFICATIVO Y VALOR DE "L"	LITOLOGÍA	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS TÍPICAS
Bajo valor de L=1	Aluviones gruesos, permeables, compactos, con nivel freático bajo. Calizas duras y permeables. Intrusivos poco fisurados con bajo nivel freático. Basaltos, andesitas, ignimbritas y similares: sanas, permeables y poco fisuradas. Rocas metamórficas; sanas poco fisuradas, nivel freático bajo.	Sanos con poca o ninguna meteorización, resistencia al corte elevada, fisuras sanas sin rellenos.
Moderado valor de L=2	Rocas sedimentarias poco alteradas, estratificación maciza (decamétrica o métrica), poco fisuradas, nivel freático bajo. Rocas intrusivas, calizas duras, lava, ignimbritas o metamórficas: mediante fisuras o alteradas, nivel freático a profundidades intermedias.	Resistencia al corte media a elevada, fracturas cizallables.
Medio valor de L=3	Rocas sedimentarias, intrusivas, calizas duras, lava, ignimbritas, tobas poco soldadas o metamórficas; medianamente alteradas. Coluvios, lahares, arenas, suelos regolíticos levemente	Resistencia a la corte moderada a media, fracturación importante.

	compactados; drenaje poco desarrollado, niveles freáticos relativamente altos.	
Alto valor de L=4	Aluviones fluvio-lacustres, suelos piroclásticos poco compactos, sectores de alteración hidrotermal, rocas fuertemente alteradas y fracturadas con estratificación y foliación a favor de la pendiente, con rellenos arcillosos, niveles freáticos someros.	Resistencia a la corte moderada a baja.
Muy alto valor de L=5	Materiales aluviales, coluviales y regolíticos de muy baja calidad mecánica, con estado de alteración avanzado, drenaje pobre, se incluyen los niveles 3 y 4 con niveles freáticos muy someros, sometidos a gradientes hidrodinámicos muy elevados.	Resistencia al corte muy baja, materiales blandos con muchos finos.

A partir de los valores de la susceptibilidad litológica (SL) del método MVM, mostrados anteriormente, se asignan para cada unidad litopetrofísica, los valores mostrados en el siguiente cuadro:

Cuadro 9. Valores utilizados de acuerdo con la clasificación litológica (MVM modificado)

SL	UNIDAD LITOPETROFISICA	COD.
3	Laderas volcánicas Cacho Negro (a)	V.1
3	Laderas volcánicas Cacho Negro (b)	V.1.b
2	Cerro aislado Negro	D.1
2	Lomeríos denudacional Sardinal	D.2
3	Cerros Relictos Boca Ceiba	D.3
1	Lomeríos denudacionales Hito Sar	D.4
3	Cerros relictos La Aldea	D.5
4	Lomeríos piroclásticos Chaparrón	D.6
1	Sedimentos inconsolidados recientes	A.1
1	Llanura aluvial Sarapiquí	A.2
1	Coluvios y aluviones San Bernardino	A.3
1	Llanura aluvial Tambor	A.4
1	Pantanos	A.5

Se conoce que las rocas cristalinas de manera general son más resistentes que los materiales granulados. La presencia y orientación de fracturas y diaclasas disminuye la estabilidad de los materiales, en especial en zonas de pendientes fuertes, y donde las fracturas paralelas a la pendiente.

Los factores mencionados anteriormente, disminuyen la geopotencialidad de las localidades, principalmente para el desarrollo urbano.

b) Factor de contenido de humedad

Para evaluar este factor se utiliza la información de precipitación disponible, de las estaciones meteorológicas del IMN más cercanas al área de estudio, los cuales fueron brindados por la UNA. En el siguiente cuadro se muestran las estaciones meteorológicas utilizadas.

Cuadro 10. Precipitación mensual promedio

	AGROVERDE	HORQUETAS 2	LAGUNA FRAIJANES	LA REBUSCA	LA SELVA
Enero	373,6	458,4	149,1	325,5	146,2
Febrero	240,9	195,4	92,1	226,9	84,4
Marzo	249,3	252,7	81,0	209,6	88,6
Abril	166,8	199,2	116,2	142,9	69,9
Mayo	425,1	436,9	379,7	322,2	174,9
Junio	497,2	449,0	386,3	336,2	186,5
Julio	480,4	485,3	298,2	385,8	184,4
Agosto	416,9	364,0	343,1	284,1	157,6
Septiembre	497,7	343,2	469,5	258,9	175,5
Octubre	482,2	386,9	544,7	245,7	185,4
Noviembre	629,0	501,7	416,8	436,3	221,5
Diciembre	518,8	360,0	188,1	390,6	162,9

Nota: Se utilizan únicamente las estaciones identificadas en el cuadro anterior, debido a que existen otras estaciones relativamente nuevas que tienen pocos años de registro de datos, por lo que se decidió no incluirlas.

Utilizando los datos de precipitación, se utiliza los rangos mostrados en el siguiente cuadro para la clasificación del promedio de precipitación mensual.

Cuadro 11. Valores para la clasificación del contenido de humedad

Promedio de precipitación mensual (mm)	Valor asignado
< 125	0
125 - 250	1
> 250	2

A partir del resultado de la suma de los valores del cuadro anterior, se obtiene un valor anual. Al utilizar los índices mostrados en el siguiente cuadro, se obtiene el factor S_h

(susceptibilidad por contenido de humedad). Y los valores obtenidos se muestran los siguientes cuadros.

Cuadro 12. Clasificación del factor de contenido de humedad (S_h)

SUMA DE VALORES ASIGNADOS A CADA MES	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN DEL PARÁMETRO (S_h)	GEOAPTITUD
0 - 4	Muy bajo	1	Muy alta
0 - 9	Bajo	2	Alta
10 - 14	Medio	3	Moderada
15 - 19	Alto	4	Baja
20 - 24	Muy alto	5	Muy Baja

Cuadro 13. Valores de la susceptibilidad por humedad (S_h)

	AGROVERDE	HORQUETAS 2	LAGUNA FRAIJANES	LA REBUSCA	LA SELVA
S_h	21	22	16	20	21
	Muy alto	Muy alto	alto	Muy alto	Muy alto

Para el cambio de dicha metodología, se acoge al artículo 23.c del DE-39150.

- IFA Geoaptitud – Factor Amenazas Naturales

El mapa IFA Geoaptitud por Factor Amenazas Naturales se desarrolló con base en el Decreto Ejecutivo No. 32967-MINAE, de acuerdo con el Anexo 2 del mismo.

Las variables que tomar en cuenta para la elaboración de este mapa se detallan seguidamente.

a) Potencial de sismicidad regional:

El potencial de sismicidad regional se determinó a partir de estudios sísmicos realizados regionalmente y del Código Sísmico de Costa Rica. Toma en cuenta las intensidades máximas registradas a partir de las fuentes sismogénicas definidas por Montero et al. (2003).

b) Potencial de sismicidad local:

La determinación del potencial de sismicidad local se basa en el índice de densidad sísmica tomando en cuenta el registro histórico para la zona de estudio y el estudio de Evaluación de la Amenaza Sísmica para Costa Rica del proyecto Resis II.

c) Potencial de licuefacción del terreno:

El potencial de licuefacción se estimó con base en datos de espesor de formaciones superficiales arenosas, lodo-arenosas o areno-lodosas obtenidas del mapa IFA Geoaptitud por Factor Litopetrofísico y potencial presencia de acuíferos freáticos someros del mapa IFA Geoaptitud por Factor Hidrogeológico.

El desarrollo de esta variable se realiza según la tabla número 1 del Anexo 2 del Decreto Ejecutivo No. 32967-MINAE.

Se utilizó como referencia el mapa de Potencial de Licuefacción elaborado por el OVSICORI.

d) Potencial de fractura en superficie por fallamiento geológico activo o potencialmente activo:

Se desarrolló con base en la información facilitada por la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias.

Toma en cuenta los trazos de las fallas indicadas por la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias y a efecto de determinar si hay fractura en superficie por falla geológica activa se toma de manera conservadora los rangos de distancia a las zonas de deformación de la falla geológica activa, según el anexo 2 del Decreto Ejecutivo No. 32967-MINAE.

e) Amenaza volcánica:

Se obtuvo según las distancias establecidas en el anexo 2 del Decreto Ejecutivo No. 32967-MINAE.

f) Potencial afectación por Tsunamis en zonas marino-costeras:

Se desarrolló según lo establecido en el anexo 2 del Decreto Ejecutivo No. 32967-MINAE, el cual toma en cuenta la altura sobre el nivel del mar de los terrenos que se encuentran frente al mar abierto.

g) Amenaza por inundación:

La amenaza por inundación se estimó con base en la tabla número 2 del Anexo 2 del Decreto Ejecutivo No. 32967-MINAE. Además toma en cuenta datos de la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias.

Para la evaluación integral de los factores de “Amenazas naturales” evaluados, se utiliza la clasificación del siguiente cuadro, consistiendo en la suma algebraica de los submapas generados para cada factor.

Cuadro 14. Parámetros utilizados para la zonificación del factor de amenazas naturales del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Peso del parámetro evaluado	1	2	3	4	5
Potencial de sismicidad regional	>IX	VIII – IX	VII – VIII	VI – VII	V – VI
Potencial de sismicidad local	Muy alto (>10)	Alto (8 - 10)	Moderado (6 - 8)	Bajo (4 - 6)	Muy bajo (<4)
Potencial de licuefacción	Muy alto	Alto	Moderado	Bajo	Muy bajo
Potencial de fractura en superficie por falla geológica activa	Zona de deformación de falla geológica activa sobre la traza de una falla geológica activa	0 – 50 m al lado de una zona de deformación de una falla geológica 0 – 15 m de la traza de una falla geológica activa	50 – 100 m al lado de una zona de deformación de una falla geológica activa, 15 – 30 m de la falla geológica activa	100 – 200 m al lado de una zona de deformación de una falla geológica activa, 30 – 50 m de la falla geológica activa	>200 m al lado de una zona de deformación de una falla geológica activa, >200 m de la falla geológica activa
Amenaza volcánica	Dentro del radio de 3 km del centro de emisión volcánica activa. A menos de 50 m de los cauces de movilización de potencial de flujos	Dentro del radio de 3 -5 km del centro de emisión volcánica activa. A menos de 50 m de los cauces de movilización de potencial de flujos volcánicos dentro del radio de 3 – 5 km de un centro de	Dentro del radio de 5 – 10 km del centro de emisión volcánica activa. A menos de 50 m de los cauces de movilización de potencial de flujos volcánicos dentro del radio	Dentro del radio de 10 – 20 km del centro de emisión volcánica activa. A menos de 50 m de los cauces de movilización de potencial de flujos volcánicos dentro del radio de 10 – 20 km	Dentro del radio de 20 – 30 km del centro de emisión volcánica activa. A menos de 50 m de los cauces de movilización de potencial de flujos

	volcánicos dentro del radio de 3 km de un centro de emisión volcánico activo	emisión volcánico activo	de 5 – 10 km de un centro de emisión volcánico activo	de un centro de emisión volcánico activo	volcánicos dentro del radio de 20 – 30 km de un centro de emisión volcánico activo
Potencial de afectación por tsunami	Muy alto frente al mar abierto en una zona de bahía o canal estuarino entre 0 y 2 m.s.n.m.	Alto frente al mar abierto en una zona de bahía o canal estuarino entre 0 y 5 m.s.n.m.	Moderado frente al mar abierto en una zona de bahía o canal estuarino entre 5 y 10 m.s.n.m.	Bajo frente al mar abierto en una zona de bahía o canal estuarino entre 10 y 20 m.s.n.m.	Muy bajo frente al mar abierto en una zona de bahía o canal estuarino >20 m.s.n.m.
Potencial de inundación	Muy alto	Alto	Moderado	Bajo	Muy bajo

Fuente: Decreto Ejecutivo N° 32967-MINAE.

- IFA Geoaptitud Integrada

De acuerdo con el análisis que se hace de los 5 factores que analiza el IFA Geoaptitud, se obtiene el IFA Geoaptitud Integrado, que incluye una zonificación en cinco categorías (De acuerdo con el Decreto No. 32967-MINAE):

IFA Geoaptitud Integrado = IFA Geoaptitud (Factor Litopetrofísico) + IFA Geoaptitud (Factor Geodinámico Externo) + IFA Geoaptitud (Factor Hidrogeológico) + IFA Geoaptitud (Factor Estabilidad de Laderas) + IFA Geoaptitud (Factor Amenazas Naturales).

B. IFA BIOAPTITUD

La determinación del IFA Bioaptitud considera los siguientes componentes:

Para la elaboración del mapa de IFA Bioaptitud se tomó en cuenta la metodología proporcionada en el Decreto N° 32967 MINAE, en su Anexo 2, el cual considera como primera variable el “Tipo de cobertura biótica”, como segunda variable las “Categorías de manejo” y como tercera variable “Corredores Biológicos y conectividad”, estas variables fueron integradas a partir de bases de datos del SINAC a una escala 1:50,000 y ajustadas

a escala 1:10,000 con la cartografía del Proyecto de Regularización del Catastro Nacional, además de los usos de la tierra a escala 1:10,000 elaborados por el Equipo Consultor PPS-UNA.

La metodología utilizada para la elaboración del IFA Bioaptitud se detalla a continuación en el siguiente cuadro.

Cuadro 15. Metodología para la elaboración del IFA Bioaptitud.

IFA Bioaptitud	I (muy alto)	II (alto)	III (moderado)	IV (bajo)	V (muy bajo)
Tipo de cobertura biótica	Bosques primarios, humedales y áreas de protección absoluta por la legislación vigente	Bosques secundarios	Bosques secundarios en recuperación	Potreros arbolados o cultivos agroforestales	Pastos, áreas de cultivo, zonas de uso antrópico
Categorías de manejo	Parques nacionales, Reservas biológicas.	Humedales, Monumentos naturales	Reservas forestales, Zonas protectoras, Refugios nacionales de vida silvestre	Zonas de amortiguamiento de áreas protegidas, definidas como un espacio geográfico de 500 m. desde sus linderos	Zonas sin restricción de uso, desde el punto de vista de recursos biológicos
Corredores Biológicos y conectividad	Corredores biológicos ocupado por bosques primarios y secundarios	Corredores biológicos ocupados por bosques secundarios en recuperación	Zonas de conectividad de corredores biológicos ocupados por actividades humanas diversas	Zonas de restricción parcial por la cercanía (hasta 500 m.) de corredores biológicos y conectividad	Zonas sin restricción desde el punto de vista de corredores biológicos y conectividad

Fuente: Decreto N° 32967 MINAE

C. IFA EDAFOAPTITUD

Para la elaboración del mapa de IFA Edafoaptitud se tomó en cuenta la metodología proporcionada en el Decreto N° 32967 MINAE, en su Anexo 2, donde toma en cuenta como primera variable el “potencial de uso agrícola por fertilidad del suelo” y como segunda variable las “categorías de uso de la tierra”, estas variables fueron integradas a partir de bases de datos del INTA a una escala pertinente al estudio.

D. IFA ANTROPOAPTITUD

La metodología utilizada para la elaboración del IFA Antropoaptitud se detalla a continuación:

Para la elaboración del mapa de IFA Antropoaptitud se tomó en cuenta la metodología proporcionada en el Decreto N° 32967 MINAE, en su Anexo 2, el cual considera como primera variable el “Tipo de uso antrópico”, como segunda variable las “Potencial paisajístico”, estas variables fueron integradas a partir de bases de datos del CNE, SINAC, Museo de Costa Rica, IGN a una escala 1:50,00 y ajustadas a escala 1:10,000 con la cartografía del Proyecto de Regularización del Catastro Nacional, además de los usos de la tierra a escala 1:10,000 elaborados por el Equipo Consultor PPS-UNA.

Cuadro 16. Metodología Tipo de uso antrópico del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Tipo de uso antrópico	Áreas donde se localizan sitios arqueológicos o recursos culturales identificados	Áreas de ocupación antrópica dentro de áreas ambientalmente frágiles	Áreas de potencial ocupación humana a mediano plazo (de 3 a 10 años)	Áreas de potencial ocupación humana a corto plazo (menos de 3 años)	Áreas de ocupación antrópica actual (infraestructura y agricultura)
	I (muy alto)	II (alto)	III (moderado)	IV (bajo)	V (muy bajo)

Fuente: Decreto N° 32967 MINAE

Una vez calculado el tipo de uso antrópico y el potencial paisajístico se integran dando como resultado el Índice de Fragilidad Ambiental Antropoaptitud.

Cuadro 17. Metodología Tipo de uso antrópico del cantón de Sarapiquí, Heredia.

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5
Potencial paisajístico	Cobertura boscosa primaria	Cobertura boscosa secundaria	Cobertura boscosa de tipo mixto (potreros, cultivos y árboles dispersos) con parches boscosos	Ocupación (infraestructura) humana hasta en un 30 % de la superficie de la cuenca cobertura vegetal	Ocupación humana en más de un 50 % mezclada con diversos tipos de cobertura
Parte alta de la cuenca, con vista panorámica total (80 - 100%)	MA	MA	A	Mo	Mo
Parte alta de la cuenca con vista panorámica parcial (60 – 80 %)	MA	A	A	Mo	B
Parte media de la cuenca vista panorámica parcial (40 – 60 %)	A	A	Mo	Mo	B
Parte media de la cuenca con vista panorámica limitada (20 – 40 %)	Mo	Mo	B	B	MB
Parte baja de la cuenca con vista panorámica (<20%)	B	B	B	MB	MB

Fuente: Decreto N° 32967 MINAE.

E. IFA INTEGRADO

La información colectada en los puntos anteriores (A, B, C, D) fue procesada de manera conjunta para generar el mapa final del Índice de Fragilidad Ambiental. Una vez obtenidos los mapas de Geoaptitud, Bioaptitud, Edafoaptitud y Antropoaptitud en formato raster, se procede al análisis espacial mediante el *Model Builder*, realizado una suma algebraica cuyo resultado será el mapa de IFA Integrado:

$$\text{IFA Integrado} = (\text{Geoaptitud} + \text{Bioaptitud} + \text{Edafoaptitud} + \text{Antropoaptitud})$$

Cada una de las variables de las unidades presenta un peso, por ejemplo, en la unidad bioaptitud se encuentran las variables: categoría de manejo, tipo de cobertura y corredor biológico. Una vez obtenidos los pesos se realiza la sumatoria de estos y se dividen entre el número de variables. En los casos que el residuo sea un número decimal se aplica el redondeo. Los valores menores a 0.75 son redondeados al número de fragilidad más bajo (por ejemplo, si la ponderación de las variables (suma del valor de cada variable / número de variables), fuese de 3,75 se redondea al valor de 3).

De esta manera y con base al mapa de Índice de Fragilidad Ambiental Integrado se definieron las siguientes categorías:

- a) IFA Muy Alto (Zona I)
- b) IFA Alto (Zona II)
- c) IFA Moderado (Zona III)
- d) IFA bajo (Zona IV)
- e) IFA Muy Bajo (Zona V)

Para facilitar la comprensión de los mapas se invirtió la escala de colores establecida en el Decreto Ejecutivo No. 32967-MINAE.

- a) Muy Alto (rojo oscuro)
- b) Alto (naranja)
- c) Moderado (amarillo)
- d) Baja (verde claro)
- e) Muy Baja (verde oscuro)

2. IFA GEOAPTITUD

El IFA Geoaptitud por Factor Litopetrofísico se define a partir de la distribución y características básicas y aplicadas de las formaciones o unidades rocosas del subsuelo y superficiales presentes en el área de estudio.

2.1. Geología

El Cantón de Sarapiquí, perteneciente a la provincia de Heredia, se encuentra ubicado en la Vertiente Caribe, al norte del Volcán Cacho Negro e incluye su flanco norte, que corresponde con productos volcánicos del Pleistoceno (Denyer & Alvarado, 2007). Las zonas más llanas corresponden con sedimentos erosionados, transportados, y depositados en forma de productos aluviales por los principales ríos. Dentro del cantón aflora parte del Arco de Sarapiquí, compuesto por distintas unidades de lavas, piroclastos e intusivos (Gazel, 2005). La composición de estas unidades varía entre rocas basálticas a riolíticas, y se considera una prolongación del Graben de Nicaragua (Dengo, 1962).

Las unidades litopetrofísicas definidas en el documento presentan relevancia para la distribución urbana y la evaluación de la fragilidad ambiental, por lo tanto, corresponde con las unidades superficiales, las cuales en el caso del Cantón de Sarapiquí corresponden con unidades geológicas y geomorfológicas.

Debido a que la escala del mapa geológico base es 1:400,000, se detallan ciertos trazos geológicos, ajustándolos mediante criterios geomorfológicos donde fuera evidente la división de las unidades, siempre respetando el trazo original a una escala 1:50,000.

Por las características de escala de la información de los estudios previos, tanto geológica como geomorfológica del área de estudio, se realizaron dos giras de campo del 28 y 30 de abril, del presente año, y con esto correlacionar las unidades mapeadas previamente con las unidades litopetrofísicas, según como lo indica el mismo decreto y mejorar la escala del mapa geomorfológico disponible y con esto, mejorar el detalle de los resultados.

A continuación, se describe la estratigrafía del Cantón de Sarapiquí, de acuerdo con las unidades geológicas y el orden cronológico de las unidades:

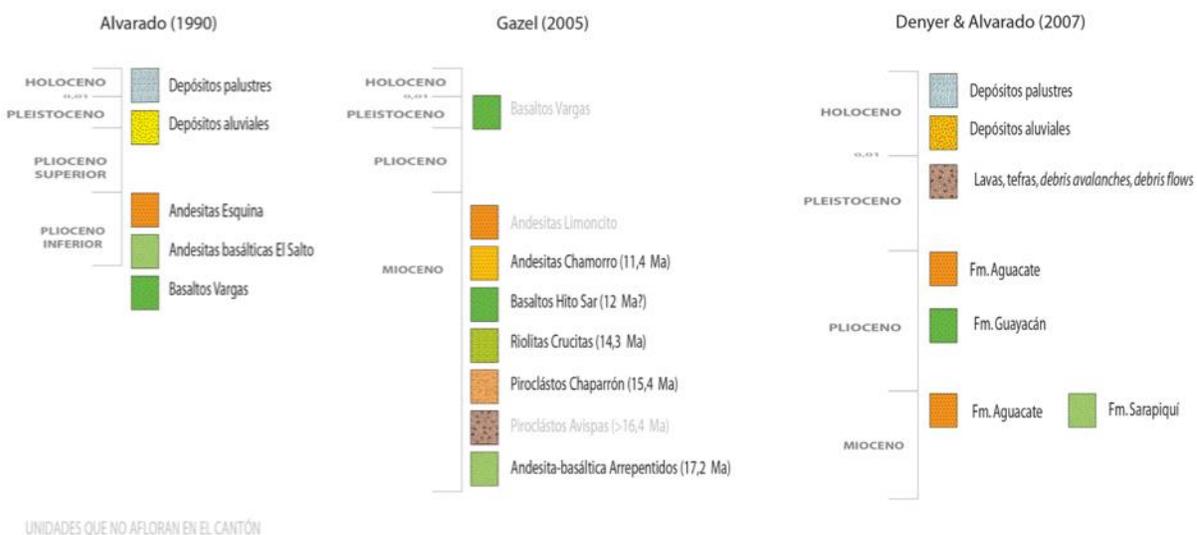
2.1.1. Unidades rocosas aflorantes en el cantón

La geología del cantón de Sarapiquí presenta una importante influencia volcánica. Desde las lavas y flujos que constituyen el edificio del Volcán Cacho Negro, donde se tienen las descripciones de la Estación La Selva (Alvarado, 1990), pero en su mayor parte la información procede del mapa geológico 1:400,000 (Denyer & Alvarado, 2007). Más al norte en los alrededores de Sardinal, se encuentran productos volcánicos del mioceno, que constituyen parte del Arco Volcánico de Sarapiquí (Gazel, 2005). El área restante se

encuentran cerros dispersos asociados también con las formaciones Guayacán y Aguacate, los cuales se encuentran rodeados por sedimentos aluviales, los cuales abarcan gran parte del cantón, en su límite al norte y este.

En la Figura 2 se correlacionan las unidades geológicas que afloran dentro del cantón según las fuentes ya mencionadas.

Figura 2. Relaciones estratigráficas de las unidades aflorantes del cantón de Sarapiquí, Heredia.



Fuente: Tomado y modificado de: Alvarado, 1990; Gazel, 2005; Denyer & Alvarado, 2007.

a) Rocas del mioceno

Formación Aguacate

Consiste en una unidad litoestratigráfica que tradicionalmente se ha utilizado para incluir rocas volcánicas post-cretácico y pre-cuaternario, desde los primeros estudios realizados en los montes del Aguacate (Attwood, 1882), hasta Berrangé (1977) que propone el nombre grupo Aguacate.

Se correlaciona con el emplazamiento de la Cordillera Volcánica Central. Sus características son rocas subalcalinas (toleíticas y calcalcalinas) (Weyl, 1969; Laguna, 1983; Cigolini & Chávez, 1986).

Kussmaul (1994) diferencia dos series. La serie Aguacate I, predominantemente basáltica y andesítica-basáltica pobres en potasio y afinidad toleítica, de edad Mioceno Superior – Oligoceno (Amos & Rogers, 1983). La serie Aguacate II, presenta una afinidad calco-alcalina, y se considera de edad Mioceno Superior-Plioceno (Alvarado et al., 1992).

Formación Sarapiquí

Fue definida como una serie de andesitas y andesitas basálticas, con diferentes grados de silicificación y meteorización, que afloran en los Cerros Sardinal y Arrepentidos, se asocia con el grupo aguacate y se consideran que corresponden al Neógeno (Alvarado, 1984; Alvarado, 1990).

Andesitas-basálticas Arrepentidos

Se encuentra expuesta al SE del arco. Corresponde con andesitas basálticas porfíricas, con fenocristales de plagioclasa, clinopiroxenos y olivino sano o cloritizado. Un espesor mínimo de 160 m y una edad del Mioceno Inferior tardío (Gazel et al., 2005).

Piroclastos Chaparrón

Se exponen en los cerros Chaparrón, en el sector central sur del arco. Corresponde con una secuencia de flujos de bloques y cenizas, oleadas piroclásticas y coladas de lava subordinadas de composición andesítica basáltica. Un espesor mínimo de 260 m y una edad del Mioceno Medio temprano (Gazel et al., 2005).

Riolitas Crucitas

Aflora en cerros aislados en la parte norte del arco. Son dacitas a riolitas con anfíbol y/o biotita. Su espesor mínimo aflorante se estima en 100 m y posee una edad del Mioceno Medio tardío (Gazel et al., 2005).

Basaltos Hito Sar

Aflora en la parte central y NW del arco. Su espesor mínimo es de 225 m y se estimó una edad aproximada de 1,2 Ma para esta unidad (Pleistoceno) (Obando, 1995; Gazel et al., 2005).

Andesitas Chamorro

Agrupar una serie de coladas andesíticas que afloran al NE y central norte del arco. Sobreyace por medio de una discordancia angular las rocas piroclásticas de la unidad Avispas y se le asigna una edad del Mioceno Medio tardío hasta Superior temprano (Gazel et al., 2005).

b) Rocas del plioceno

Formación Guayacán

Fue definida como una serie de andesitas y andesitas basálticas, con diferentes grados de silicificación y meteorización, que afloran en los Cerros Sardinal y Arrepentidos, se asocia con el grupo aguacate y se consideran que corresponden al Neógeno (Alvarado, 1984; Alvarado 1990).

Basaltos Vargas

Consisten en basaltos porfiriticos de color café anaranjado la superficie meteorizada y de gris claro la superficie sana. Presentan mega cristales de plagioclasa hasta de 2 cm. En casos presentan cloritas, zeolitas y óxidos de hierro relleno de las fracturas, así como diseminados por la roca (Alvarado, 1990).

Andesita basáltica El Salto

Sobreyace a los Basaltos Vargas, tiene un espesor de unos 35 m. Está compuesto por andesitas piroxénicas con olivino de colores gris claro a negro. Además, presenta fenocristales de plagioclasa y clinopiroxenos (Alvarado, 1990).

Andesitas la Esquina

Se encuentra discordante sobre la unidad de Andesitas basálticas El Salto. Consiste en Andesitas de color gris oscuro a negro con pocos fenocristales y textura fluidal. Al meteorizarse son fácilmente confundibles con tobas (Alvarado, 1990).

c) Rocas del pleistoceno

Consiste en los productos volcánicos que conforman volcán Cacho Negro, el cual es un estratovolcán cónico, que creció dentro de la estructura caldérica del Barva (Alvarado, 1990). Entre estas se encuentran lavas, tefras, debris Avalanche y debris flows (Denyer & Alvarado, 2007).

d) Depósitos recientes

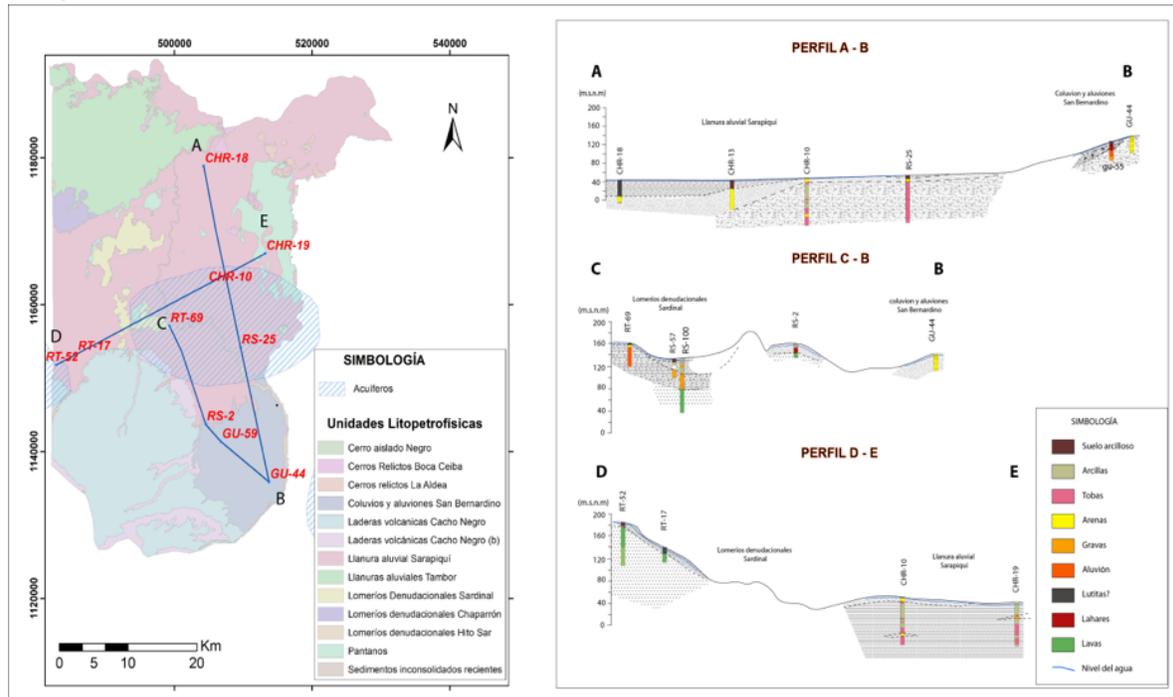
Depósitos fluviales y palustres

Están compuestas de interestratificaciones de arenas y limos volcánicos de color gris hasta café anaranjado con intercalaciones de barros ferruginosos y conglomerados. En la confluencia del Río Puerto Viejo y la Quebrada el Salto, existen dataciones de una edad superior a los 43000 años. Los depósitos palustres actuales se desarrollan en ciénagas con

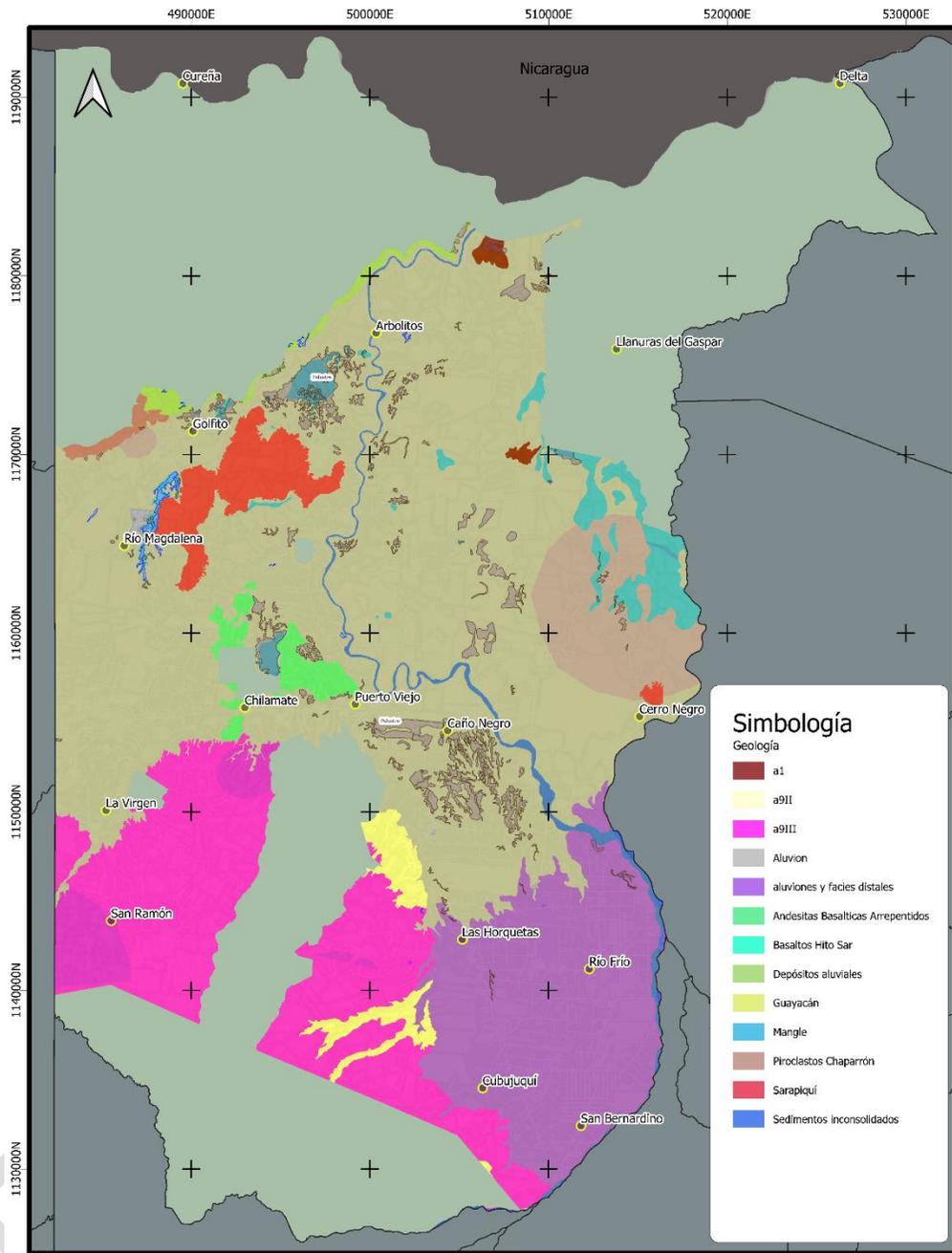
suelos embebidos en agua ricos en materia orgánica en descomposición, con un espesor entre 10 y 40 cm (Alvarado, 1990).

En la Figura 3 se muestran los perfiles geológicos del cantón de Sarapiquí.

Figura 3. Perfiles geológicos elaborados para la aplicación de los índices de Fragilidad Ambiental del cantón de Sarapiquí, Heredia.



En el siguiente mapa se puede observar la geología del cantón de Sarapiquí.



Simbología

Geología

- a1
- a9II
- a9III
- Aluvion
- aluviones y facies distales
- Andesitas Basálticas Arrepentidos
- Basaltos Hito Sar
- Depósitos aluviales
- Guayacán
- Mangle
- Piroclastos Chaparrón
- Sarapiquí
- Sedimentos inconsolidados

<p>Geología</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p>	<p>Desarrollador:</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p>
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>	<p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distritos: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CRTM3) Eje X: 96594 Eje Y: 0000</p> <p>Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de campo Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC ACAHN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> Pobladors Red Vial Mapa Catastral Distritos ASP AEE INDR RNH Estuario Lacustre Palustre
<p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2023 ELABORADO POR: </p>			

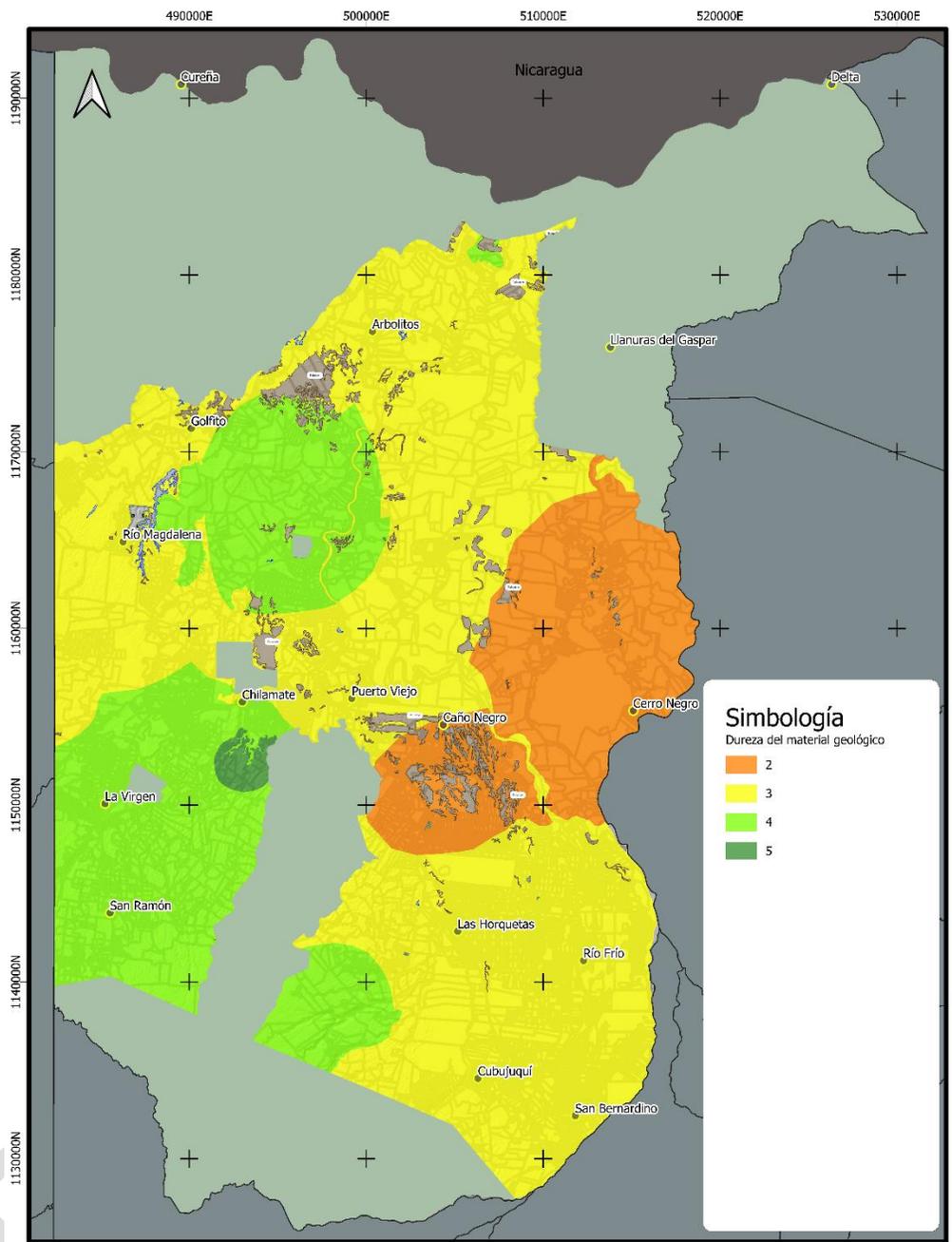
Mapa 2. Geología del cantón de Sarapiquí, Heredia.

2.2. IFA Geoaptitud – Factor Litopetrofísica

a) Dureza/ resistencia del material geológico o de la “roca”.

Este parámetro se determinó directamente en el campo, mediante la estimación de los valores de forma cualitativa. Esta considera, parámetros estándar de resistencia para distintas rocas y materiales inconsolidados, además de la comparación relativa de muestras en el campo.

La “firmeza de roca” se relaciona directamente con la capacidad de carga, así como la estabilidad de cada unidad litopetrofísica. La correlación entre los valores estimados y los valores asignados por diversos autores se muestran en el siguiente mapa y cuadro.



Simbología
Dureza del material geológico

- 2
- 3
- 4
- 5

<p>Dureza del material geológico</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p>	<p>Desarrollador:</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio anterior, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p>												
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>	<p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CRTRM2) Hemisferio: WGS84 Datum: CR05</p> <p>Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de campo Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAHN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>Simbología</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td> Poveños</td> <td> AGP</td> <td> RNH</td> </tr> <tr> <td> Red Via</td> <td> AEE</td> <td> Estuario</td> </tr> <tr> <td> Mapa Catastral</td> <td> INDER</td> <td> Lacustre</td> </tr> <tr> <td> Dientes</td> <td> Palustre</td> <td></td> </tr> </table>	Poveños	AGP	RNH	Red Via	AEE	Estuario	Mapa Catastral	INDER	Lacustre	Dientes	Palustre	
Poveños	AGP	RNH													
Red Via	AEE	Estuario													
Mapa Catastral	INDER	Lacustre													
Dientes	Palustre														
<p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2024 ELABORADO POR: </p>															

Mapa 3. Dureza/resistencia del material inferida del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Cuadro 18. Parámetros estándar para la clasificación de la resistencia de la roca a la compresión simple, y categorías asignadas para cada unidad litopetrofísica definida del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Resistencia a la compresión simple (MPa)	ISRM (1981)	Geological society of London (1970)	Bienawski (1973)	Clasificación IFA	Valor de Geoaptitud
1-5	muy blanda	blanda > 1,25	muy baja	Muy suave	1
5-12,5	blanda	moderadamente blanda	muy baja	Suave	2
12,5-25	blanda	moderadamente dura	muy baja	Firme	3
25-50	moderadamente dura	moderadamente dura	baja	Firme	3
50-100	dura	dura	media	Muy firme	4
100-200	muy dura	muy dura	alta	Duro	5
>200	muy dura	muy dura	alta	Duro	5
>250	muy dura	muy dura	muy alta	Duro	5

Fuente: Tomado y Modificado de González, 2002.

Una mayor resistencia en la roca significa una mayor geoaptitud de un terreno, por lo tanto, la estabilidad de este.

Este criterio comparativo se realiza principalmente para las rocas cristalinas. En caso de la presencia de materiales con poca cohesión (materiales brechosos con matriz de detritos), se toma en cuenta cualitativamente la consistencia de la matriz.

b) Consistencia (o grado de cohesión) del material geológico o consistencia.

Este factor relaciona la consistencia del material con la resistencia a la compresión simple de la roca, como se indica en el reglamento IFA del Decreto Ejecutivo N° 32967-MINAE. Mediante observaciones cualitativas de campo se aproxima de manera general la clasificación, asociando a las variaciones del suelo con cada unidad litopetrofísica.

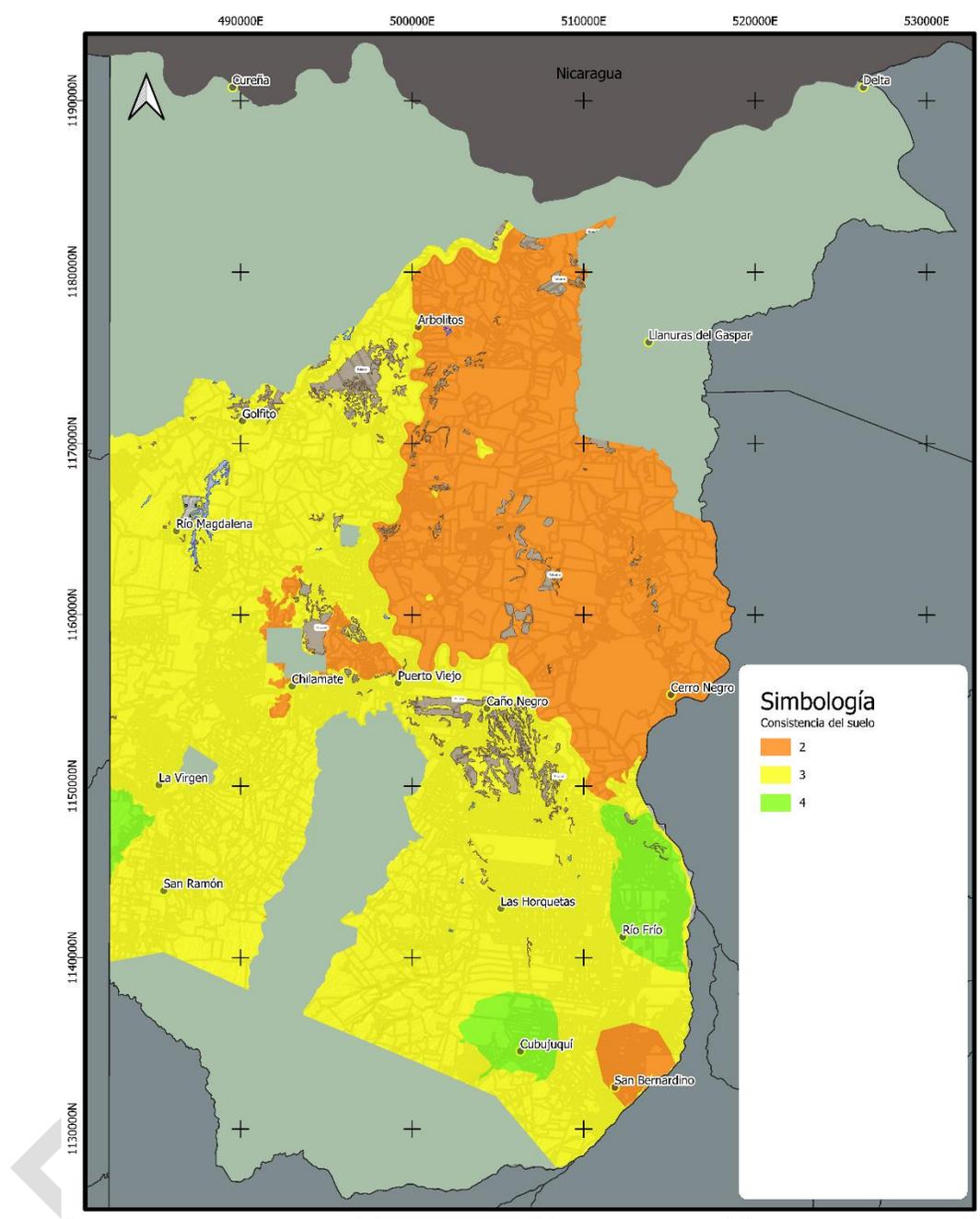
Los valores utilizados para dicha clasificación se observan en el siguiente cuadro y mapa.

Cuadro 19. Parámetros estándar para la clasificación de la resistencia compresión simple de suelos arcillosos y categorías asignadas para cada unidad Litopetrofísica definida del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Clase	Criterio de reconocimiento	Resistencia Aprox. a la compresión simple (Mpa)	Valor de geoaptitud	Clasificación IFA
S ₁	El dedo penetra fácilmente varios cm	< 0,025	1	Muy suave
S ₂		0,025-0,05		
S ₃	Se necesita una pequeña presión para hincar el dedo	0,05-0,1	2	Suave
S ₄	Se necesita una fuerte presión para hincar el dedo	0,1-0,25	3	Firme
S ₅	Con cierta presión puede marcarse con la uña	0,25-0,5	4	consistente
S ₆	Se marca con dificultad al marcarse con la uña	> 0,5	5	Muy consistente

Fuente: Tomado y Modificado de González, 2002.

Esta clasificación se usa además para la estimación de valores de las unidades Litopetrofísicas para la resistencia de materiales como granulares compactos como tobas alteradas, aluviones, depósitos de pantano, etc.



<p>Consistencia o resistencia de la roca</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p> <p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CRTRM2) Hemisferio: WGS84 Datum: CR05</p> <p>Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Desarrollador:</p> <p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de campo Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAHN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio anterior, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p> <p>Simbología</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Pueblos</td> <td></td> <td>AGP</td> <td></td> <td>RNH</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Red Via</td> <td></td> <td>AEE</td> <td></td> <td>Estuario</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Mapa Catastral</td> <td></td> <td>INDR</td> <td></td> <td>Lacustre</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Dirección</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Palustre</td> </tr> </table> <p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2024 ELABORADO POR: </p>		Pueblos		AGP		RNH		Red Via		AEE		Estuario		Mapa Catastral		INDR		Lacustre		Dirección				Palustre
	Pueblos		AGP		RNH																						
	Red Via		AEE		Estuario																						
	Mapa Catastral		INDR		Lacustre																						
	Dirección				Palustre																						
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>																											

Mapa 4. Consistencia del material geológico en el cantón de Sarapiquí, Heredia.

c) Factor de lineación (intensidad y relaciones de la fracturación).

Este consiste en la suma de cualquier tipo de factor, ya sea planos o que induzca planos de debilidad, que pueda incidir en la permeabilidad y en la estabilidad del terreno, en correlación con la presencia de alineamientos o fallas que fracturen o fisuren la roca o el suelo.

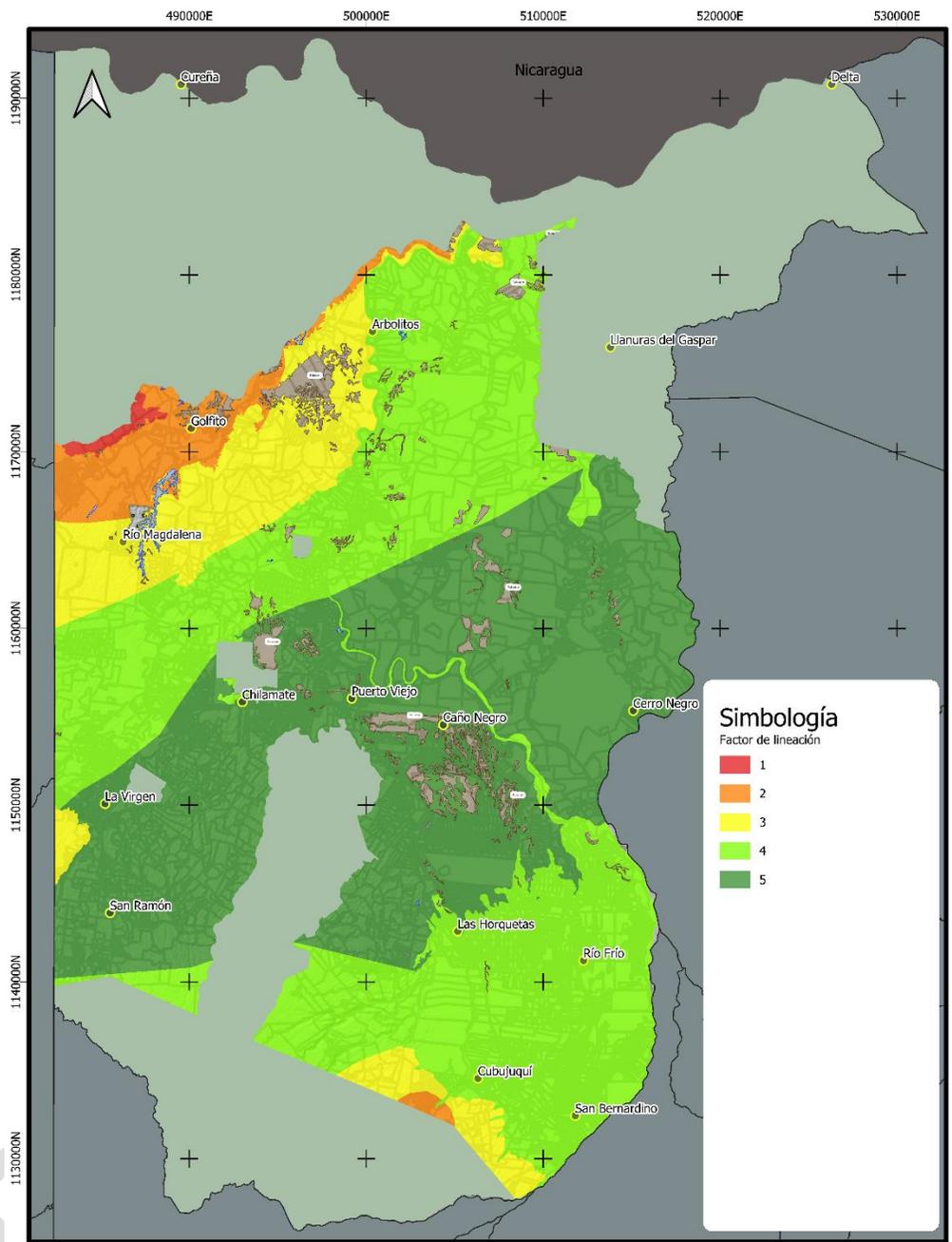
La estratificación, laminación, fracturas (independientemente de su origen) son algunas de las variables de dicho factor (Astorga, 2010 comunicación verbal).

La evaluación de este factor no presenta una metodología definida. Como indica el Decreto del IFA, en carencia de pautas a seguir queda a criterio profesional la evaluación de los factores.

A continuación, se explica el procedimiento utilizado: se considera la fracturación, estratificación, laminación, diaclasas y fallas. A partir de la presencia o no de estas en una unidad litopetrofísica y el criterio profesional se le asignará la geoaptitud.

Un aumento en el factor de lineación produce una disminución del factor de geoaptitud y a su vez influye negativamente en la estabilidad del terreno. Incluso provocaría en zonas de importancia acuífera un mayor potencial a la contaminación.

Los valores utilizados para dicha clasificación se observan en el siguiente mapa.



Simbología

Factor de lineación

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

<p>Factor de lineación</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p> <p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (STRIM2) Hemera: WGS84 Datum: CR05</p> <p>Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Desarrollador:</p> <p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de campo Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAHN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio anterior, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p> <p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Poblados Red Via Mapa Catastral Dirección AGP AEE INDER RNH Estuario Lacustre Palustre <p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2024 ELABORADO POR: INGEFOR</p>
<p>Plan Regulador de Sarapiquí</p> <p>Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>			

Mapa 5. Factor de Lineación del cantón de Sarapiquí, Heredia.

d) Grado o intensidad de meteorización del material geológico.

La meteorización es la degradación natural que sufre una roca al estar expuesto a un ambiente. En general se asocia con una disminución en la calidad de las propiedades físicas de las rocas.

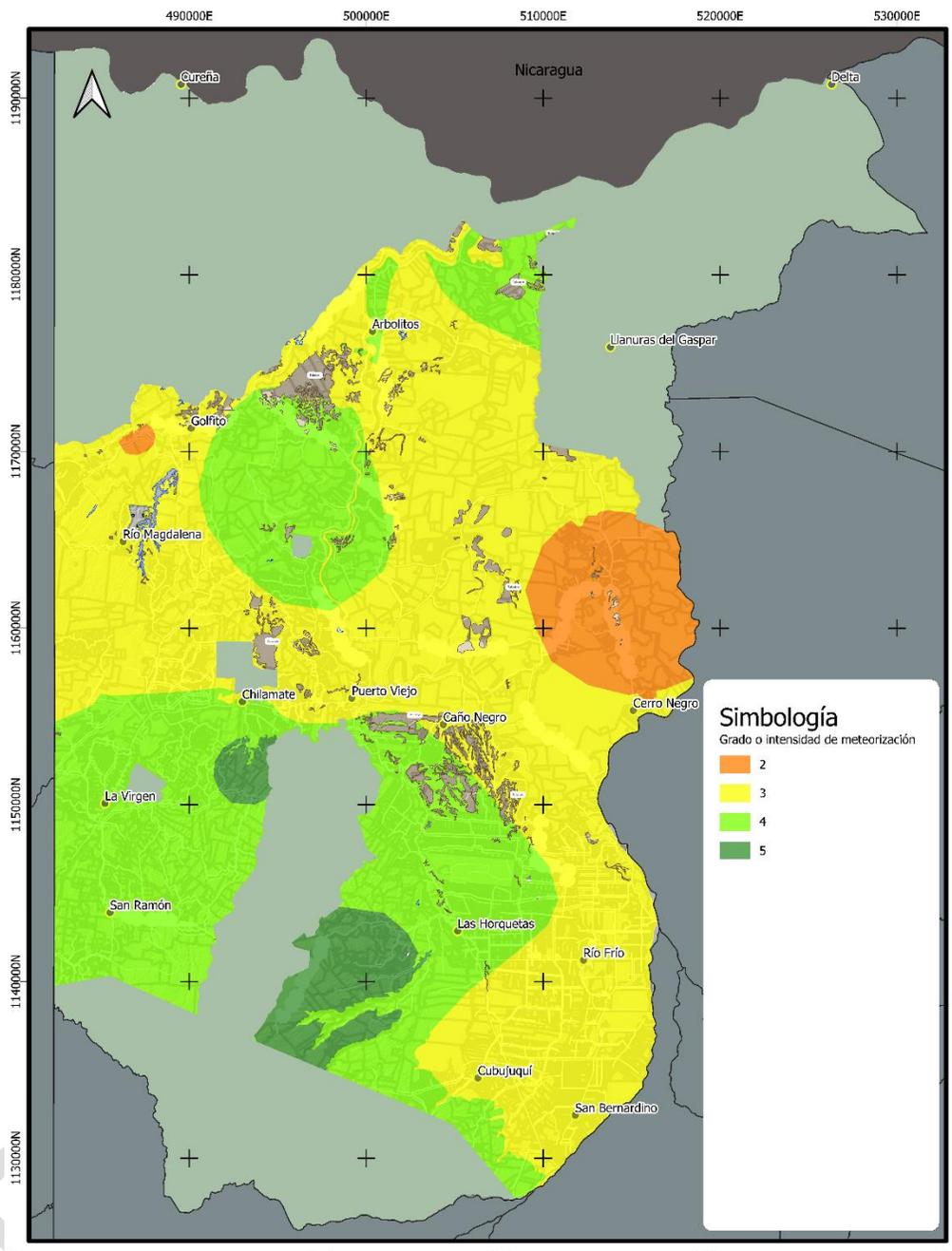
Este parámetro se clasifica directamente en el campo para cada unidad litopetrofísica de acuerdo con la clasificación del siguiente cuadro y mapa.

Cuadro 20. Criterios cualitativos para la clasificación del grado de meteorización de un macizo rocoso del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Grado de meteorización	Geoaptitud	Clasificación	Descripción
1	5	Sano	No hay signos de meteorización.
2	4	Ligeramente meteorizado	El macizo se presenta decolorado en su totalidad, especialmente en superficies de discontinuidad.
3	3	Moderadamente meteorizado	Parte del macizo se encuentra descompuesto o se ha transformado a suelo. El resto aparece como núcleos aislados o una estructura continua.
4	2	Completamente meteorizado	El macizo aparece descompuesto y/o transformado en suelo. Se conserva la estructura original del macizo.
5	1	Suelo residual	Todo el macizo se ha transformado en suelo. Se ha destruido la estructura del macizo y la fábrica del material.

Fuente: Tomado y modificado de González, 2002.

Las unidades litopetrofísicas correspondientes con materiales inconsolidados no son tomadas en cuenta para la evaluación de este factor debido a que no aplica. Sin embargo, se asume que, en función de la estabilidad, el terreno inconsolidado presenta una geoaptitud inferior a una roca meteorizada donde las pendientes sean altas. A mayor grado de meteorización, la geoaptitud disminuye en función de la estabilidad del terreno.



Simbología
Grado o intensidad de meteorización

- 2
- 3
- 4
- 5

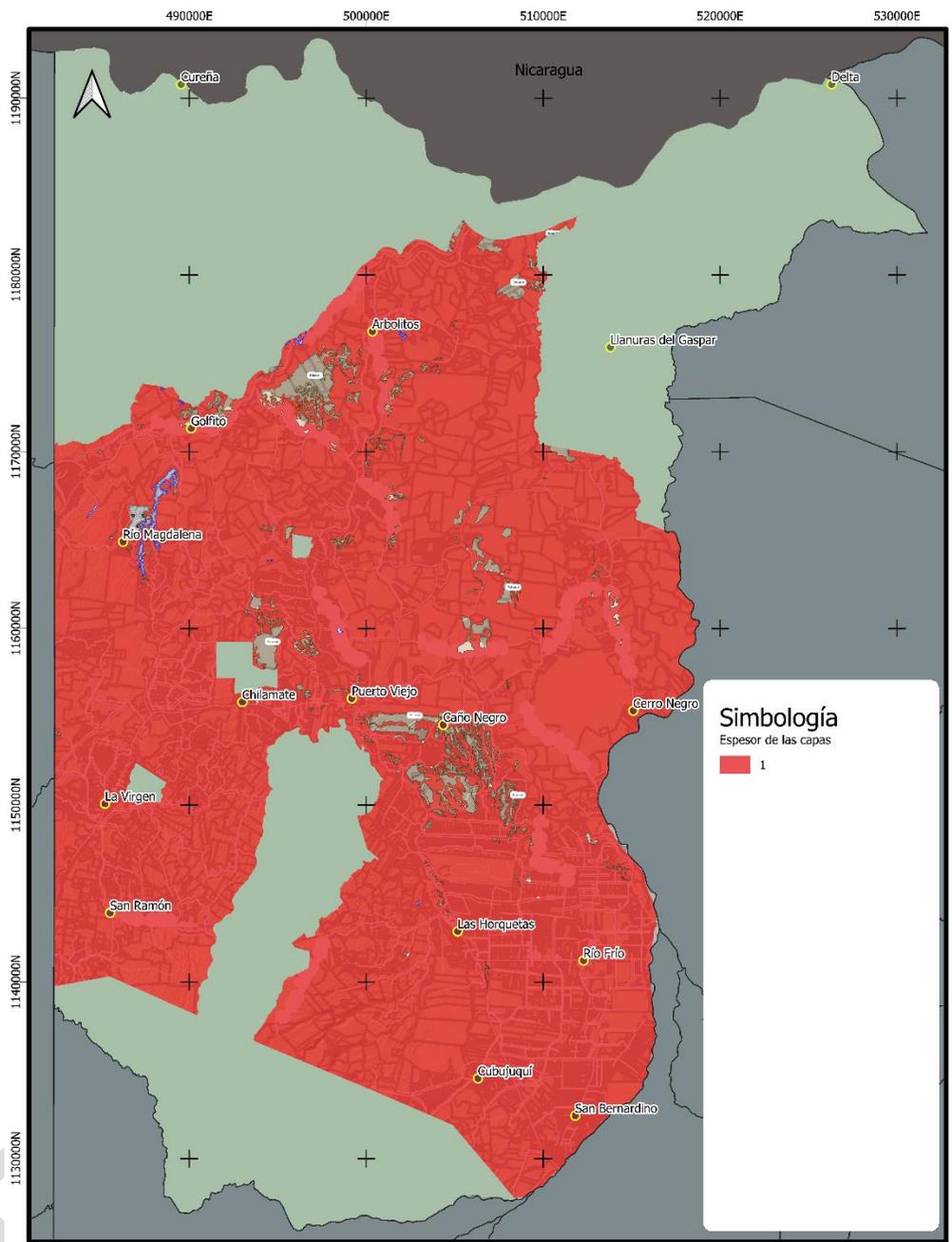
<p>Grado o intensidad de meteorización</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p>	<p>Desarrollador:</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio anterior, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p>												
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>	<p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CRTRM2) Hemisferio: WGS84 Datum: CR05</p> <p>Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de campo Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAHN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>Simbología</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td> Poveños</td> <td> APD</td> <td> RNH</td> </tr> <tr> <td> Red Via</td> <td> AEE</td> <td> Estuario</td> </tr> <tr> <td> Mapa Catastral</td> <td> Inder</td> <td> Lacustre</td> </tr> <tr> <td> Dientes</td> <td> Palustre</td> <td></td> </tr> </table>	Poveños	APD	RNH	Red Via	AEE	Estuario	Mapa Catastral	Inder	Lacustre	Dientes	Palustre	
Poveños	APD	RNH													
Red Via	AEE	Estuario													
Mapa Catastral	Inder	Lacustre													
Dientes	Palustre														
			<p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2024 ELABORADO POR: </p>												

Mapa 6. Grado de Meteorización del cantón de Sarapiquí, Heredia.

e) Espesor de las capas de suelo o de la formación superficial en análisis.

Se refiere a espesor aparente, ya que en varios sitios solo es posible ver las capas superficiales del suelo, y no, su contacto con las unidades rocosas subyacentes. Por lo tanto, en casos no es posible determinar el espesor real.

Los valores utilizados para dicha clasificación se observan en el siguiente cuadro y mapa.



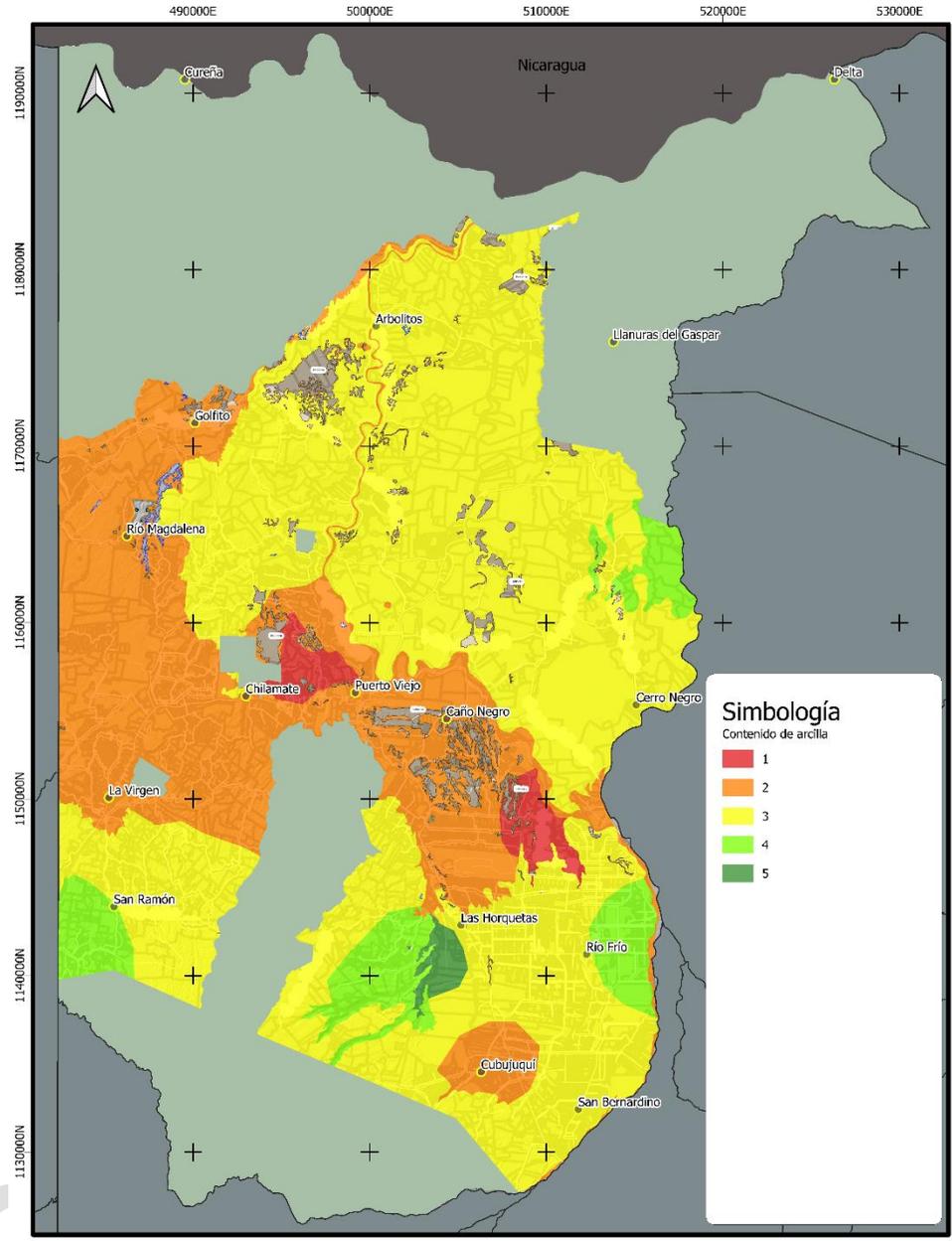
<p>Espesor de las capas de la formación superficial</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p> <p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (STRIM2) Hemisferio: WGS84 Datum: CR05</p> <p>Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Desarrollador:</p> <p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de campo Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAHN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio anterior, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p> <p>Simbología</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Pueblos</td> <td></td> <td>AGP</td> <td></td> <td>RNH</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Red Via</td> <td></td> <td>AEE</td> <td></td> <td>Estuario</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Mapa Catastral</td> <td></td> <td>INDER</td> <td></td> <td>Lacustre</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Dirección</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Palustre</td> </tr> </table> <p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2024 ELABORADO POR: </p>		Pueblos		AGP		RNH		Red Via		AEE		Estuario		Mapa Catastral		INDER		Lacustre		Dirección				Palustre
	Pueblos		AGP		RNH																						
	Red Via		AEE		Estuario																						
	Mapa Catastral		INDER		Lacustre																						
	Dirección				Palustre																						
<p>Plan Regulador de Sarapiquí</p> <p>Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>																											

Mapa 7. Espesor Aparente del Suelo del cantón de Sarapiquí, Heredia.

f) Contenido de arcilla del suelo o de la formación geológica en análisis.

La determinación de este parámetro se realiza de forma cualitativa en el campo. A un mayor contenido de arcilla se dará una disminución de la geopotitud, esto debido a la baja permeabilidad de los materiales arcillosos, los cuales podrían causar problemas de inundaciones o acumulación de aguas. Además, la estabilidad del terreno puede verse seriamente afectada por las arcillas conocidas como “expansivas”, las cuales varían en gran porcentaje su volumen según el contenido de humedad en la zona, lo cual puede afectar las estructuras, y verse intensificado debido a actividad sísmica. Las unidades litopetrofísicas de composición granulométrica más fina presentan mayor cantidad de arcilla, en términos generales son menos permeables que las unidades de grano grueso. También se evalúa la cantidad de arcilla del suelo sobre la unidad rocosa, y se incluye en la interpolación.

Los valores utilizados para dicha clasificación se observan en el siguiente mapa.



<p>Contenido de arcilla</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p>	<p>Desarrollador:</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas son un estudio adecuado. No somos responsables de la acción ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p>												
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>	<p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CRTM2) Escala: WGS84 Datum: CRS</p> <p>Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SINT Municipalidad de Sarapiquí Datos de campo Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAHN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>Simbología</p> <table border="0"> <tr> <td> Poblados</td> <td> ASP</td> <td> RNH</td> </tr> <tr> <td> Red Vía</td> <td> AEF</td> <td> Estuario</td> </tr> <tr> <td> Mapa Catastral</td> <td> INDER</td> <td> Lacustre</td> </tr> <tr> <td> Drenajes</td> <td></td> <td> Palustre</td> </tr> </table> <p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2024 ELABORADO POR: </p>	Poblados	ASP	RNH	Red Vía	AEF	Estuario	Mapa Catastral	INDER	Lacustre	Drenajes		Palustre
Poblados	ASP	RNH													
Red Vía	AEF	Estuario													
Mapa Catastral	INDER	Lacustre													
Drenajes		Palustre													

Mapa 8. Contenido Aparente de Arcilla, Unidad Litopetrofísica del cantón de Sarapiquí, Heredia.

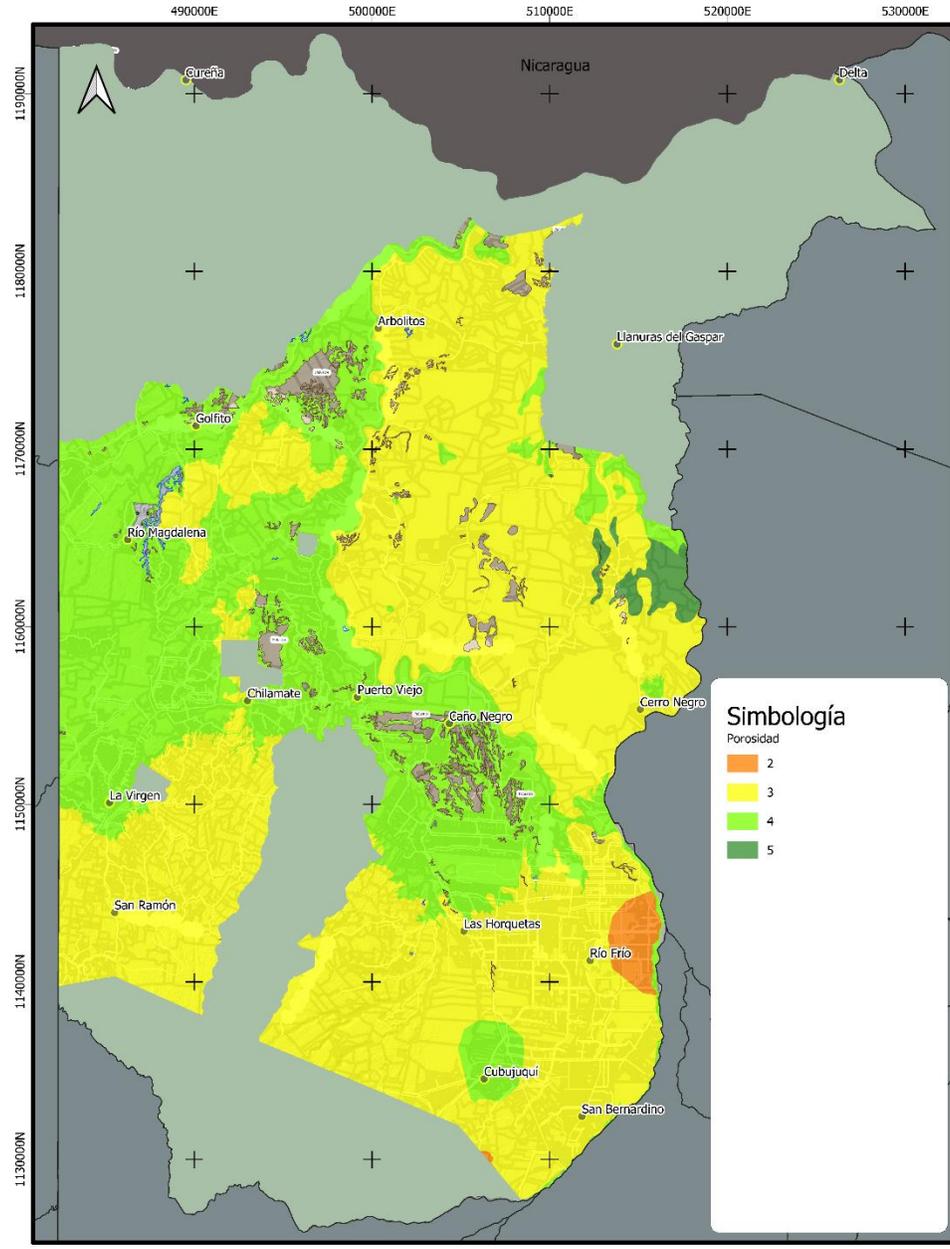
g) Porosidad y permeabilidad aparente.

Este factor se analiza cualitativamente. El mismo se relaciona con la permeabilidad primaria e intrínseca de la roca o materiales. Los valores que se asignan son relativos entre las unidades evaluadas. Para los materiales inconsolidados, la permeabilidad está determinada por la granulometría. La permeabilidad es directamente proporcional a la granulometría del material. Las zonas de alta geoaptitud presentan menor permeabilidad.

49

En estas zonas existe menor riesgo de contaminación acuífera.

Los valores utilizados para dicha clasificación se observan en el siguiente cuadro y mapas.



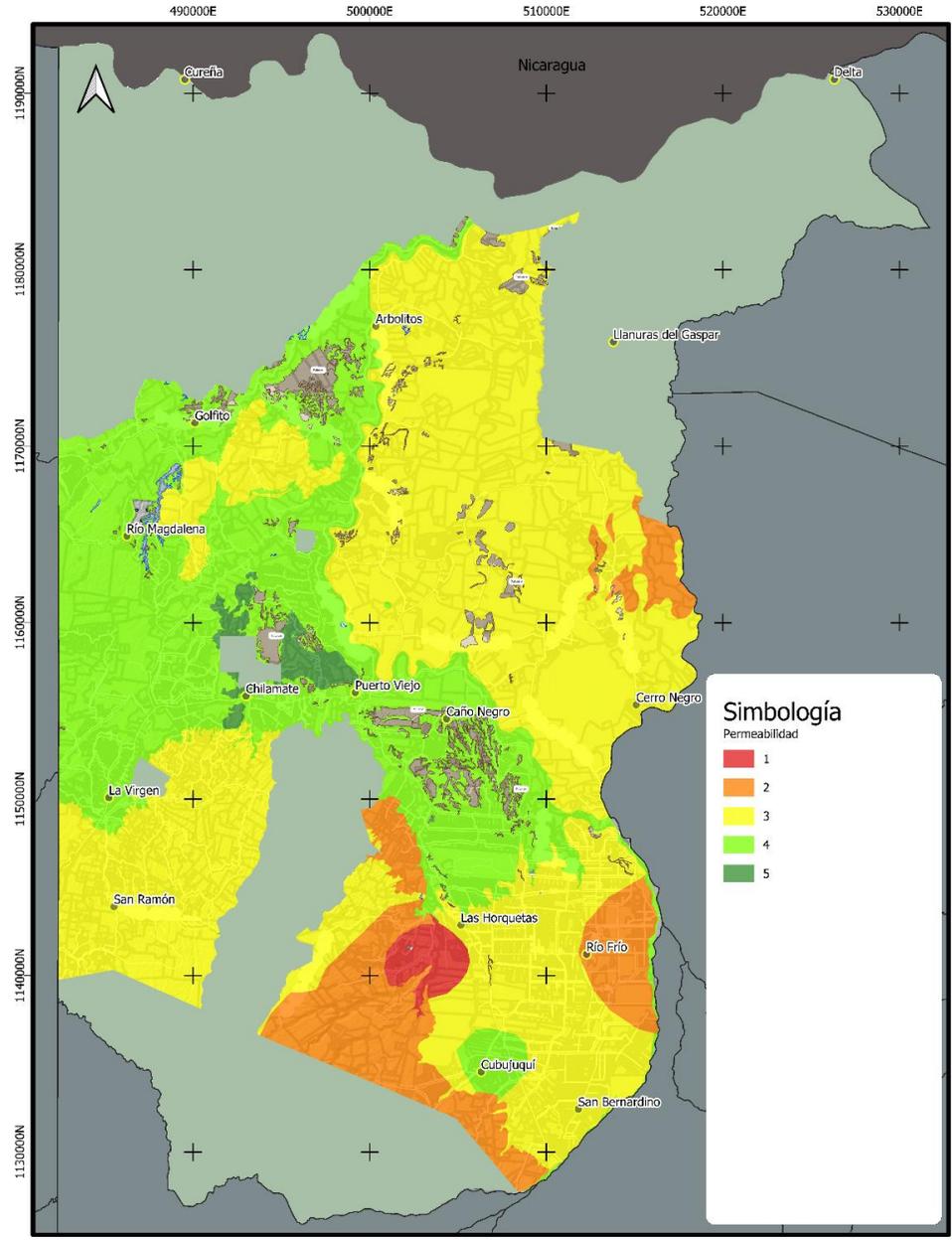
Simbología

Porosidad

- 2
- 3
- 4
- 5

<p>Porosidad aparente según criterios litopetrofísicos de campo</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p>	<p>Desarrollador:</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas a nivel de estudio subsiguiente, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p>
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>	<p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CRTRANS) Escala: 1:50,000 Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de campo Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAAC - ACAHN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Poblados — Red Vial — Masa Catastral ■ Distritos ■ ASP ■ AEE ■ INDESA ■ RNH ■ Estuario ■ Lacustre ■ Palustre <p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2024 ELABORADO POR: NGEFOR</p>

Mapa 9. Porosidad Aparente de la Unidad Litopetrofísica del cantón de Sarapiquí, Heredia.



<p>Permeabilidad aparente según criterios litopetrofísicos de campo</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p> <p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5</p>	<p>Desarrollador:</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p>																								
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>	<p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CRTM2) Hiperbolé WGS84 Datum CRS85</p> <p>Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN) Sistema Nacional de Información Territorial (SNTI) Municipalidad de Sarapiquí Datos de campo Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SNIAC) - ACAHN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central: FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>Simbología</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Povosados</td> <td></td> <td>AGP</td> <td></td> <td>RNIH</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Red Vía</td> <td></td> <td>AEE</td> <td></td> <td>Estuario</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Mesa Catastral</td> <td></td> <td>INDER</td> <td></td> <td>Lacustre</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Diáritos</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Pakustre</td> </tr> </table> <p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2024 ELABORADO POR: </p>		Povosados		AGP		RNIH		Red Vía		AEE		Estuario		Mesa Catastral		INDER		Lacustre		Diáritos				Pakustre
	Povosados		AGP		RNIH																						
	Red Vía		AEE		Estuario																						
	Mesa Catastral		INDER		Lacustre																						
	Diáritos				Pakustre																						

Mapa 10. Permeabilidad Aparente de la Unidad Litopetrofísica del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Para realizar la evaluación del factor litopetrofísico parte del Índice de Fragilidad Ambiental (IFA), se considera la litología y sus variaciones espaciales; según lo establecido en el Decreto Ejecutivo N° 32967-MINAE. En el mismo se incluyen las propiedades físicas básicas de las unidades rocosas. Esto se realiza mediante la integración de los mapas geológicos y demás información disponible, junto con las observaciones realizadas en el campo.

Se definen “*unidades litopetrofísicas*”, siguiendo la nomenclatura propuesta por el Decreto Ejecutivo N° 32967-MINAE; estas no necesariamente corresponderán con formaciones geológicas, las variaciones en los límites y contactos de estas, la delimitación de esta será dada por variaciones litológicas y texturales. Las formaciones y unidades geológicas se reclasifican obteniendo las “unidades litopetrofísicas” las cuales se evalúan de acuerdo con las propiedades indicadas en el decreto mencionado anteriormente.

Las unidades Litopetrofísicas son seleccionadas debido a sus parámetros físicos, no debido a los factores genéticos. Esto debido a que son los parámetros físicos los que deben ser evaluados según el Decreto Ejecutivo N° 32967-MINAE.

Los valores utilizados para dicha clasificación se observan en el siguiente cuadro y mapa.

Cuadro 21. Unidades Litopetrofísicas asignadas para cada unidad geológica aflorante del cantón de Sarapiquí, Heredia.

GAZEL, 2005	DENYER & ALVARADO, 2007	UNIDAD LITOPETROFISICA	COD.
-	Lavas, tefras, debris avalanche y debris flows	Laderas volcánicas Cacho Negro (a)	V.1
-	Lavas, tefras, debris avalanche y debris flows	Laderas volcánicas Cacho Negro (b)	V.1.b
-	-	Cerro aislado Negro	D.1
Andesitas basálticas Arrepentidos	Fm. Cureña y Sarapiquí	Lomeríos denudacional Sardinal	D.2
-	Vulcanismo miocénico	Cerros Relictos Boca Ceiba	D.3
Basaltos Hito Sar	Fm. Cureña y Sarapiquí	Lomeríos denudacionales Hito Sar	D.4
-	Fm. Guayacán	Cerros relictos La Aldea	D.5
Piroclastos Chaparrón	Fm. Cureña y Sarapiquí	Lomeríos piroclásticos Chaparrón	D.6
-	Sedimentos del cuaternario	Sedimentos inconsolidados recientes	A.1
-	Sedimentos del cuaternario	Llanura aluvial Sarapiquí	A.2
-	Sedimentos del cuaternario	Coluvios y aluviones San Bernardino	A.3
-	Sedimentos del cuaternario	Llanura aluvial Tambor	A.4
-	Sedimentos del cuaternario	Pantanos	A.5

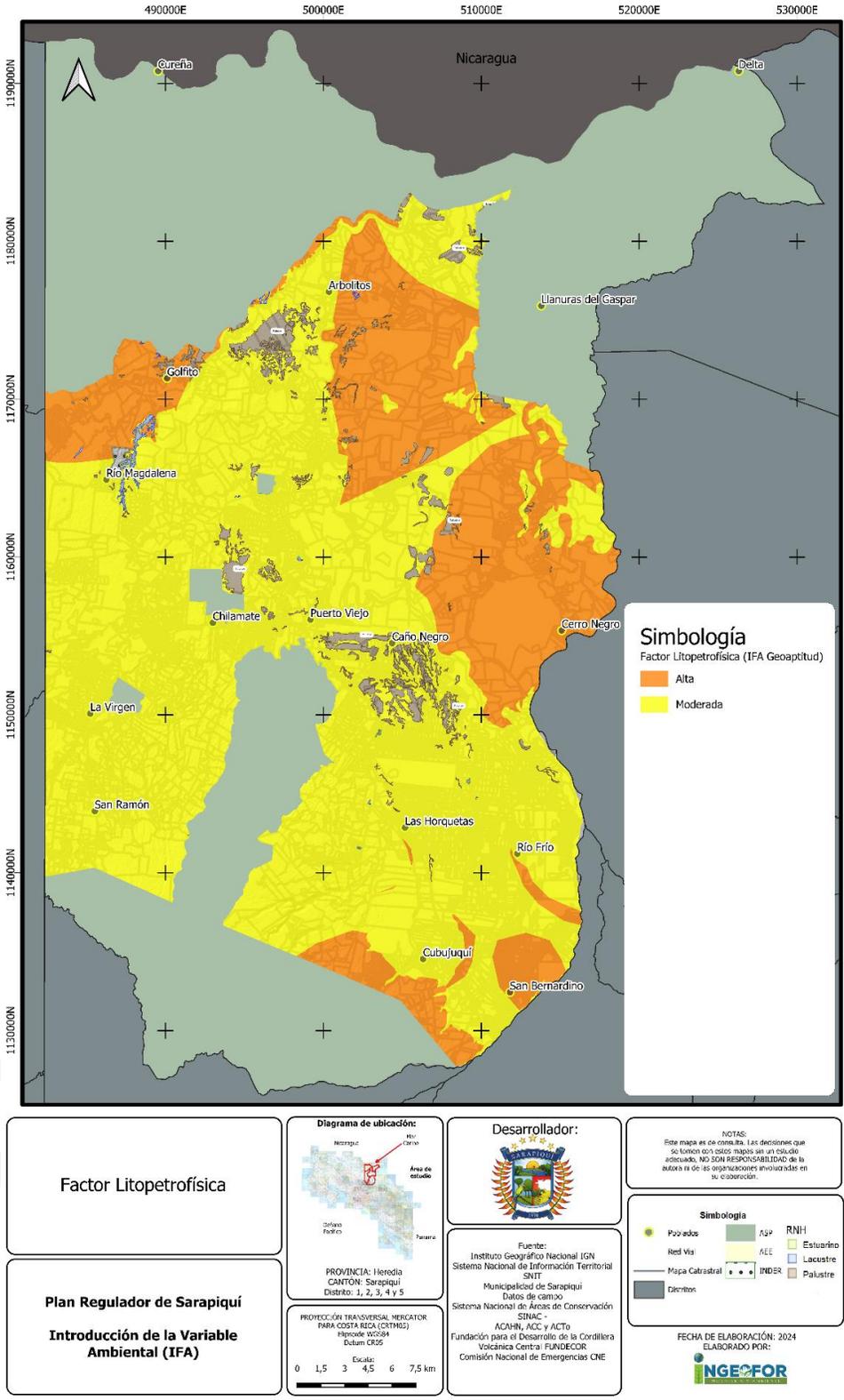
Fuente: GAZEL, 2005; DENYER & ALVARADO, 2007.

Según la metodología explicada anteriormente se asignan valores arbitrarios y relativos de geopotitud a cada unidad, de acuerdo con las observaciones realizadas en el campo.

En este caso se intenta diferenciar los materiales observados especificando en el muestreo si se trata de una unidad litopetrofísica o suelo lo que se observa, lo cual difiere a la metodología original. Por lo tanto, los factores de permeabilidad estimada se utilizan tanto para suelo como rocas cristalinas o materiales inconsolidados de manera relativa entre sí. La dureza de la roca aquí descrita también como resistencia del material, se evalúa solo para las unidades litopetrofísicas y no el suelo. El contenido de arcilla se estima en el caso de materiales compuestos por sedimentos como suelos o depósitos sedimentarios recientes o materiales piroclásticos etc. Si la unidad rocosa o de suelo no se observan en el sitio, o no se puede determinar por otra razón se indica como NA (no aplica en ese punto).

Los puntos evaluados son sobrepuestos al mapa Litopetrofísico e interpoladas para evaluar dicho factor. Estos se asignan a partir de observaciones puntuales realizadas en el campo, la estimación relativa de cada parámetro entre las diversas unidades.

BORRADOR



Mapa 11. IFA Geoaptitud Factor Litopetrofísico del cantón de Sarapiquí, Heredia.

2.3. Geomorfología

Para el presente capítulo, se utilizó como base el mapa Litopetrofísico elaborado anteriormente. Además de la información geológica y geomorfológica previa del Plan Regulador del Cantón de Sarapiquí.

La información digital utilizada proviene del plan regulador:

- *Curvas de nivel a escala 1:10,000 y 1:50,000.*
- *Imágenes aéreas.*

Se realizó un mapa de elevación digital (*Digital Elevation Map; DEM*) con los datos mencionados anteriormente, para facilitar el análisis morfológico.

A continuación, se describen las geformas presentes del Cantón de Sarapiquí clasificadas de acuerdo con su génesis.

2.3.1. Formas de origen volcánico

Se refiere a todas aquellas formas del terreno que se originan principalmente por la acumulación de productos volcánicos y sus formas características no se encuentran muy modificadas por los agentes erosivos. Las unidades definidas se describen a continuación:

a) *Laderas volcánicas Cacho Negro*

Ubicación: Se encuentra en el sector sur del cantón, y constituye las zonas de mayor elevación. Compuesto por laderas del flanco norte del Volcán Cacho Negro, las cuales se inclinan radialmente, (dentro del cantón norte y noreste, principalmente).

Descripción: Corresponden Laderas de moderada y elevada pendiente. Presentan patrones de drenaje subdendríticos, cuyos cauces desaguan en dirección norte, predominantemente. Corresponde con la zona de mayor elevación del cantón que supera los 1200 m.s.n.m. La superficie del terreno presenta formas onduladas, y cimas redondeadas. El sentido de la pendiente en general es radial a partir de la cúspide del volcán. Dentro de esta unidad se observan una serie de escarpes posiblemente asociados con estructuras tectónicas.

Morfogénesis: Se constituye a partir de la emisión de productos volcánicos del Volcán Cacho Negro y su posterior denudación hasta el presente.

Tipo de Roca: En general, estas formas se encuentran asociadas con lavas, tefras, debris avalanque y debris flows, de edad pleistoceno.

b) Laderas volcánicas Cacho Negro

Ubicación: Se encuentra dentro de la unidad anterior y consiste principalmente de zonas de menor pendiente, en el flanco NE del volcán Cacho Negro.

Descripción: Corresponden con zonas con topografía plano-ondulada, justo al pie de los edificios volcánicos, que corresponden con facies distales de los productos volcánicos. Las pendientes son bajas, y se inclinan hacia el noroeste. Estas formas presentan pocos cauces debido a que en general corresponden con amplias divisorias redondeadas.

Morfogénesis: Corresponde con el emplazamiento de materiales volcánicos y su posterior denudación. En algunas zonas corresponde con el fondo del cauce y las laderas de los ríos Sardinal, Peje, San Rafael, Puerto Viejo, Mortero, Queb. Cura, Quebradón y Malatoba.

Tipo de Roca: Tefras de la unidad Cote y Lahares de la unidad Buenavista.

2.3.2. Formas de origen denudacional

Son todas aquellas formas del terreno donde los procesos erosivos son predominantes:

Cerro aislado Negro

Ubicación: Se encuentra en el poblado del mismo nombre, entre la localidad de Achote y el Río Chirripó.

Descripción: Corresponde a un cerro que se encuentra aislado y prominente sobre el terreno circundante compuesto por lavas basálticas. Sus pendientes tienen una dirección radial. Presenta una elevación máxima de 140 m.s.n.m.

Morfogénesis: Se forma a partir de la sedimentación de la erosión diferencial de la unidad y los materiales circundantes.

Tipo de Roca: Lavas pliocénicas (Denyer & Alvarado, 2007).

Lomeríos denudacionales Sardinal

Ubicación: Se encuentran ubicados entre las localidades de Boca Sardinal y Pangola. Al norte de Puerto Viejo. Además, se encuentran limitados al oeste por el río Toro y sus afluentes, y al este por el río Sardinal.

Descripción: Corresponden lomas redondeadas las cuales se presentan prominentes sobre el terreno circundante. La máxima elevación de estos cerros es de 320 m.s.n.m. Se pueden

observar una serie de alineamientos en las laderas de las formas con direcciones N-S y NW-SE, las cuales, probablemente se encuentren asociados a esfuerzos tectónicos.

Dentro de estas formas se observan escarpes, facetas y posibles “sillas de falla”. También, se observan morfologías cóncavas, las cuales se pueden relacionar con zonas inestables y deslizamientos, que se inclinan en dirección de los ríos circundantes. Según las observaciones de campo, esta unidad se considera la de mayor inestabilidad.

Morfogénesis: Se forman a partir de la depositación de los productos volcánicos y su posterior erosión diferencial.

Tipo de Roca: En las cercanías de la localidad de Chilamate, se compone de Andesitas basálticas Arrepentidos (Gazel, 2005). Sin embargo, al norte no se tiene más información. Las dos zonas que componen esta unidad se agrupan por criterios morfológicos.

Cerros Relictos Boca Ceiba

Ubicación: Se localizan hacia el límite norte del cantón, entre los poblados de Tambor y Boca Ceiba, La Aldea y Las Marías.

Descripción: Corresponden con zonas prominentes en el terreno, rodeadas de materiales aluviales y pantanosos. Presentan extensiones máximas de 4 km, y una elevación máxima de 70 m.s.n.m. Presentan formas irregulares en su contorno y pendientes suaves y onduladas. En ciertos casos se encuentran limitadas por ríos Las Marías y Chirripó, lo cual genera erosión en sus laderas. Estas formas no presentan inclinaciones preferenciales.

Morfogénesis: Se forma a partir de procesos denudacionales sobre los materiales volcánicos que las conforman.

Tipo de Roca: Vulcanismo miocénico (Denyer & Alvarado, 2007).

Lomeríos denudacionales Hito Sar

Ubicación: Esta unidad se encuentra al noroeste de Pangola, y aflora solo una pequeña sección dentro del área de estudio y se encuentra en el límite con el cantón de San Carlos.

Descripción: Sección suroeste del arco de Sarapiquí, dentro del cual se presenta una serie de alineamientos con direcciones NW-SE y NE-SW, que en secciones conforman los límites de los cerros. Lo cual puede corresponder con una importante influencia tectónica. La sección que se encuentra dentro del cantón corresponde con un cerro con una elevación de 150 m.s.n.m. El cual presenta una inclinación radial y se encuentra delimitado por sedimentos aluviales.

Morfogénesis: Consiste en la denudación de los cerros que forman el arco volcánico de Sarapiquí, los cuales son atribuidos según (Dengo, 1962) a una prolongación del graben de Nicaragua, que además, se conforma por rocas volcánicas del Neógeno que sobreyacen rocas sedimentarias del Paleógeno (Astorga et al. 1991).

Tipo de Roca: Basaltos Hito Sar (Obando, 1995; Gazel et al., 2005).

Cerros relictos La Aldea

Ubicación: Se localizan en el extremo noreste del cantón, entre los poblados de La Aldea y Tigra.

Descripción: Corresponden con zonas prominentes en el terreno, rodeadas de materiales aluviales y pantanosos. Presentan extensiones entre 1 y 3 km, además de una elevación máxima de 60 m.s.n.m. Poseen formas irregulares en su contorno y pendientes moderadas a altas (60% a 15%) en su contorno y suaves en sus cumbres onduladas (inferior a 15%). En la distribución de estos cerros se observa la alineación con dirección SE-NW partiendo de la comunidad de Pueblo Nuevo.

Morfogénesis: Se forma a partir de procesos denudacionales sobre los materiales volcánicos que las conforman.

Tipo de Roca: Vulcanismo miocénico (Denyer & Alvarado, 2007).

Lomeríos denudacionales Chaparrón

Ubicación: Se localizan entre las localidades de Pangola y Hacienda de Agua.

Descripción: Consiste en un área montañosa, caracterizada por una serie de lomas en algunos casos alargadas, delimitadas en ciertos sectores por altas pendientes, relacionadas al efecto erosivo de los ríos y una posible influencia tectónica evidenciada por una serie de alineamientos con dirección NW-SE, que se interpreta como un cerro residual en la localidad de Hacienda de Agua. En general, las cumbres se observan onduladas, sin embargo, en ciertas áreas se observan morfologías irregulares y cóncavas que sugiere la presencia de posibles deslizamientos, principalmente en las cercanías de la quebrada Caída de Agua.

Morfogénesis: Se forma a partir de procesos erosivos que modifica la forma original de los materiales volcánicos que las conforman, en conjunción con una posible influencia tectónica que explicaría la presencia de los alineamientos que presentan las laderas y algunos cauces dentro de la unidad.

Tipo de Roca: Piroclastos Chaparrón (Gazel, 2005).

2.3.3. Formas de origen aluvial

Son todas aquellas formas del terreno que se originan por la erosión-depositación de los sedimentos arrastrados por las corrientes fluviales. Consisten en sedimentos desde arcillas hasta cantos y gravas. Son formas compuestas por materiales de edad Cuaternario. De acuerdo con el factor o mecanismo que los origina es posible diferenciar entre las siguientes unidades:

a) *Sedimentos inconsolidados recientes (Ríos Sucio y Sarapiquí)*

Ubicación: Se ubica en el cauce de los ríos Sucio y Sarapiquí.

Descripción: Corresponde con los cauces donde se acumulan los sedimentos acarreados por los ríos Sucio y Sarapiquí. En el caso de los poblados cercanos a los ríos en las zonas distales del Volcán Cacho Negro, como la localidad de Corazón de Jesús y Bosque, para el río Sarapiquí las cercanías de Santa Clara, para el río Sucio se presenta una posible influencia o afectación por flujos de lodo provenientes de las zonas más elevadas en las partes distales del volcán Cacho Negro. Se pueden observar en las zonas más planas patrones de drenaje trezados y meándricos para ambos ríos.

Morfogénesis: Se forma a partir de la depositación de sedimentos erosionados de las zonas altas, en las áreas de menor pendiente debido a una pérdida de capacidad de arrastre de los cauces.

Tipo de Roca: Sedimentos inconsolidados.

b) *Llanura aluvial Sarapiquí*

Ubicación: Abarca la mayor parte de la zona planas, incluyendo los poblados como: Chiripa, Tigra, Puerto Viejo, La Virgen, Los Lirios, La Aldea y Caño Tambor, entre otros.

Descripción: Se tratan de terrenos de baja pendiente, donde ha ocurrido la confluencia de procesos aluviales y lacustres. Se caracteriza por presentar una topografía casi plana con micro-relieves. Lo que produce la presencia de pequeñas zonas pantanosas en depresiones locales. Este fenómeno no es restrictivo a esta unidad, sino que ocurre en la mayoría del territorio del cantón.

Morfogénesis: Ocurre a partir de la depositación de sedimentos finos, posiblemente de manera estacional, que además puede coincidir con zonas inundables, a ambos lados los ríos principales del cantón.

Tipo de Roca: Sedimentos retrabajados y depositados por acción fluvial.

c) *Coluvios y aluviones san Bernardino*

Ubicación: Se encuentra entre las localidades de Santa Clara, Cubujuqui, Horquetas y La Rambla. Y corresponde con zonas plano-onduladas situadas entre las faldas del volcán Cacho Negro y las llanuras aluviales.

Descripción: Corresponden con áreas de baja pendiente, donde predominan los procesos sedimentarios por efecto aluvial, que deposita materiales finos en las zonas más distales de la fuente. La pendiente se inclina de manera radial a los lados de los ríos San José y Puerto Viejo. Esta forma presenta una longitud máxima de 23 km.

Morfogénesis: El origen de estas formas ocurre a partir de la depositación de sedimentos volcánicos acarreados por el agua desde las laderas del volcán.

Tipo de Roca: Sedimentos volcánicos retrabajados y depositados por acción fluvial.

d) *Llanuras aluviales Tambor*

Ubicación: Se encuentra al norte entre Pangola, Vuelta Lagarto, y Caño Tambor.

Descripción: Presenta una superficie de baja pendiente, caracterizada por presentarse ondulada principalmente en la cercanía de los ríos y quebradas. Presenta patrones de drenaje meandrícos e irregulares.

Morfogénesis: Ocurre a partir de la depositación de sedimentos finos, provenientes del Arco de Sarapiquí, acarreados por la escorrentía, ríos y quebradas.

Tipo de Roca: Sedimentos inconsolidados de diversas granulometrías.

e) *Pantanos*

Ubicación: Los más importantes en cuanto a tamaño, se encuentran distribuidos principalmente en la parte central y norte del cantón. Entre las localidades de Sardinal, Santa Delia, Pueblo Nuevo y san Julián.

Descripción: Corresponden con zonas planas, hundidas en el terreno compuestas por sedimentos arcillosos recientes. En el sector norte consiste de extensas áreas planas con mal drenaje de las aguas. Mientras en las zonas montañosas en el sector sur del cantón no se encuentran de manera aislada en depresiones del terreno.

Morfogénesis: Ocurren debido a la depositación continua de sedimentos arcillosos acarreados por el agua, principalmente en zonas inundables y con un mal drenaje, que no permite evacuar la humedad.

Tipo de Roca: Sedimentos finos recientes.

2.3.4. Patrón de drenaje

Se identificaron distintos patrones de drenaje, los cuales se encuentran asociados a factores como la permeabilidad, la pendiente y la influencia tectónica, y se manifiesta en la orientación de los cauces.

El Volcán Cacho Negro en general, presenta un patrón de drenaje radial. Sin embargo, presenta también patrones subdendríticos cuyos cauces desaguan en dirección norte. Y dendríticos a subparalelos que desaguan en dirección noreste.

Los principales colectores, presentan formas meandricas en las partes planas y distales del volcán, como lo son Río Sucio, Puerto Viejo y Sarapiquí. Donde, además se observan zonas pantanosas, evidenciando un drenaje pobre de las aguas.

En el caso del Río Sucio, se presentan patrones entrelazados, meandros abandonados, con amplios depósitos arenosos en las zonas de menor energía.

También es posible reconocer alineaciones de los cauces, posiblemente relacionado con deformaciones tectónicas, cauces desviados entre otras.

2.3.5. Alineamientos

Consisten en elementos geomorfológicos alineados, ya sean valles, cerros, escarpes, cauces, entre otros. El origen de estos presupone la existencia de algún factor geológico asociado, como la estratificación o la presencia de fallas, por lo cual es importante mencionar.

Predominan los alineamientos orientados NE-SW, los cuales se asocian con posibles fallas. Se encuentran en su mayoría en el sector sur del cantón, atravesando localidades como: San Miguel, Lomas, Bosque y Sardinal. Estos consisten en cauces alineados principalmente.

2.3.6. Deslizamientos

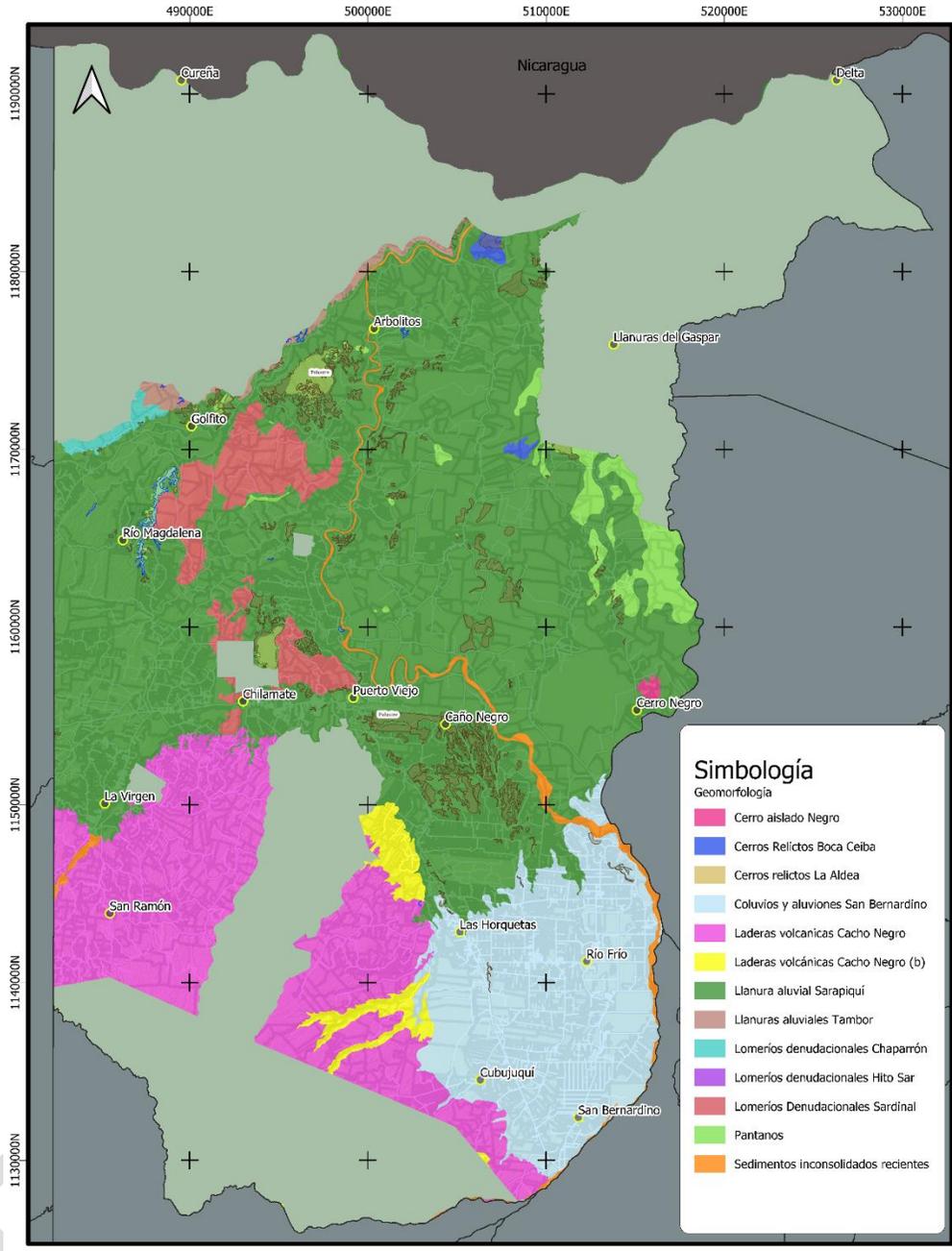
Se refiere a todas aquellas formas que se pueden relacionar con la inestabilidad del terreno. Estas consisten en depresiones cóncavas con forma de herradura, el plano donde ha ocurrido el deslizamiento. Los depósitos presentan formas lobulares los cuales pueden o no estar presentes al pie del deslizamiento. Ocurre como un proceso natural o por negligencia antrópica, debido al colapso gravitacional de las laderas inestables. La formación de deslizamientos se encuentra ligada a distintos parámetros, pasivos y activos;

los cuales pueden incidir en la probabilidad de ocurrencia, como lo son la pendiente, el contenido de humedad, el tipo de material; los cuales puede ser disparados por sismos o fuertes lluvias (Mora et al., 1992).

El tema de los deslizamientos se aborda dentro del capítulo de estabilidad de laderas, no como deslizamientos puntuales, sino como zonas inestables, de acuerdo con la metodología MVM modificada.

En el siguiente mapa se muestra la geomorfología del sitio.

BORRADOR



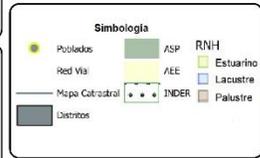
Geomorfología

Plan Regulador de Sarapiquí
Introducción de la Variable Ambiental (IFA)



Fuente:
 Instituto Geográfico Nacional IGN
 Sistema Nacional de Información Territorial
 SNIT
 Municipalidad de Sarapiquí
 Datos de campo
 Sistema Nacional de Áreas de Conservación
 SINAC
 ACAHN, ACC y ACTO
 Fundación para el Desarrollo de la Cordillera
 Volcánica Central FUMDECOR
 Comisión Nacional de Emergencias CNE

NOTAS:
 Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSARII TIPO de la autoría ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.



FECHA DE ELABORACIÓN: 2023
 ELABORADO POR:

Mapa 12. Geomorfología del cantón de Sarapiquí, Heredia.

2.4. Geoaptitud por Geodinámica Externa

La distribución espacial de las geoformas presentes en el mapa geomorfológico se definió a partir de la interpretación geomorfológica basada en las fotografías aéreas del proyecto carta, los modelos de elevación digital realizados a partir de las curvas 1:25,000 de la Unidad Ejecutora de Catastro utilizadas para este estudio y el trabajo de campo.

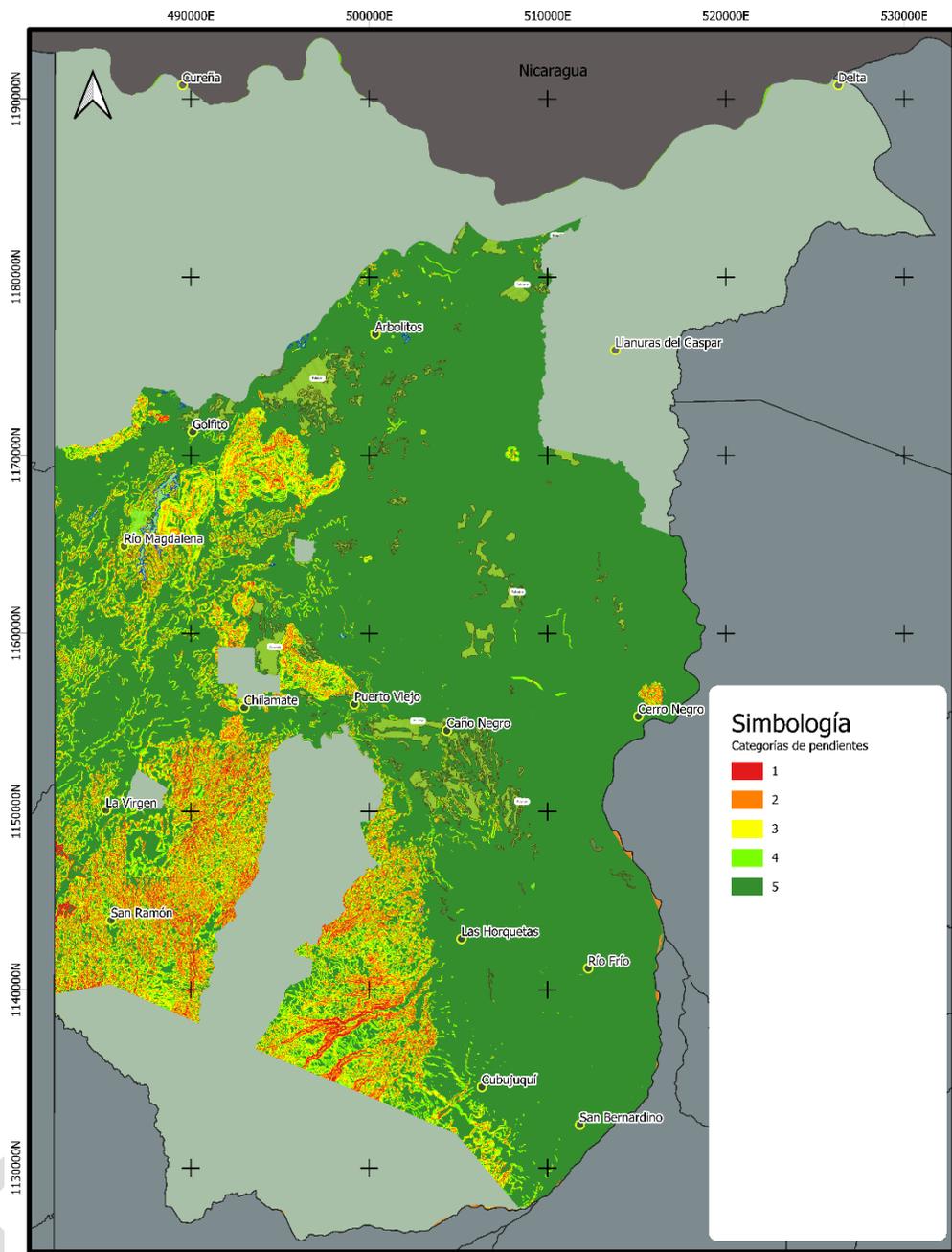
Las variables utilizadas para generar el mapa IFA por factor Geodinámica externa se detallan a continuación:

a) Categorías de pendiente presentes

La pendiente se encuentra directamente relacionada con la estabilidad de las laderas. De manera general, a mayor pendiente menor estabilidad y menor geoaptitud en función del riesgo para construcción de estructuras tanto sobre como al pie de pendientes elevadas.

La actividad antrópica puede crear cambios en la pendiente en lugares específicos los cuales no son evaluados en la presente metodología, los cuales pueden presentar problemas de estabilidad (como terrazas, cortes de caminos y rellenos). Se recomienda la evaluación de estos casos en estudios específicos.

Los valores utilizados para dicha clasificación se observan en el siguiente cuadro y mapas.



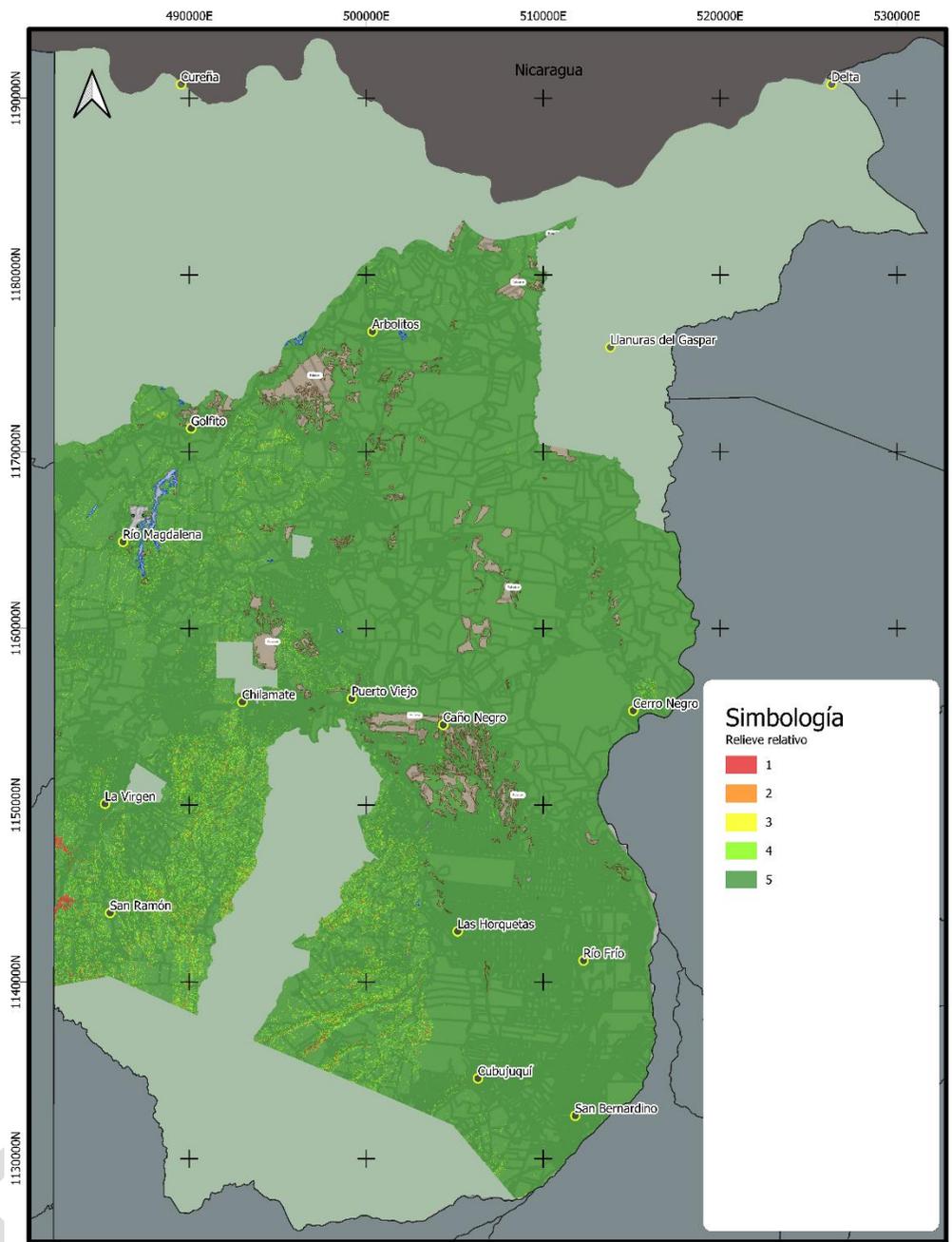
<p>Categorías de pendientes</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p> <p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (STRANS2) Hechos: WGS84 Datum: CR05</p> <p>Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Desarrollador:</p> <p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de campo Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAHN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio anterior, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p> <p>Simbología</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Pueblos</td> <td></td> <td>AGP</td> <td></td> <td>RNH</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Red Via</td> <td></td> <td>AEE</td> <td></td> <td>Estuario</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Mapa Catastral</td> <td></td> <td>INDER</td> <td></td> <td>Lacustre</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Dirección</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Palustre</td> </tr> </table> <p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2024 ELABORADO POR: </p>		Pueblos		AGP		RNH		Red Via		AEE		Estuario		Mapa Catastral		INDER		Lacustre		Dirección				Palustre
	Pueblos		AGP		RNH																						
	Red Via		AEE		Estuario																						
	Mapa Catastral		INDER		Lacustre																						
	Dirección				Palustre																						
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>																											

Mapa 13. Categorías de Pendiente del cantón de Sarapiquí, Heredia.

b) Relieve relativo

En este factor se evalúa la variabilidad de las pendientes en función del área. Equivalente al término “rugosidad del terreno”. Debido a que este factor carece de una clasificación dentro de la metodología del IFA, se divide el rango obtenido entre 5, donde a mayor relieve relativo, menor es la geoaptitud.

Los valores utilizados para dicha clasificación se observan en el siguiente cuadro y mapas.



Simbología
Relieve relativo

Red	1
Orange	2
Yellow	3
Light Green	4
Dark Green	5

<p>Relieve relativo</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p> <p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (STRIM2) Hemisferio: WGS84 Datum: CR05</p> <p>Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Desarrollador:</p> <p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de campo Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAHN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio anterior, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p> <p>Simbología</p> <table border="1"> <tr><td>Yellow circle</td><td>Pueblos</td><td>Green square</td><td>AGP</td><td>Green square</td><td>RNH</td></tr> <tr><td>Red line</td><td>Red Via</td><td>Light green square</td><td>AEE</td><td>Light green square</td><td>Estuario</td></tr> <tr><td>Blue line</td><td>Mapa Catastral</td><td>Blue square</td><td>INDR</td><td>Blue square</td><td>Lacustre</td></tr> <tr><td>Grey square</td><td>Dirección</td><td>Brown square</td><td></td><td>Brown square</td><td>Palustre</td></tr> </table> <p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2024 ELABORADO POR: INGEFOR</p>	Yellow circle	Pueblos	Green square	AGP	Green square	RNH	Red line	Red Via	Light green square	AEE	Light green square	Estuario	Blue line	Mapa Catastral	Blue square	INDR	Blue square	Lacustre	Grey square	Dirección	Brown square		Brown square	Palustre
Yellow circle	Pueblos	Green square	AGP	Green square	RNH																						
Red line	Red Via	Light green square	AEE	Light green square	Estuario																						
Blue line	Mapa Catastral	Blue square	INDR	Blue square	Lacustre																						
Grey square	Dirección	Brown square		Brown square	Palustre																						
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>																											

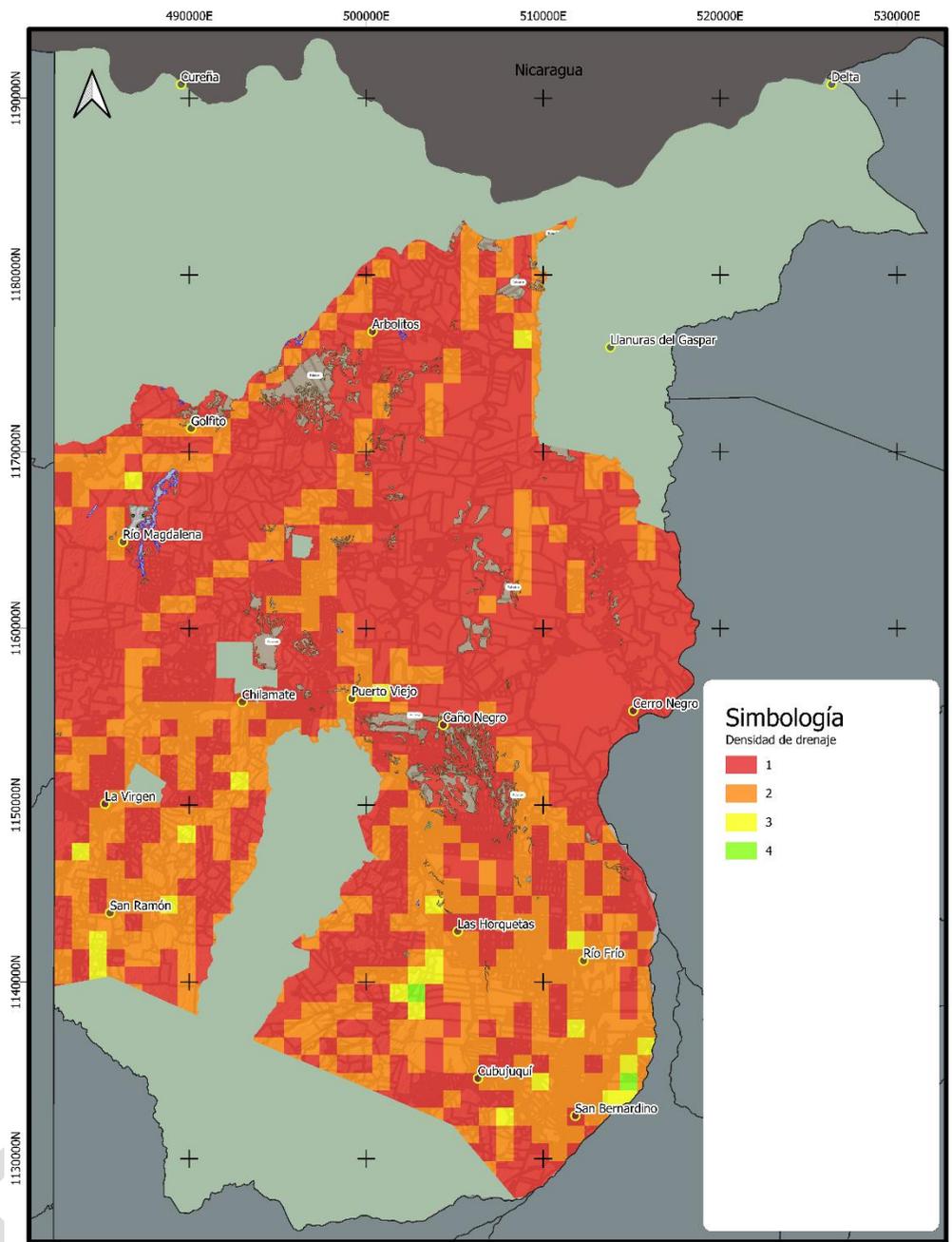
Mapa 14. Relieve Relativo del cantón de Sarapiquí, Heredia.

c) Densidad de drenaje

La densidad de drenaje se determina calculando el número de cauces por kilómetro cuadrado. Esto nos indica el grado de madurez del patrón de drenaje, el mismo se encuentra asociado al grado de erosión. Según la metodología entre mayor sea la densidad de drenaje, mayor geoaptitud.

Los valores utilizados para dicha clasificación se observan en el siguiente cuadro y mapas.

BORRADOR



<p>Densidad de drenaje</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p> <p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (STRM2) Hechos: WGS84 Datum: CR05</p> <p>Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Desarrollador:</p> <p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de campo Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAHN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio anterior, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p> <p>Simbología</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Pueblos</td> <td></td> <td>AGP</td> <td></td> <td>RNH</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Red Via</td> <td></td> <td>AEE</td> <td></td> <td>Estuario</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Mapa Catastral</td> <td></td> <td>INDER</td> <td></td> <td>Lacustre</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Dirección</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Palustre</td> </tr> </table> <p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2024 ELABORADO POR: </p>		Pueblos		AGP		RNH		Red Via		AEE		Estuario		Mapa Catastral		INDER		Lacustre		Dirección				Palustre
	Pueblos		AGP		RNH																						
	Red Via		AEE		Estuario																						
	Mapa Catastral		INDER		Lacustre																						
	Dirección				Palustre																						
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>																											

Mapa 15. Densidad de Drenaje del cantón de Sarapiquí, Heredia.

d) Importancia de las áreas de erosión activa

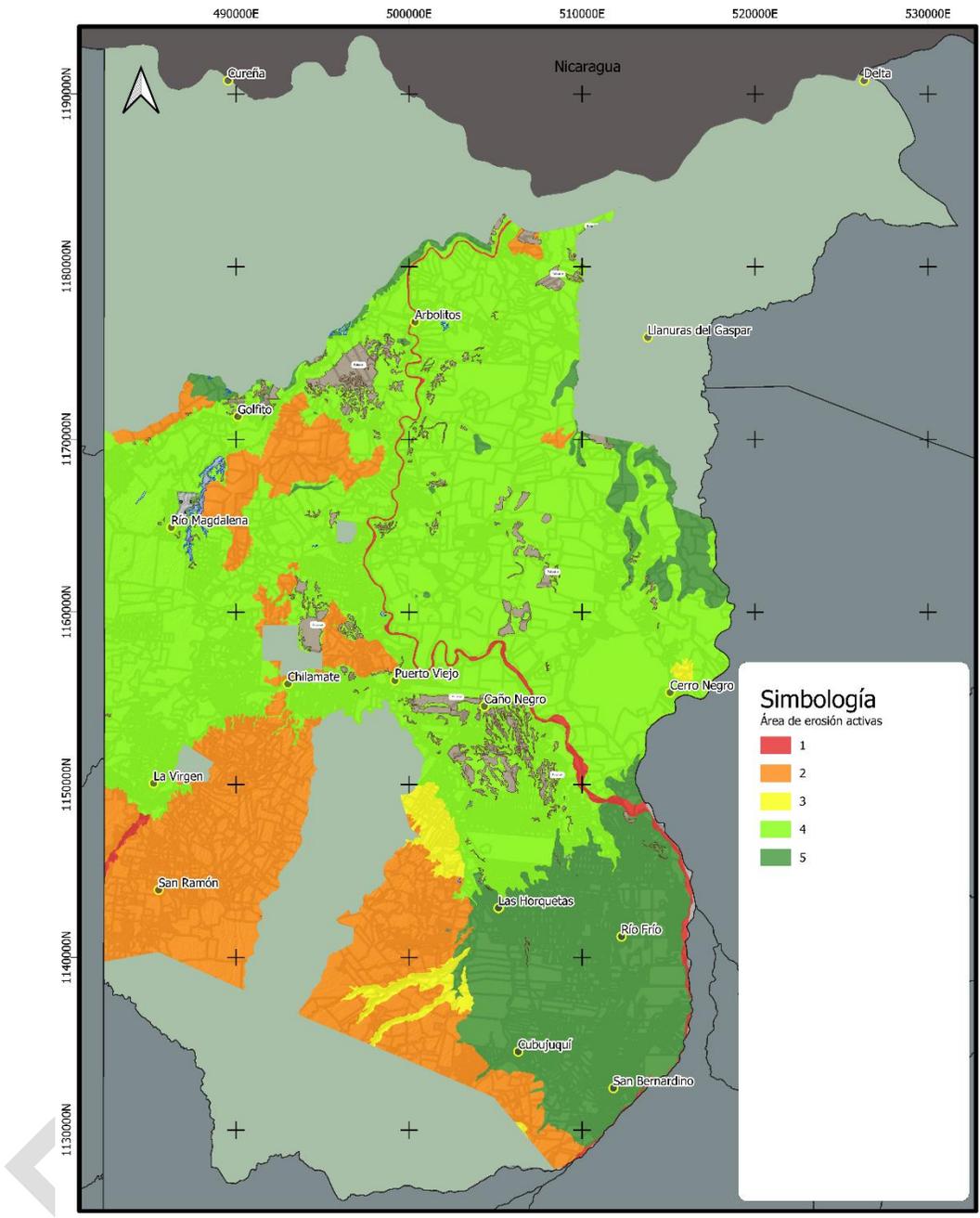
En este caso se agrupa y evalúa las unidades caracterizadas por estar conformadas por geoformas elevadas, en las cuales existen procesos de erosión activa, esto debido a la pendiente de la unidad. Se delimitan las áreas donde ocurren intensos procesos erosivos, y se les asigna valores arbitrarios según criterio profesional. Algunos ejemplos son: deslizamientos, escarpes y superficies de erosión, los cuales presentan una baja geoaptitud.

Los valores utilizados para dicha clasificación se observan en el siguiente cuadro y mapas.

Cuadro 22. Valores asignados para los procesos de erosión por unidad Litopetrofísica del cantón de Sarapiquí, Heredia.

CÓDIGO	UNIDAD GEOMORFOLOGICA	GEOAPTITUD
V.1	Laderas volcánicas Cacho Negro (a)	2
V.1.b	Laderas volcánicas Cacho Negro (b)	3
D.1	Cerro aislado Negro	3
D.2	Lomeríos denudacional Sardinal	2
D.3	Cerros Relictos Boca Ceiba	2
D.4	Lomeríos denudacionales Hito Sar	2
D.5	Cerros relictos La Aldea	2
D.6	Lomeríos piroclásticos Chaparrón	2
A.1	Sedimentos inconsolidados recientes	NA
A.2	Llanura aluvial Sarapiquí	4
A.3	Coluvios y aluviones San Bernardino	5
A.4	Llanura aluvial Tambor	5
A.5	Pantanos	5

Fuente: Elaboración propia.



<p>Importancia de procesos de erosión</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p> <p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CRTPM2) Escala: 1:50,000 Datum CR35</p> <p>0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Desarrollador:</p> <p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de camino Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAHN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p>																								
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>	<p>Simbología</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Pueblos</td> <td></td> <td>ASP</td> <td></td> <td>RNH</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Red Vía</td> <td></td> <td>AEE</td> <td></td> <td>Estuario</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Mapa Catastral</td> <td></td> <td>INDER</td> <td></td> <td>Lacustre</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Dirección</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Palustre</td> </tr> </table>			Pueblos		ASP		RNH		Red Vía		AEE		Estuario		Mapa Catastral		INDER		Lacustre		Dirección				Palustre	<p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2024 ELABORADO POR: </p>
	Pueblos		ASP		RNH																						
	Red Vía		AEE		Estuario																						
	Mapa Catastral		INDER		Lacustre																						
	Dirección				Palustre																						

Mapa 16. Procesos de Erosión del cantón de Sarapiquí, Heredia

e) Importancia de las áreas de sedimentación activa

Los depósitos de materiales inconsolidados, pueden verse afectados por deformaciones, hundimientos, incluso colapsos gravitatorios en el caso de los taludes de los ríos con grandes caudales.

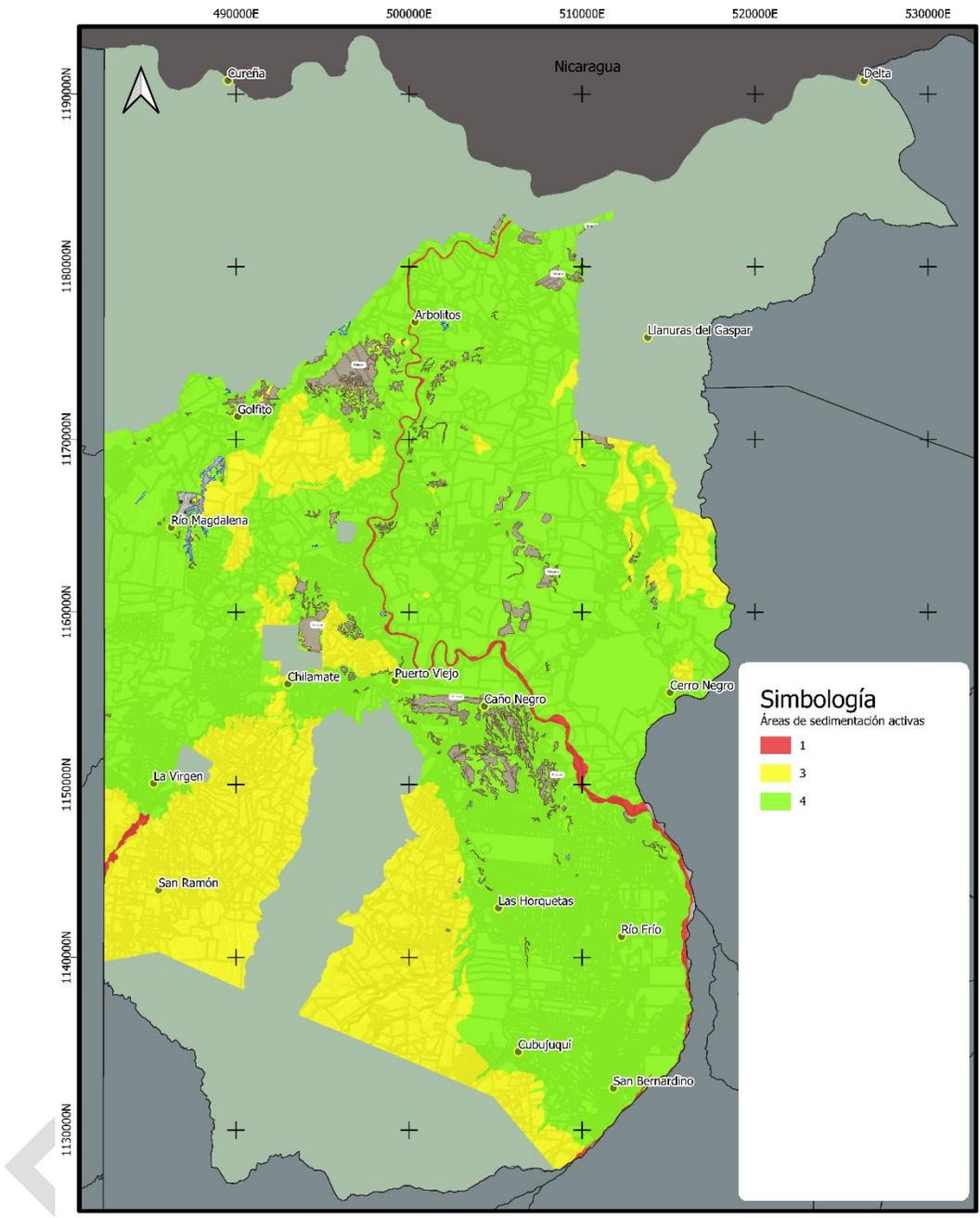
Este factor evalúa arbitrariamente asignando valores asociados con la intensidad de dicho proceso, el cual toma como premisa la velocidad e intensidad del depósito de sedimentos en una determinada área.

Los valores utilizados para dicha clasificación se observan en el siguiente cuadro y mapa.

Cuadro 23. Valores asignados para los procesos de sedimentación activa por unidad Litopetrofísica del cantón de Sarapiquí, Heredia.

CÓDIGO	UNIDAD GEOMORFOLOGICA	GEOAPTITUD
V.1	Laderas volcánicas Cacho Negro (a)	3
V.1.b	Laderas volcánicas Cacho Negro (b)	3
D.1	Cerro aislado Negro	3
D.2	Lomeríos denudacional Sardinal	3
D.3	Cerros Relictos Boca Ceiba	4
D.4	Lomeríos denudacionales Hito Sar	4
D.5	Cerros relictos La Aldea	4
D.6	Lomeríos piroclásticos Chaparrón	4
A.1	Sedimentos inconsolidados recientes	1
A.2	Llanura aluvial Sarapiquí	4
A.3	Coluvios y aluviones San Bernardino	4
A.4	Llanura aluvial Tambor	4
A.5	Pantanos	3

Fuente: Elaboración propia.



Importancia de procesos de sedimentación

Plan Regulador de Sarapiquí
Introducción de la Variable Ambiental (IFA)

Diagrama de ubicación:

PROVINCIA: Heredia
 CANTÓN: Sarapiquí
 Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5

PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CRTPM2)
 Héroe de 1904
 Datum CR35

Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km

Desarrollador:

Fuente:
 Instituto Geográfico Nacional IGN
 Sistema Nacional de Información Territorial SNIT
 Municipalidad de Sarapiquí
 Datos de camino
 Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAHN, ACC y ACTO
 Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR
 Comisión Nacional de Emergencias CNE

NOTAS:
 Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.

Simbología

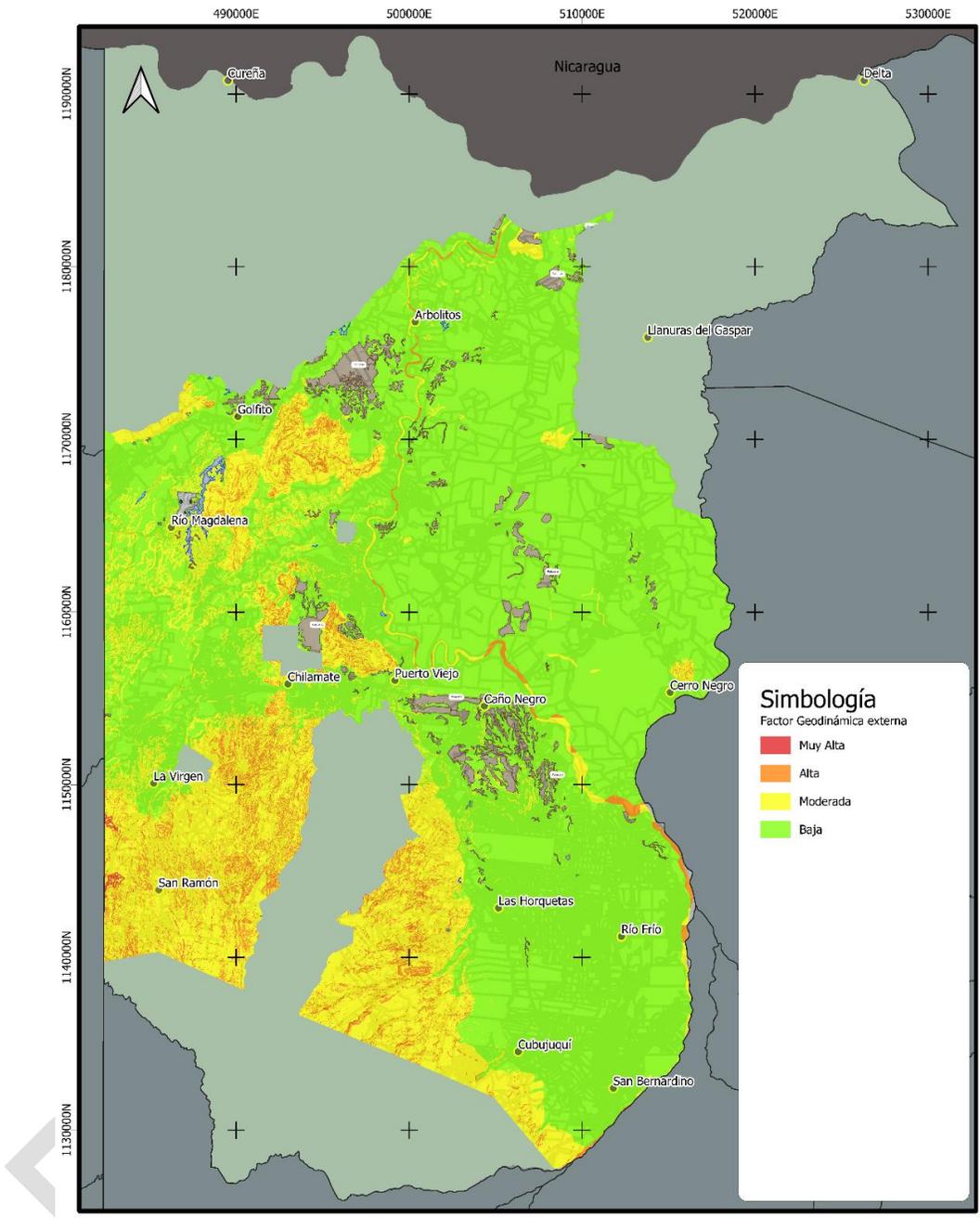
Poblados	ASP	RNH
Red Vía	AEE	Lacustre
Mapa Catastral	INDER	Palustre
Diferentes		

FECHA DE ELABORACIÓN: 2024
 ELABORADO POR:

Mapa 17. Procesos de Sedimentación del cantón de Sarapiquí, Heredia.

En el siguiente mapa se muestra la variable Geodinámica Externa del cantón de Sarapiquí.

BORRRADOR



Factor Geodinámica Externa

Plan Regulador de Sarapiquí
Introducción de la Variable Ambiental (IFA)

Diagrama de ubicación:

PROVINCIA: Heredia
 CANTÓN: Sarapiquí
 Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5

PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CR-TM05)
 Elipsoid: WGS84
 Datum: CR05

Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km

Desarrollador:

Fuente:
 Instituto Geográfico Nacional IGN
 Sistema Nacional de Información Territorial SNIT
 Municipalidad de Sarapiquí
 Datos de campo
 Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAH, ACC y ACTO
 Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR
 Comisión Nacional de Emergencias CNE

NOTAS:
 Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.

Simbología

Poblados	ASP	RNH
Red Vial	AEE	Lacustre
Mapa Catastral	INDER	Palustre
Diques		

FECHA DE ELABORACIÓN: 2021
 ELABORADO POR:

Mapa 18. IFA Geoaptitud, Geodinámica Externa del cantón de Sarapiquí, Heredia.

2.5. IFA Geoaptitud – Factor Hidrogeológico

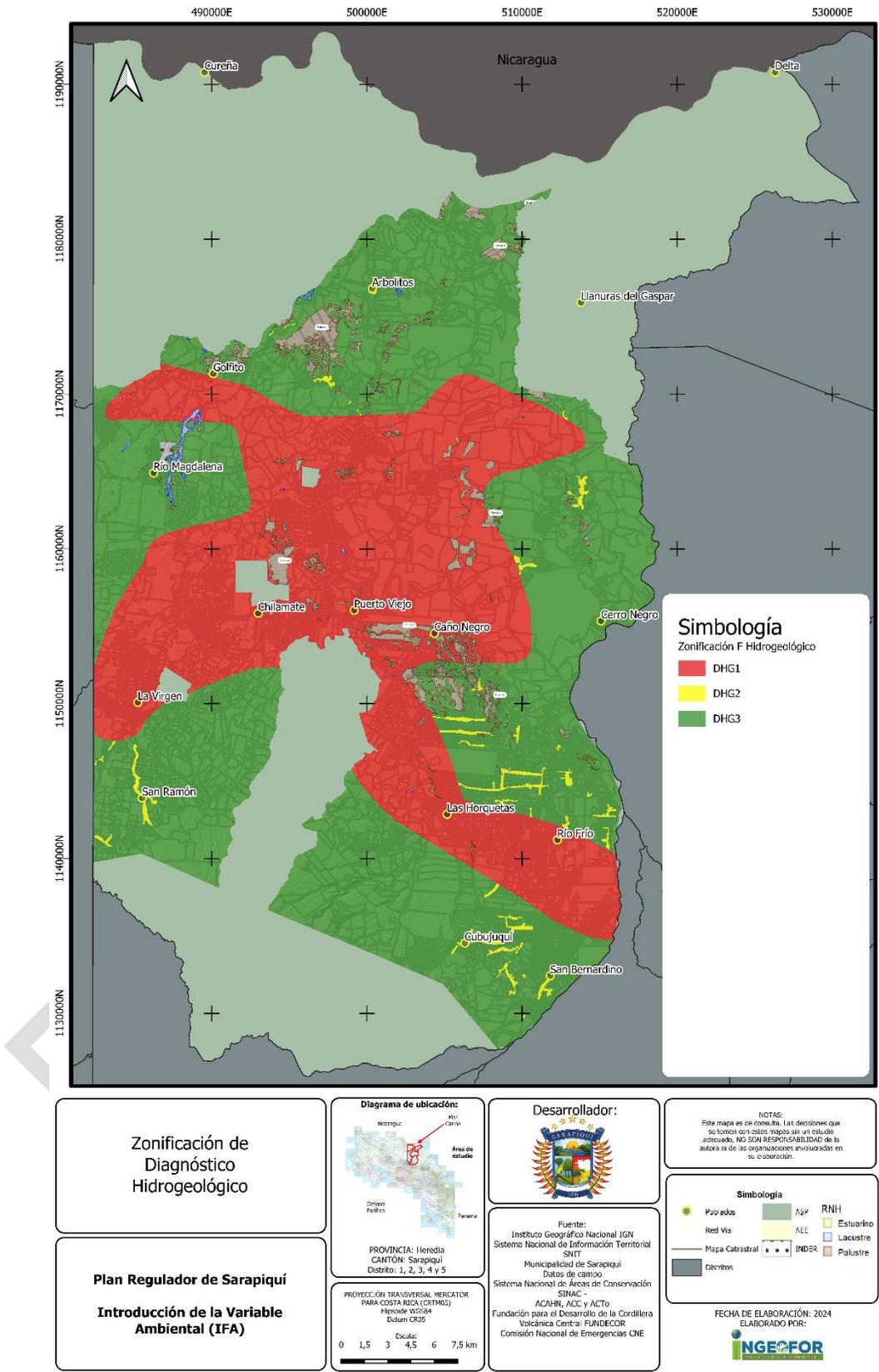
En la fase de diagnóstico se definieron tres zonas de acuerdo con la cantidad, calidad y distribución espacial de los datos hidrogeológicos (DHG) principalmente de la información de pozos se determina las zonas DHG1, DGH2, Y DGH2 descritas a continuación:

DHG1: Las zonas con suficiente información hidrogeológica para la valoración del componente hidrogeológico. Partiendo del desarrollo lineal existente a ambos lados de la ruta nacional a partir de Horquetas, pasando por Puerto Viejo hasta llegar a El Bosque, en donde se proponen varias zonas para el desarrollo futuro. En esta zona no existen mapas geológicos detallados, únicamente el de la estación de La Selva (Alvarado, 1990). Por lo tanto, se utilizará el mapa realizado por geología pragmática para el IFA Geoaptitud de Sarapiquí, a una escala 1:50,000. Además, se cuenta con base de datos de pozos del SENARA, levantamiento 1:10,000 de la red hídrica, los datos de precipitación desde 1967 de la estación La Selva y la base de datos de la DRH. No se cuenta con un estudio previo para el cantón. Las bases de datos no siempre comprenden información completa de pruebas de bombeo, profundidad de pozo, nivel freático, caudales y armado de los pozos.

DHG2: Zonas sin suficiente información en la que se proyecta un crecimiento futuro, en las que se requiere información adicional. Se requiere la perforación de pozos de investigación para realizar la valoración del componente hidrogeológico. Dentro de esta categoría se identifican las localidades en las cuales se presenta interés de desarrollo a futuro y no se cuenta con la información para hacer una evaluación hidrogeológica.

DHG3: Zonas en las cuales no se cuenta con suficiente información y no se proyecta un desarrollo de alto impacto a futuro. Se trata de zonas en las cuales no se ha desarrollado información pública por falta de investigaciones académicas y ausencia de proyectos que requieran estudios a profundidad. Gran parte de esta zona coincide con áreas de protección.

En el siguiente mapa se muestra la zonificación de diagnóstico hidrogeológico.



Mapa 19. Zonificación de diagnóstico hidrogeológico del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Se debe tener claro que entre más vulnerable el área, menos apto para las actividades humanas, ya que estas pueden ser fuentes potenciales de contaminación.

Por lo tanto, tómesese en cuenta la ubicación de cementerios, establos, minas, actividades agrícolas y ganaderas, presencia de letrinas, fábricas, talleres, gasolineras, centros de salud etc., pueden modificar la calidad natural del agua subterránea, por lo que es importante tomar en cuenta vulnerabilidad intrínseca del medio.

Se recomienda tomar en cuenta las consideraciones del siguiente cuadro:

Cuadro 24. Algunos métodos para controlar las fuentes potenciales de contaminación. (Tomado y modificado de Foster, et al., 2002).

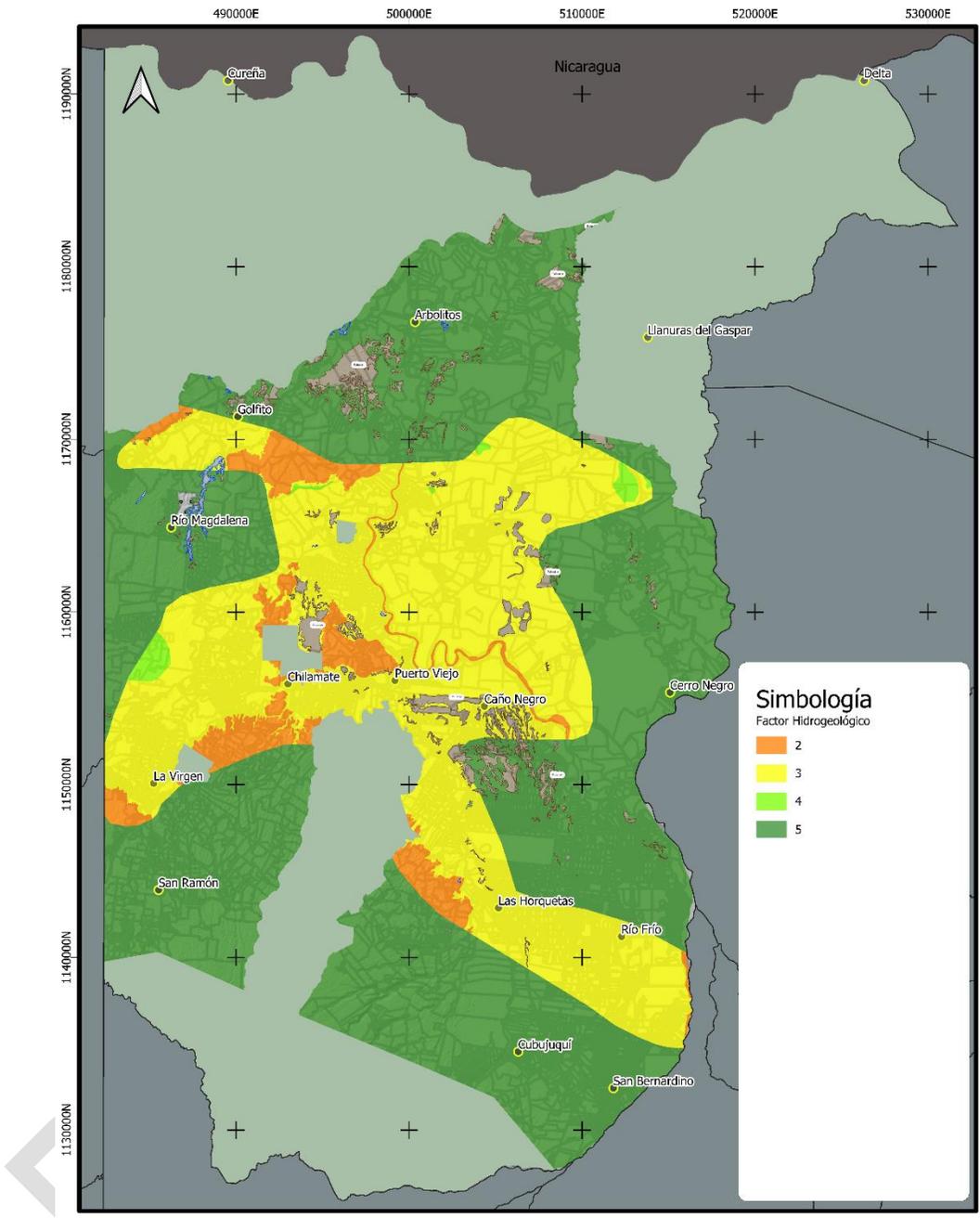
FUENTE DE CONTAMINACIÓN POTENCIAL	RESTRICCIONES POSIBLES
Fertilizantes y pesticidas	Manejo de nutrientes y pesticidas para satisfacer las necesidades de los cultivos, control de la tasa y tiempo de aplicación, prohibición de ciertos pesticidas.
Saneamientos in situ (letrinas y tanques sépticos)	Aplicar estándares de diseño para los tanques sépticos
Almacenamiento subterráneo (tanques y tuberías)	Utilizar doble recubrimiento
Disposición de residuos sólidos	Impermeabilización del colector de lixiviados, tanto en la base como en la superficie
Cementerios	Impermeabilización de tumbas y drenaje superficial.

A partir de los valores estimados se obtiene el mapa de vulnerabilidad acuífera intrínseca. Para integrar dicho aspecto dentro del IFA, se invierten los valores puesto que la vulnerabilidad es inversamente proporcional a la geoaptitud.

Se considera que la vulnerabilidad es inversamente proporcional a la geoaptitud. Por lo tanto, entre más vulnerable, menos apto para las actividades humanas, ya que estas pueden ser fuentes potenciales de contaminación.

Además, tómesese en cuenta la ubicación de cementerios, establos, minas, actividades agrícolas y ganaderas, presencia de letrinas, fábricas, talleres, gasolineras, centros de salud etc., pueden modificar la calidad natural del agua subterránea, por lo que es importante tomar en cuenta vulnerabilidad intrínseca del medio.

En el siguiente mapa se muestra el factor hidrogeológico del área de estudio



<p>Hidrogeología y geoaptitud hidrogeológica</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p> <p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CRTPM2) Escala: 1:50,000 Datum CR35</p> <p>0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Desarrollador:</p> <p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de camino Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAHN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p>																			
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>	<p>Simbología</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pueblos</td> <td>ASP</td> <td>RNH</td> <td>Estuario</td> </tr> <tr> <td>Red Vía</td> <td>AEE</td> <td>Lacustre</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mapa Catastral</td> <td></td> <td>INDER</td> <td>Palustre</td> </tr> <tr> <td>Dirección</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2024 ELABORADO POR: </p>						Pueblos	ASP	RNH	Estuario	Red Vía	AEE	Lacustre		Mapa Catastral		INDER	Palustre	Dirección			
Pueblos	ASP	RNH	Estuario																			
Red Vía	AEE	Lacustre																				
Mapa Catastral		INDER	Palustre																			
Dirección																						

Mapa 20. Factor Hidrogeológico del cantón de Sarapiquí, Heredia.

2.6. Factor Estabilidad de Laderas

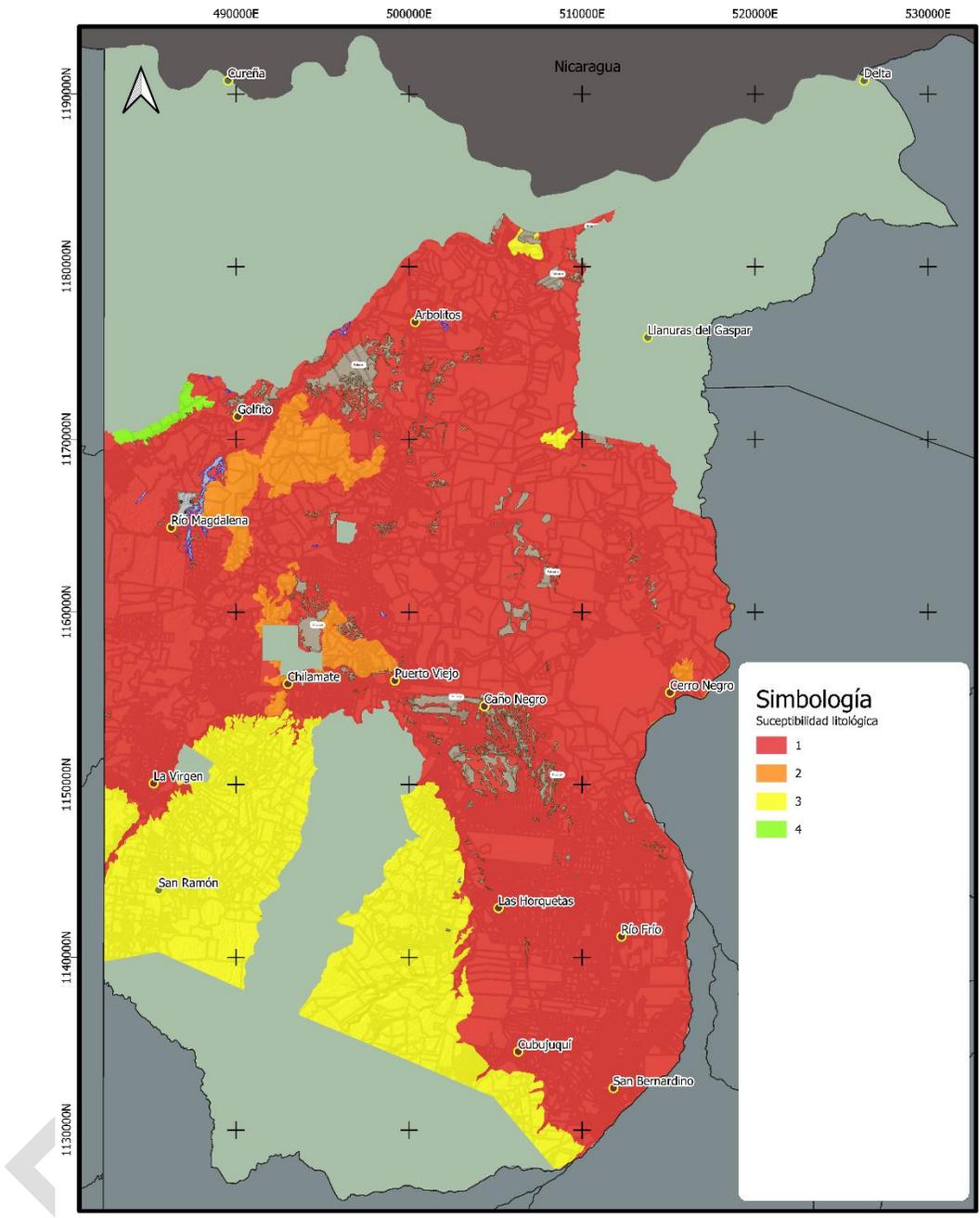
El factor de geopotencial por estabilidad de laderas es de gran importancia para un ordenamiento territorial seguro. Esta temática acata directamente al posible colapso del terreno por causa natural; el tipo de roca, la meteorización y/o fracturación, las elevadas pendientes, son factores intrínsecos del medio que inciden en el colapso de laderas.

Los movimientos del terreno son efecto de la geodinámica externa, y corresponden con la forma natural de denudación del terreno. Estos movimientos pueden ser lentos o acelerados, los más destructivos son los deslizamientos los cuales son la principal manifestación de los movimientos en masa, que ocurren bajo influencia de la gravedad y pueden ser disparados por lluvias, sismos y actividad antrópica.

a) Factor litológico

El factor litológico se evalúa siguiendo la clasificación utilizada anteriormente en las unidades litopetrofísicas. Debido a que se conoce el material predominante de cada unidad litopetrofísica, se evalúa esta en función de sus propiedades mecánicas, las cuales están directamente relacionadas con la estabilidad del terreno. Algunos de los factores que influyen en la estabilidad del terreno son los siguientes: la composición mineralógica, la capacidad de retención de humedad, los espesores y el grado de meteorización, la fracturación, ángulo de buzamiento, los niveles freáticos entre otros (Mapa 20).

Los valores utilizados para dicha clasificación se observan en el siguiente cuadro y mapa.



Simbología
Susceptibilidad litológica

- 1
- 2
- 3
- 4

<p>Susceptibilidad litológica</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p> <p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CRTPM2) Escala: 1:50,000 Datum: CR35</p> <p>Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Desarrollador:</p> <p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de camino Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAHN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central: FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p>																								
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>	<p>Simbología</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Pueblos</td> <td></td> <td>ASP</td> <td></td> <td>RNH</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Red Vía</td> <td></td> <td>AEE</td> <td></td> <td>Estuario</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Mapa Catastral</td> <td></td> <td>INDER</td> <td></td> <td>Lacustre</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Dirección</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Palustre</td> </tr> </table>			Pueblos		ASP		RNH		Red Vía		AEE		Estuario		Mapa Catastral		INDER		Lacustre		Dirección				Palustre	<p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2024 ELABORADO POR: </p>
	Pueblos		ASP		RNH																						
	Red Vía		AEE		Estuario																						
	Mapa Catastral		INDER		Lacustre																						
	Dirección				Palustre																						

Mapa 21. Susceptibilidad Litológica del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Cuadro 25. Clasificación del factor litológico L, valorando la susceptibilidad a la inestabilidad de las laderas del cantón de Sarapiquí, Heredia.

CALIFICATIVO Y VALOR DE "L"	LITOLOGÍA	CARACTERÍSTICAS FÍSICO- MECÁNICAS TÍPICAS
Bajo valor de L=1	Aluviones gruesos, permeables, compactos, con nivel freático bajo. Calizas duras y permeables. Intrusivos poco fisurados con bajo nivel freático. Basaltos, andesitas, ignimbritas y similares: sanas, permeables y poco fisuradas. Rocas metamórficas; sanas poco fisuradas, nivel freático bajo.	Sanos con poca o ninguna meteorización, resistencia al corte elevado, fisuras sanas sin rellenos.
Moderado valor de L=2	Rocas sedimentarias poco alteradas, estratificación maciza (decamétrica o métrica), poco fisuradas, nivel freático bajo. Rocas intrusivas, calizas duras, lava, ignimbritas o metamórficas: mediante fisuras o alteradas, nivel freático a profundidades intermedias.	Resistencia al corte medio a elevada, fracturas cizallales.
Medio valor de L=3	Rocas sedimentarias, intrusivas, calizas duras, lava, ignimbritas, tobas poco soldadas o metamórficas; medianamente alteradas. Coluvios, lahares, arenas, suelos regolíticos levemente compactados; drenaje poco desarrollado, niveles freáticos relativamente altos.	Resistencia al corte moderado a media, fracturación importante.
Alto valor de L=4	Aluviones fluvio-lacustres, suelos piroclásticos poco compactos, sectores de alteración hidrotermal, rocas fuertemente alteradas y fracturadas con estratificación y foliación a favor de la pendiente, con rellenos arcillosos, niveles freáticos someros.	Resistencia al corte moderado a baja.
Muy alto valor de L=5	Materiales aluviales, coluviales y regolíticos de muy baja calidad mecánica, con estado de alteración avanzado, drenaje pobre, se incluyen los niveles 3 y 4 con niveles freáticos muy someros, sometidos a gradientes hidrodinámicos muy elevados.	Resistencia al corte muy baja, materiales blandos con muchos finos.

Fuente: Mora et al; 1992.

A partir de los valores de la susceptibilidad litológica (SL) del método MVM, mostrados anteriormente, se asignan para cada unidad litopetrofísica, los valores mostrados en el siguiente cuadro.

Cuadro 26. Valores utilizados de acuerdo con la clasificación litológica del cantón de Sarapiquí, Heredia.

SL	UNIDAD LITOPETROFISICA	COD.
3	Laderas volcánicas Cacho Negro (a)	V.1
3	Laderas volcánicas Cacho Negro (b)	V.1.b
2	Cerro aislado Negro	D.1
2	Lomeríos denudacional Sardinal	D.2
3	Cerros Relictos Boca Ceiba	D.3
1	Lomeríos denudacionales Hito Sar	D.4
3	Cerros relictos La Aldea	D.5
4	Lomeríos piroclásticos Chaparrón	D.6
1	Sedimentos inconsolidados recientes	A.1
1	Llanura aluvial Sarapiquí	A.2
1	Coluvios y aluviones San Bernardino	A.3
1	Llanura aluvial Tambor	A.4
1	Pantanos	A.5

Fuente: MVM modificado.

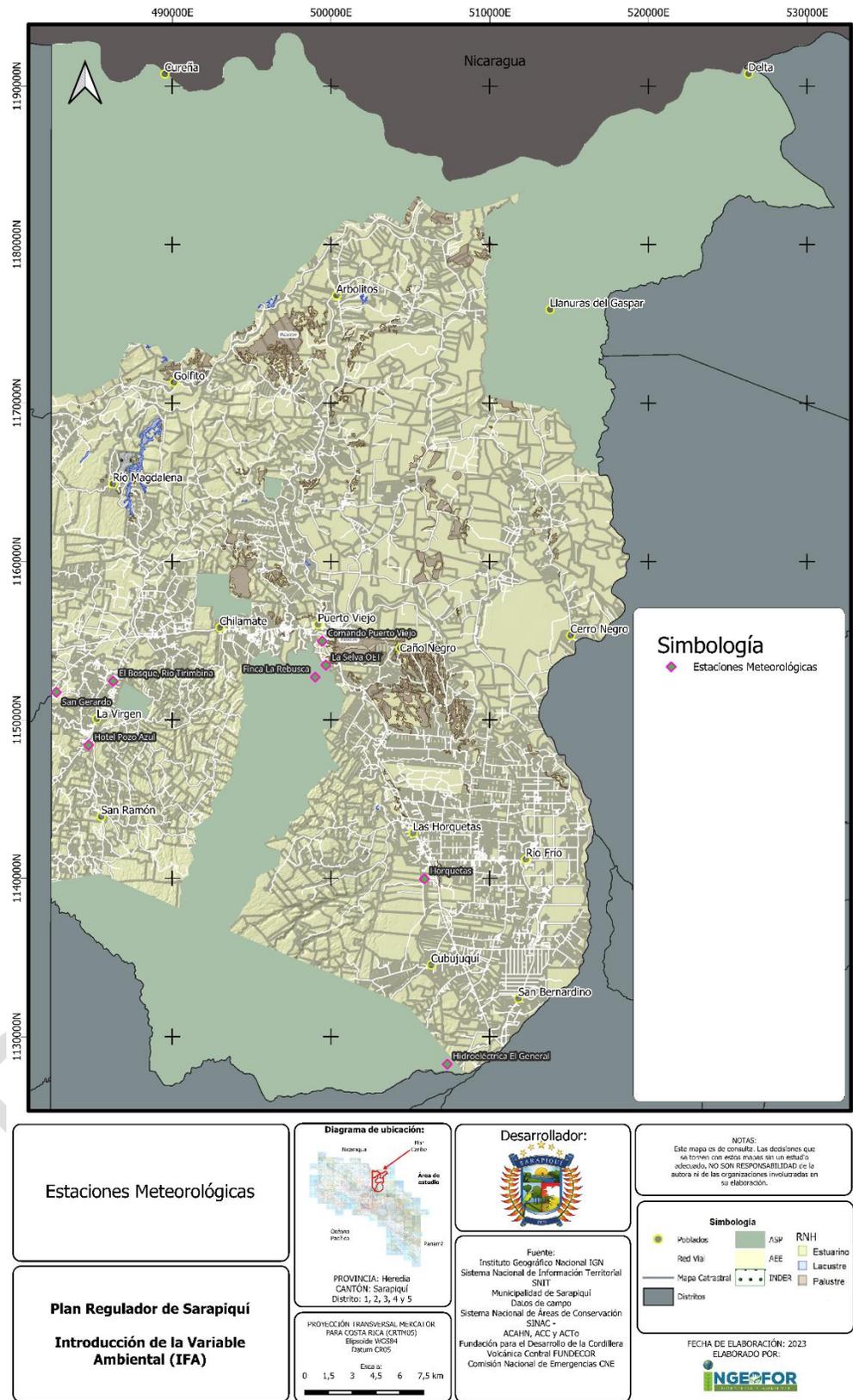
Se conoce que las rocas cristalinas de manera general son más resistentes que los materiales granulados. La presencia y orientación de fracturas y diaclasas disminuye la estabilidad de los materiales, en especial en zonas de pendientes fuertes, y donde las fracturas paralelas a la pendiente.

Los factores mencionados anteriormente, disminuyen la geopotencialidad de las localidades, principalmente para el desarrollo urbano.

b) Condiciones de precipitación

Para las evaluaciones de las condiciones de precipitación en el territorio se toma en cuenta las estaciones meteorológicas del IMN ubicadas en el cantón de Sarapiquí. Específicamente, para la presente evaluación, se toman en cuenta los datos de las 5 estaciones más antiguas, de forma que se pueda garantizar una mayor veracidad de la información.

Los valores utilizados para dicha clasificación se observan en el siguiente cuadro y mapa.



Mapa 22. Ubicación de las Estaciones Meteorológicas del cantón de Sarapiquí, Heredia.

En el siguiente cuadro se presentan la información de precipitación promedio por mes en el cantón de Sarapiquí.

Cuadro 27. Precipitación mensual promedio (mm) del cantón de Sarapiquí, Heredia.

MES	AGROVERDE	HORQUETAS 2	LAGUNA FRAIJANES	LA REBUSCA	LA SELVA
Enero	373,6	458,4	149,1	325,5	146,2
Febrero	240,9	195,4	92,1	226,9	84,4
Marzo	249,3	252,7	81,0	209,6	88,6
Abril	166,8	199,2	116,2	142,9	69,9
Mayo	425,1	436,9	379,7	322,2	174,9
Junio	497,2	449,0	386,3	336,2	186,5
Julio	480,4	485,3	298,2	385,8	184,4
Agosto	416,9	364,0	343,1	284,1	157,6
Septiembre	497,7	343,2	469,5	258,9	175,5
Octubre	482,2	386,9	544,7	245,7	185,4
Noviembre	629,0	501,7	416,8	436,3	221,5
Diciembre	518,8	360,0	188,1	390,6	162,9

Fuente: IMN.

Utilizando los datos de precipitación, se utiliza los rangos mostrados en el cuadro anterior para la clasificación del promedio de precipitación mensual.

Los valores utilizados para dicha clasificación se observan en el siguiente cuadro.

Cuadro 28. Valores para la clasificación del contenido de humedad del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Promedio de precipitación mensual (mm)	Valor asignado
< 125	0
125 - 250	1
> 250	2

Fuente: Elaboración propia.

A partir del resultado de la suma de los valores del cuadro anterior, se obtiene un valor anual. Utilizando los índices mostrados en el cuadro anterior, se obtiene el factor S_h (susceptibilidad por contenido de humedad). Los valores obtenidos se muestran en los siguientes dos cuadros.

Cuadro 29. Clasificación del factor de contenido de humedad (S_h) del cantón de Sarapiquí, Heredia.

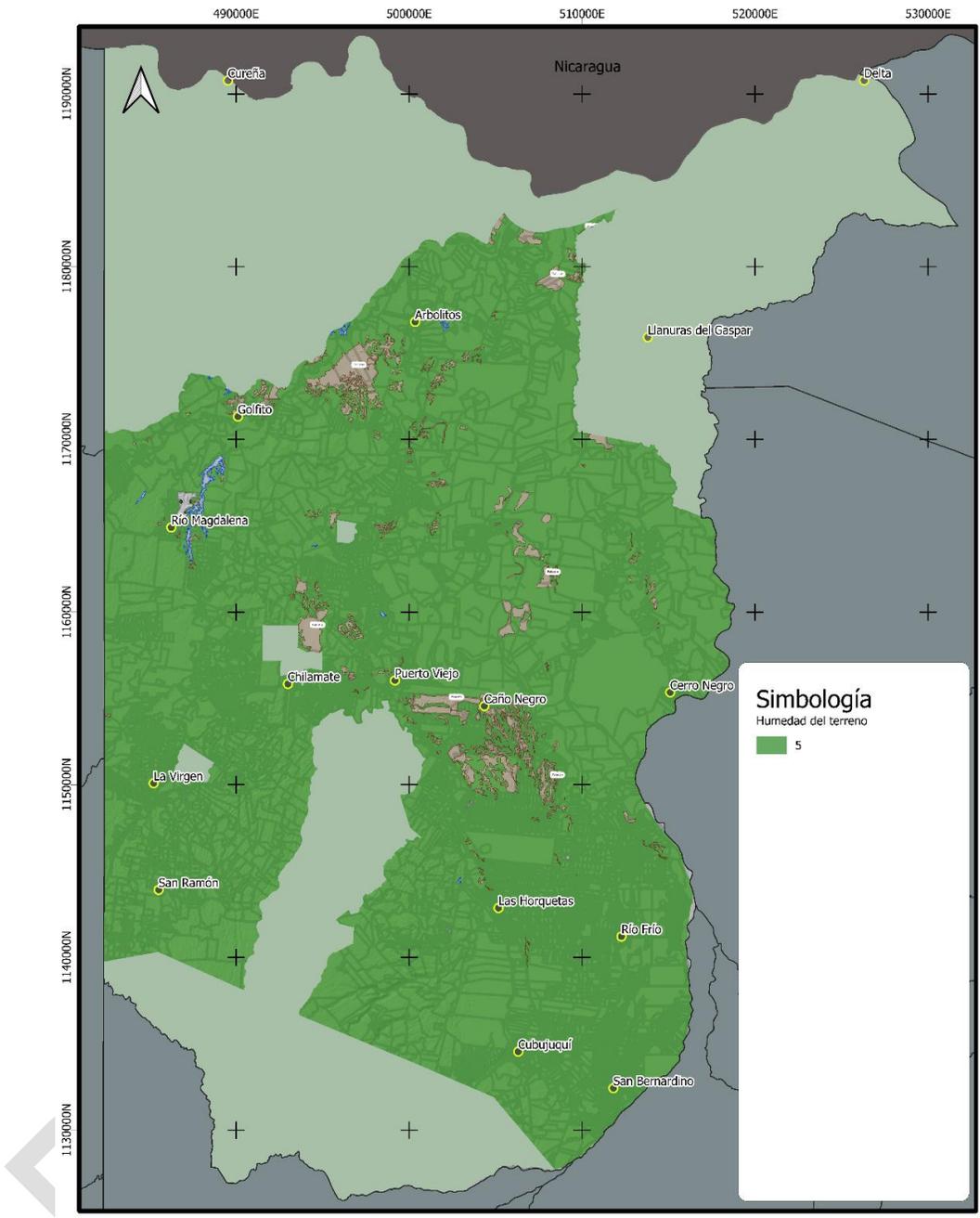
SUMA DE VALORES ASIGNADOS A CADA MES	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN DEL PARÁMETRO (S_h)	GEOAPTITUD
0 - 4	Muy bajo	1	Muy alta
0 - 9	Bajo	2	Alta
10 - 14	Medio	3	Moderada
15 - 19	Alto	4	Baja
20 - 24	Muy alto	5	Muy Baja

Fuente: Decreto Ejecutivo N° 32967-MINAE.

Cuadro 30. Valores de la susceptibilidad por humedad (S_h) del cantón de Sarapiquí, Heredia.

	AGROVERDE	HORQUETAS 2	LAGUNA FRAIJANES	LA REBUSCA	LA SELVA
Sh	21	22	16	20	21
	Muy alto	Muy alto	alto	Muy alto	Muy alto

Fuente: Decreto Ejecutivo N° 32967-MINAE.



Humedad del Terreno

Plan Regulador de Sarapiquí
Introducción de la Variable Ambiental (IFA)

Diagrama de ubicación:

PROVINCIA: Heredia
 CANTÓN: Sarapiquí
 Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5

PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR
 PARA COSTA RICA (CR-TM05)
 Elipsoid: WGS84
 Datum: CR05

Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km

Desarrollador:

Fuente:
 Instituto Geográfico Nacional IGN
 Sistema Nacional de Información Territorial SNIT
 Municipalidad de Sarapiquí
 Datos de campo
 Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC -
 ACAH, ACC y ACTO
 Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR
 Comisión Nacional de Emergencias CNE

NOTAS:
 Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.

Simbología

Poblados	ASP	RNH
Red Vial	AEE	Lacustre
Mapa Catastral	INDER	Palustre
Diques		

FECHA DE ELABORACIÓN: 2021
 ELABORADO POR:

Mapa 23. Humedad del terreno del cantón de Sarapiquí, Heredia.

c) Categorías de pendientes según el mapa de Geaptitud por factor geodinámico externo

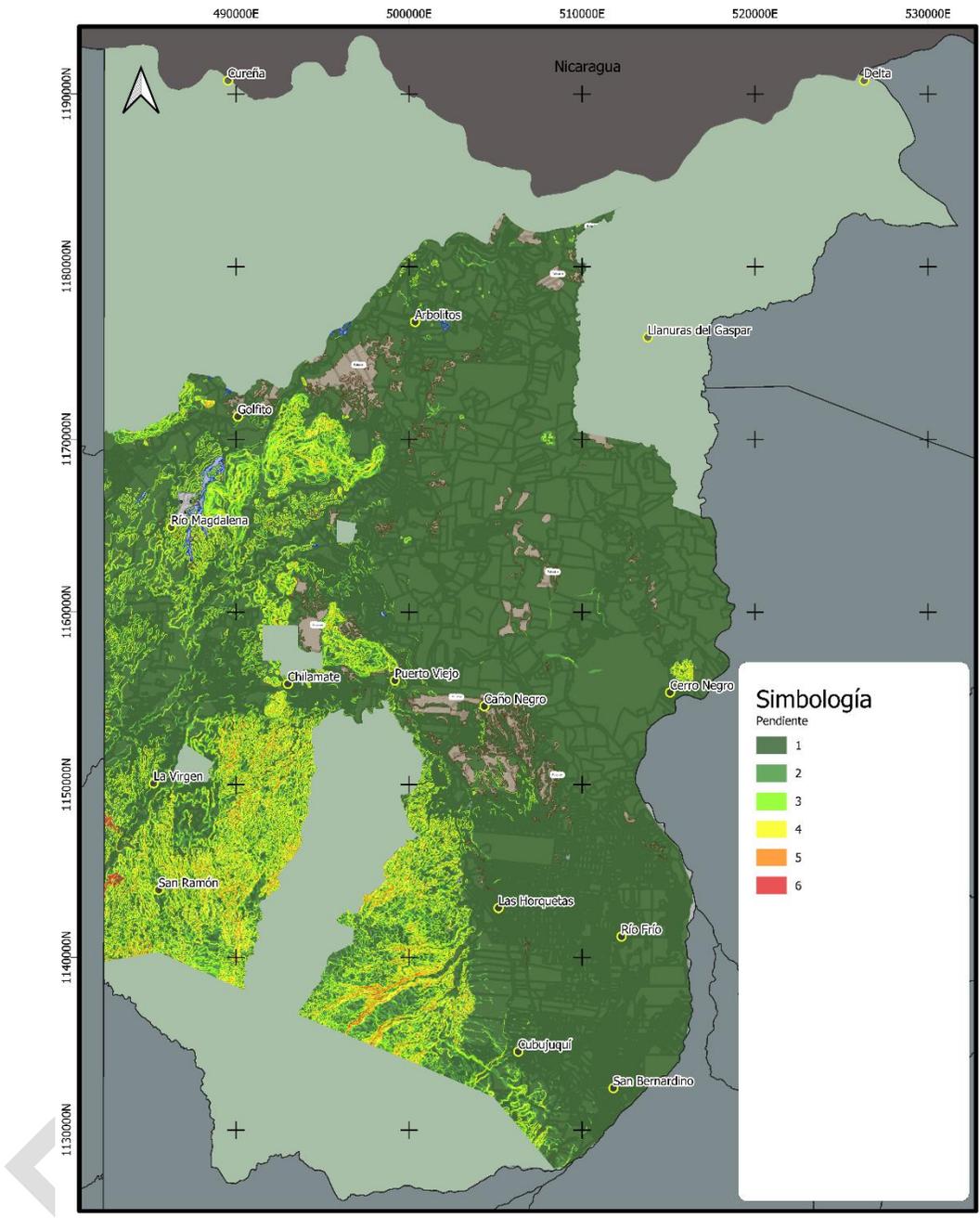
En general, a mayor pendiente, mayor es la probabilidad de ocurrir un deslizamiento. Este punto se repite por inconsistencia del Decreto Ejecutivo N° 32967-MINAE. Dicho factor tiene un peso importante sobre la estabilidad del terreno.

El factor pendiente se clasifica a partir del mapa de pendientes generado a partir del DEM del factor de “Geodinámica externa”, el mismo se reclasifica, según los rangos establecidos en el método MVM mostrados en el siguiente cuadro mapa.

Cuadro 31. Valores para la clasificación de la pendiente del cantón de Sarapiquí, Heredia.

clase de pendiente		Condiciones del terreno	Color	valor de S_p
°	%			
0-2	0-2	Planicie sin denudación apreciable	verde oscuro	0
2-4	2-7	Pendiente muy baja, peligro de erosión	verde claro	1
4-8	7-15	Pendiente baja, peligro severo de erosión	Amarillo	2
8-16	15-30	Pendiente moderada, deslizamientos ocasionales, peligro de erosión severo	Naranja	3
16-35	30-70	Pendiente fuerte, procesos denudacionales intensos (deslizamientos), peligro extremo de erosión de suelos.	Rojo claro	4
35-55	70-140	Pendiente muy fuerte, afloramientos rocosos, procesos denudacionales intensos, reforestación posible.	Rojo oscuro	5
> 55	> 140	Extremadamente fuerte, afloramientos rocosos, procesos denudacionales severos (caída de rocas), cobertura vegetal limitada.	Morado	6

Fuente: Decreto Ejecutivo N° 32967-MINAE.



Simbología

Pendiente

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

<p>Susceptibilidad por pendiente</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p> <p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CRTM02) Eliptico UTM-84 Datum CR35</p> <p>Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Desarrollador:</p> <p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de camino Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAHN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central: FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p>																			
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>	<p>Simbología</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pueblos</td> <td>ASP</td> <td>RNH</td> <td>Estuario</td> </tr> <tr> <td>Red Vía</td> <td>AEE</td> <td>Lacustre</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mapa Catastral</td> <td></td> <td>INDER</td> <td>Palustre</td> </tr> <tr> <td>Dirección</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2024 ELABORADO POR: </p>						Pueblos	ASP	RNH	Estuario	Red Vía	AEE	Lacustre		Mapa Catastral		INDER	Palustre	Dirección			
Pueblos	ASP	RNH	Estuario																			
Red Vía	AEE	Lacustre																				
Mapa Catastral		INDER	Palustre																			
Dirección																						

Mapa 24. Susceptibilidad pendiente del cantón de Sarapiquí, Heredia.

d) Factor de sismicidad

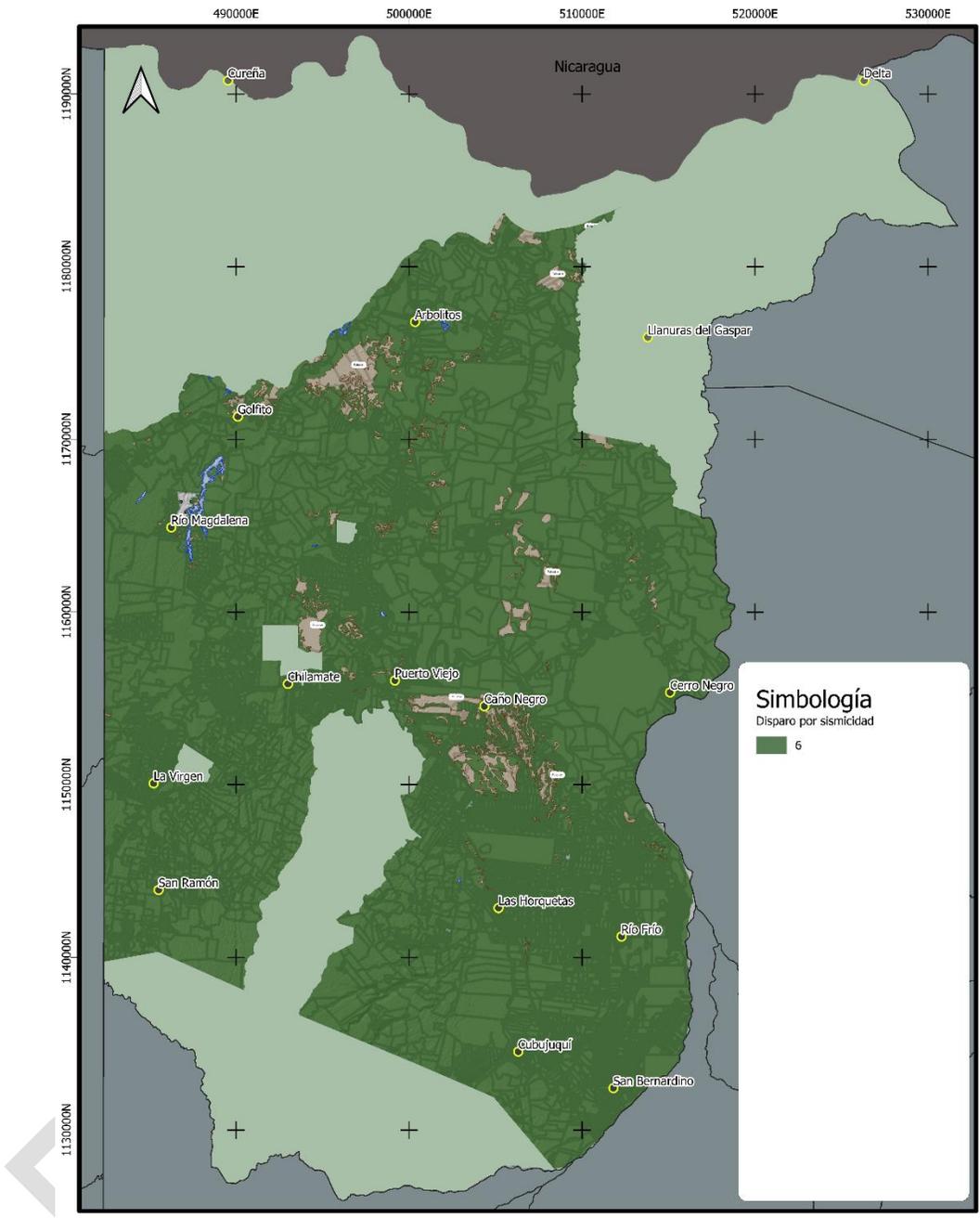
La intensidad sísmica se relaciona con el potencial de activación de un deslizamiento, (Mora et al., 1992). La sismicidad afecta la infraestructura y las actividades humanas, influye en la estabilidad de laderas, siendo un disparador de deslizamientos y flujos laháricos.

Los valores de clasificación de este parámetro se observan en el siguiente cuadro.

Cuadro 32. Parámetros utilizados para la zonificación del factor de disparo por sismos del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Intensidad Mercalli-Modificada	Valoración del parámetro (D_s)
I	1
II	2
III	3
IV	4
V	5
VI	6
VII	7
VIII	8
IX	9
X	10
XI	11
XII	12

Fuente: Mora et al., 1992.



<p>Disparos por sismicidad</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p> <p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CRTPM2) Escala: 1:50,000 Datum: CR35</p> <p>Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Desarrollador:</p> <p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de camino Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAHN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central: FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p>																								
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>	<p>Simbología</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Pueblos</td> <td></td> <td>ASP</td> <td></td> <td>RNH</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Red Vía</td> <td></td> <td>AEE</td> <td></td> <td>Estuario</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Mapa Catastral</td> <td></td> <td>INDER</td> <td></td> <td>Lacustre</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Dirección</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Palustre</td> </tr> </table>			Pueblos		ASP		RNH		Red Vía		AEE		Estuario		Mapa Catastral		INDER		Lacustre		Dirección				Palustre	<p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2024 ELABORADO POR: </p>
	Pueblos		ASP		RNH																						
	Red Vía		AEE		Estuario																						
	Mapa Catastral		INDER		Lacustre																						
	Dirección				Palustre																						

Mapa 25. Factor de sismicidad del cantón de Sarapiquí, Heredia.

e) Factor de disparo por lluvia

La clasificación de dicho parámetro se realiza con los valores del siguiente cuadro.

Cuadro 33. Factor disparo por lluvia

LLUVIA MÁXIMA EN 24 HORAS, PERÍODO DE RETORNO 100 AÑOS (mm)	DESCRIPCIÓN	VALOR DEL PARÁMETRO (D _{LL})
<100	Muy bajo	1
100-200	Bajo	2
200-300	Medio	3
300-400	Alto	4
>400	Muy alto	5

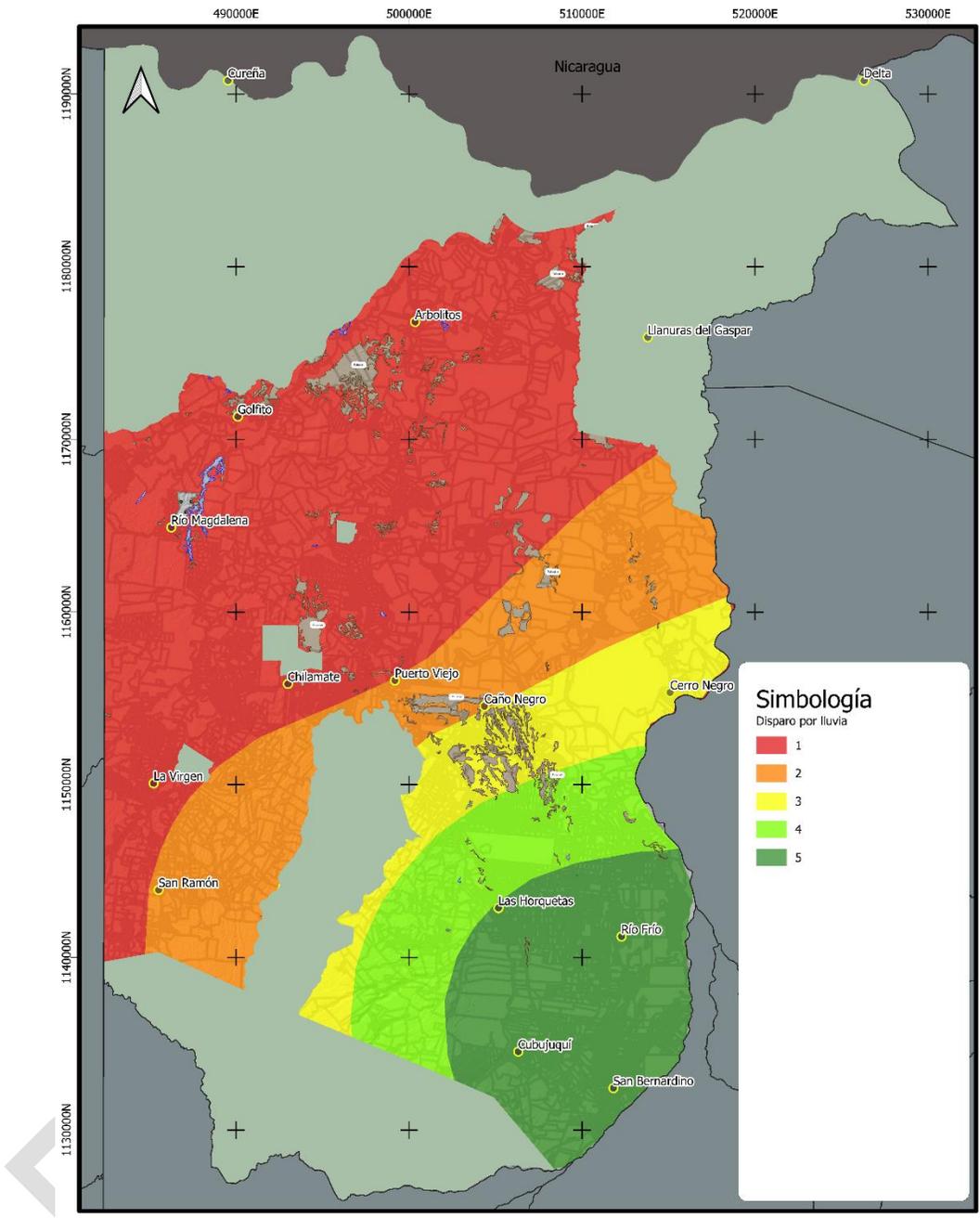
93

Dicho factor fue evaluado utilizando el mapa de precipitación máxima en 24 horas (con un periodo de retorno de 100 años) de Costa Rica (Varhson, 1998). Esto se debe a la ausencia del dato de precipitación máxima en 24 horas, en la información brindada IMN para los años recientes.

Cuadro 34. Precipitación máxima mensual del 2003 al 2013 (DII)

AGROVERDE	HORQUETAS 2	LAGUNA FRAIJANES	LA REBUSCA	LA SELVA
957,8	1080,6	913,7	969,8	1021,3

En el siguiente mapa se puede observar el factor de disparo por lluvia del cantón de Sarapiquí.



Disparos por lluvia

Plan Regulador de Sarapiquí
Introducción de la Variable Ambiental (IFA)

Diagrama de ubicación:

PROVINCIA: Heredia
 CANTÓN: Sarapiquí
 Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5

PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CRTM2)
 Héroe VICOS4
 Datum CR35

Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km

Desarrollador:

Fuente:
 Instituto Geográfico Nacional IGN
 Sistema Nacional de Información Territorial SNIT
 Municipalidad de Sarapiquí
 Datos de camino
 Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAHN, ACC y ACTO
 Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR
 Comisión Nacional de Emergencias CNE

NOTAS:
 Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.

Simbología

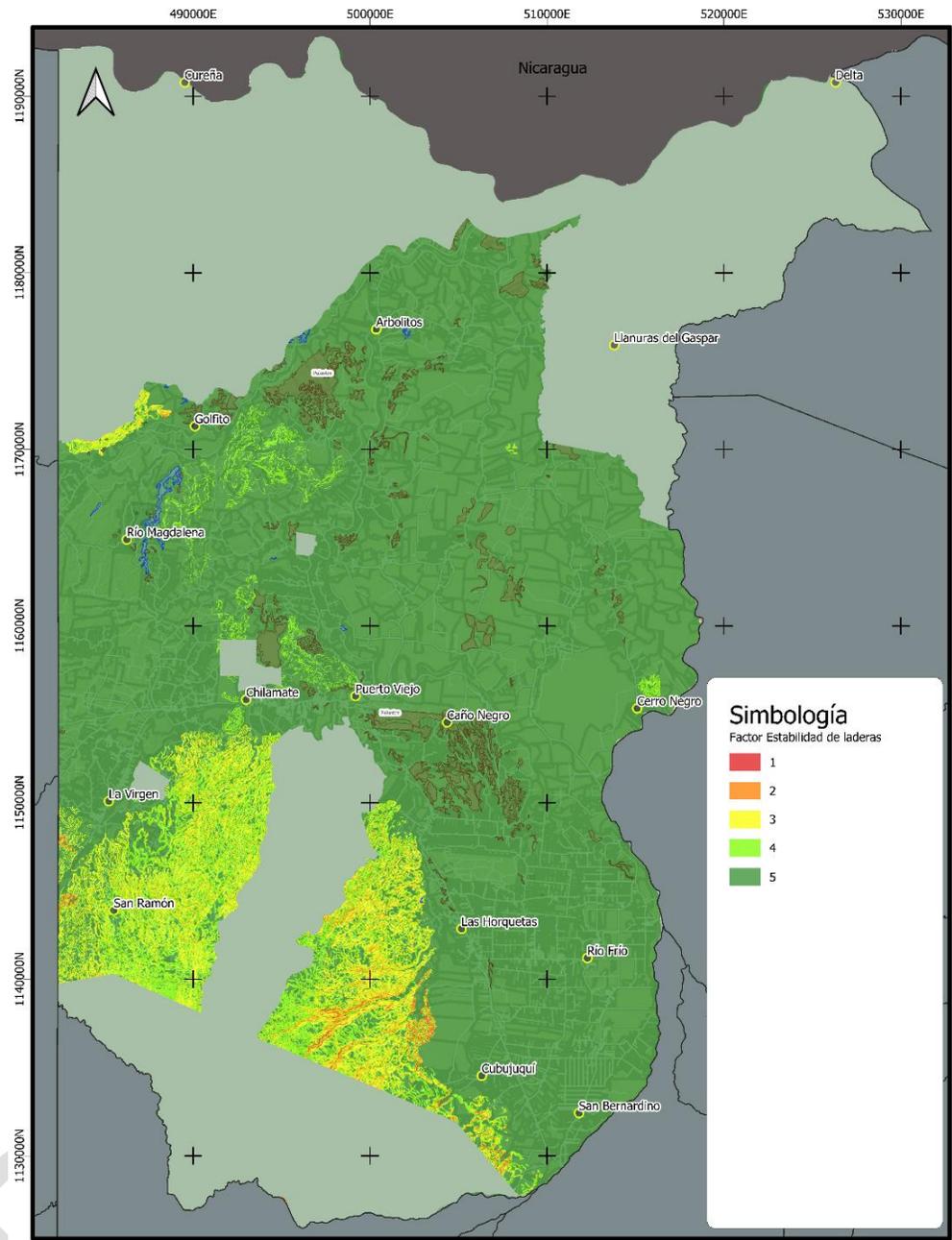
Puntos	ASP	RNH
Red Via	AEE	Estuario
Mapa Catastral	Lacustre	Palustre
Diferentes	INDER	

FECHA DE ELABORACIÓN: 2024
 ELABORADO POR:

Mapa 26. Factor de disparos por lluvia del cantón de Sarapiquí, Heredia.

En el siguiente mapa se puede observar el factor estabilidad de laderas del cantón de Sarapiquí.

BORRADOR



Simbología
Factor Estabilidad de laderas

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Factor Estabilidad de Laderas

Plan Regulador de Sarapiquí
Introducción de la Variable Ambiental (IFA)



Fuentes:
Instituto Geográfico Nacional IGN
Sistema Nacional de Información Territorial SNIT
Municipalidad de Sarapiquí
Datos de campo
Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC -
ACAHN, ACL y ACTO
Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR
Comisión Nacional de Emergencias CNE

NOTAS:
Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.

Simbología

- Poblados
- ASP
- RNIH
- Red Vía
- AEE
- Estuario
- Mapa Costerostral
- INDEB
- Lacustre
- Diézimos
- Palustre

FECHA DE ELABORACIÓN: 2023
ELABORADO POR:
INGEFOR

Mapa 27. IFA Geopotitud Estabilidad de Laderas del cantón de Sarapiquí, Heredia.

2.7. IFA Geoaptitud – Factor Amenazas Naturales

Las variables que se toman en cuenta para generar el mapa IFA Geoaptitud – Factor Amenazas Naturales, se describen enseguida.

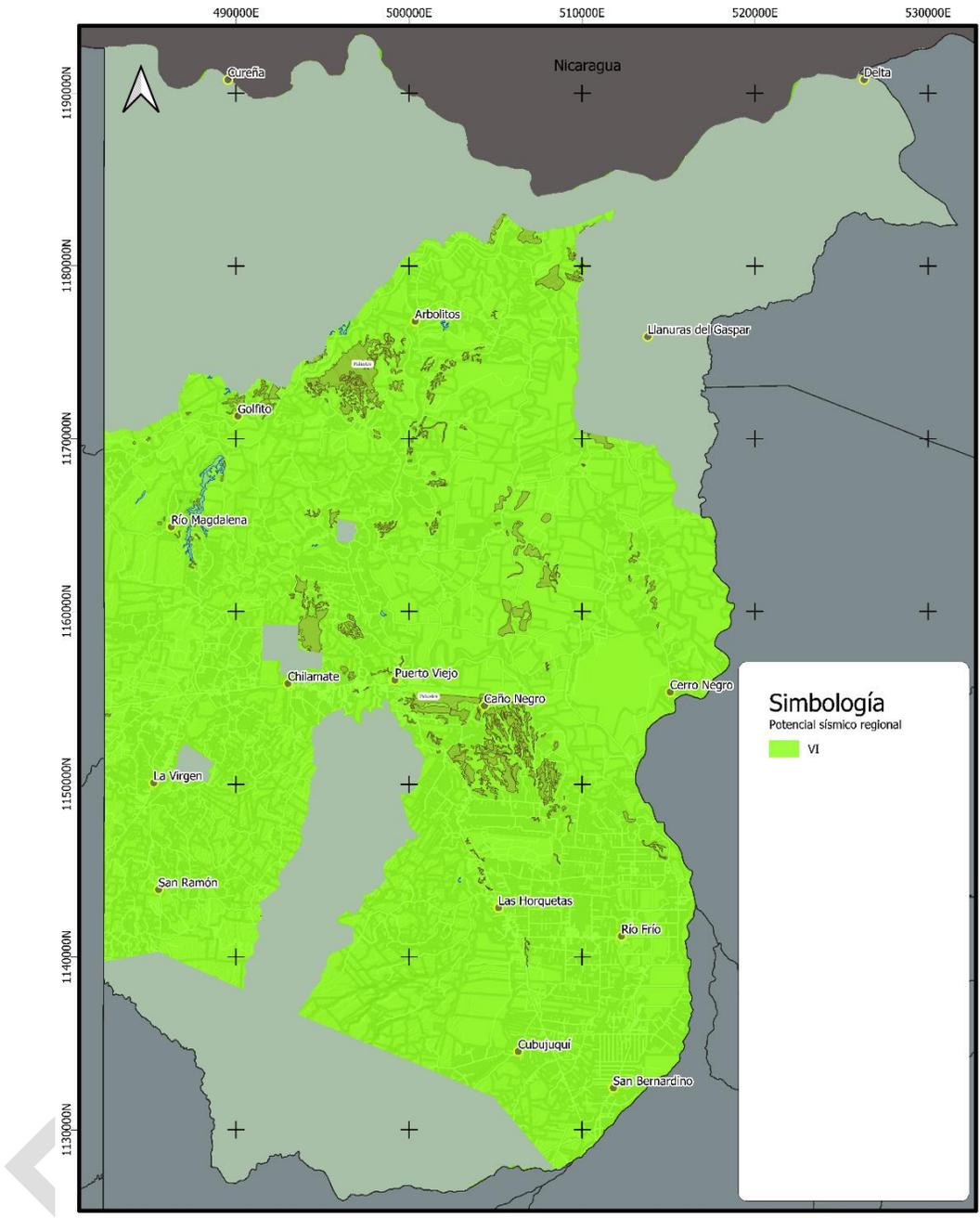
a) Potencial de sismicidad regional

97

La metodología del IFA indica la utilización del “Código Sísmico” para la determinación de zonas de influencia sísmica, dicho aspecto no concierne al texto mencionado. Por lo tanto, se toma como base la información del “Atlas Tectónico de Costa Rica”, donde se realizó una zonificación de las intensidades sísmicas para el país, delimita y categoriza en rangos las intensidades sísmicas. Las zonas sísmicas a escala regional para el cantón muestran intensidades probables de VI según la escala Mercalli modificada (Denyer et al. 2008).

Conforme incrementa la actividad sísmica la geoaptitud se ve disminuida. De acuerdo con el anexo 2 del Decreto Ejecutivo N° 32967-MINAE, se clasifica el valor de intensidad sísmica en relación con la geoaptitud. Por lo tanto, el cantón de Sarapiquí presenta una geoaptitud con un valor de 4 (alta) en función del potencial sísmico regional.

En el siguiente mapa se puede observar el potencial de sismicidad regional del cantón de Sarapiquí.



<p>Potencial de Sismicidad Regional</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p> <p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5</p>	<p>Desarrollador:</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p>																								
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>	<p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CRTM05) Eliodoro VICENTE Datum CROS</p> <p>Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de campo Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAAH, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>Simbología</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Poblados</td> <td></td> <td>ASP</td> <td></td> <td>RNH</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Red Vital</td> <td></td> <td>AEE</td> <td></td> <td>Estuario</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Mapa Catastral</td> <td></td> <td>Lacustre</td> <td></td> <td>Palustre</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Distritos</td> <td></td> <td>TINDER</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Poblados		ASP		RNH		Red Vital		AEE		Estuario		Mapa Catastral		Lacustre		Palustre		Distritos		TINDER		
	Poblados		ASP		RNH																						
	Red Vital		AEE		Estuario																						
	Mapa Catastral		Lacustre		Palustre																						
	Distritos		TINDER																								
			<p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2023 ELABORADO POR: </p>																								

Mapa 28. Potencial Sísmico Regional del cantón de Sarapiquí, Heredia.

b) Potencial de sismicidad local

Se refiere a la sismicidad instrumental evaluada en términos de geoaptitud. Para esto se evalúan los datos instrumentales disponibles.

Los datos instrumentales utilizados son el OVSICORI. En esta se discrimina los sismos que se encuentran a profundidades mayores a 30 km, debido a que los sismos que se presentan a gran profundidad en general son originados por la zona de subducción, mientras que los sismos someros se relacionan con fallamiento local y regional.

Los sismos restantes (hipocentro menor a 30 km) se interpolan en función de su magnitud, generando un mapa zonificado del “índice de sismicidad” requerido para la evaluación de la geoaptitud, según la probabilidad de futuros eventos similares.

El mapa es realizado a partir de los datos de la magnitud de los sismos y clasifican en rangos de “aptitud sísmica”, donde la geoaptitud disminuye conforme aumenta la magnitud de los sísmicos.

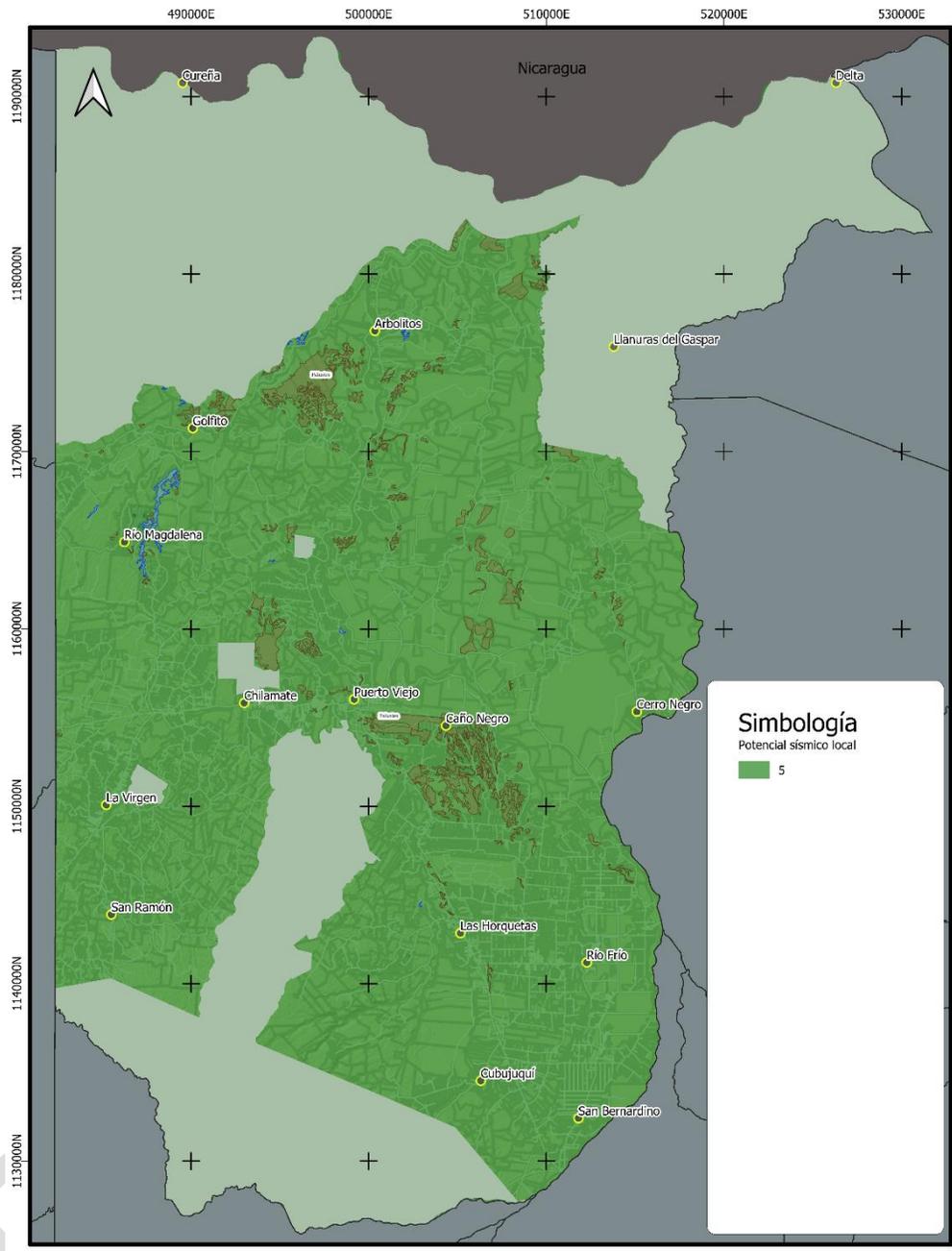
En el siguiente cuadro se muestran los valores asignados a los rangos, la geoaptitud y el riesgo asociado, los cuales se correlacionan dentro del factor.

Cuadro 35. Clasificación de la geoaptitud y el riesgo, de acuerdo con la magnitud sísmica del cantón de Sarapiquí, Heredia.

RANGO DE MAGNITUD	GEOAPTITUD	RIESGO
< 4	5	Muy Bajo
4 – 6	4	Bajo
6 – 8	3	Moderado
8 – 10	2	Alto
> 10	1	Muy Alto

Fuente: Decreto Ejecutivo N° 32967-MINAE.

En el siguiente mapa se muestra el potencial sísmico local del cantón de Sarapiquí.



<p>Potencial de Sismicidad Local</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p> <p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CRTMUS) Elevación: WGS84 Datum: CGRS</p> <p>Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Desarrollador:</p> <p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de campo Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAHN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>NOTAS: Esta mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p> <p>Simbología</p> <table border="0"> <tr> <td> Poblados</td> <td> ASP</td> <td> RNH</td> </tr> <tr> <td> Red Vial</td> <td> AEE</td> <td> Estuario</td> </tr> <tr> <td> Mapa Catastral</td> <td> INDER</td> <td> Lacustre</td> </tr> <tr> <td> Diarribos</td> <td></td> <td> Palustre</td> </tr> </table> <p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2023 ELABORADO POR: </p>	Poblados	ASP	RNH	Red Vial	AEE	Estuario	Mapa Catastral	INDER	Lacustre	Diarribos		Palustre
Poblados	ASP	RNH													
Red Vial	AEE	Estuario													
Mapa Catastral	INDER	Lacustre													
Diarribos		Palustre													

Mapa 29. Potencial Sísmico Local del cantón de Sarapiquí, Heredia.

c) Amenaza por ruptura de falla en superficie

A continuación, se copila información de las fallas reconocidas dentro del cantón de Sarapiquí

Cuadro 36. Resumen de las fallas reconocidas del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Nombre	Ubicación	Rumbo predominante	Tipo de movimiento	Expresión superficial	Actividad	Sismicidad asociada
F. San Carlos	Parte de Guatuso	NW	?	Tenue	Cuaterna- ria?	?
F. Guápiles	Al pie del flanco norte de Cacho Negro	E-W	inverso?	moderada	Cuaterna- ria?	?

Fuente: Denyer, 2009, Montero et al., 2001 y www.cne.go.cr

En cumplimiento con el Decreto Ejecutivo N° 32967-MINAE del IFA, la información utilizada para la evaluación del factor de fragilidad ambiental de ruptura de falla en superficie es también evaluada. A esta se le asigna un valor numérico el cual se relaciona con el grado de certidumbre de los datos utilizados para la clasificación de fallas neotectónicas en el estudio, lo anterior se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 37. Valores de certidumbre para los criterios de identificación y análisis de fallas potencialmente activas del cantón de Sarapiquí, Heredia.

CRITERIOS	Muy Alto (5)	Alto (4)	Moderado (3)	Bajo (2)	Muy Bajo (1)
Fotointerpretación		X			
Geomorfológicos	X				
Geológicos			X		
Topográficos	X				
Sismológicos			X		
Geofísicos					
Paleosismicidad					
				SUMATORIA:	108

Fuente: Elaboración propia.

A partir del cuadro anterior y la metodología del IFA, cabe recalcar que la información base para dicho análisis, proviene de fuentes bibliográficas.

De acuerdo con el valor obtenido “108” la incertidumbre de la información disponible es baja; debido a la ausencia de estudios que cumplan con todos los criterios solicitados por el IFA, lo cual forman parte de las limitantes de este estudio.

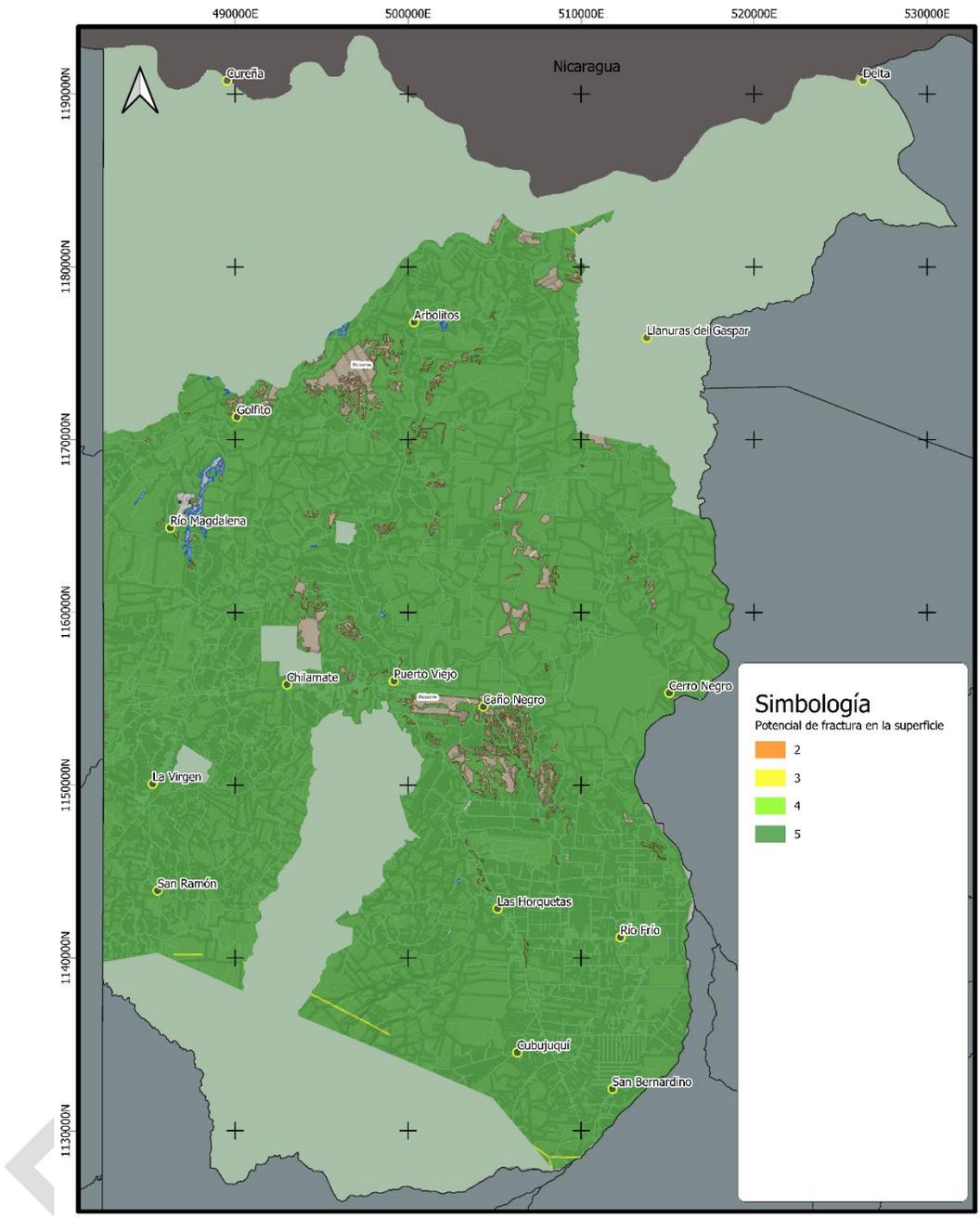
En el siguiente cuadro se muestra la prominencia de los rasgos evaluados.

Cuadro 38. Criterios utilizados para la caracterización de fallas y su prominencia, dentro y cercanas al cantón de Sarapiquí, Heredia.

Falla	CRITERIOS							Prominencia total
	Geológicos				Geomorfológicos	Sísmicos		
	Edad	Desplazamiento	Deformación verificada	Inestabilidad asociada	Morfologías asociadas	Asociados a traza de la falla	Magnitud máxima (Ms)	
F. San Carlos	Cuaternaria (Denyer et al., 2003)	Normal	-	Baja	Alineamiento	Si	-	
	1	2	1	2	3	2	3	14
F. Guápiles	Cuaternaria (Denyer et al., 2003)	Inverso	-	Moderada	Cambios de pendiente, escapes.	Si	-	
	1	1	1	3	2	1	1	10

Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente mapa se muestra el potencial de fractura de la superficie del cantón de Sarapiquí.



<p>Potencial de Fractura en la Superficie</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p> <p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CPTMUS) Eliptico: WGS84 Datum: CRS</p> <p>Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Desarrollador:</p> <p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SINIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de campo Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAHN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABLES. Toda responsabilidad es de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p>
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>	<p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> Pobladors Red vital Mapa Catastral Distritos ASP AEE INDER RNH Estuario Lacustre Pakustre <p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2023 ELABORADOR POR: INGEFOR</p>		

Mapa 30. Potencial de Fractura en Superficie del cantón de Sarapiquí, Heredia.

d) Potencial de licuefacción del terreno

La licuefacción es un fenómeno físico el cual requiere la presencia de sedimentos arenosos inconsolidados, agua y la ocurrencia de un sismo (o movimiento que aumente la presión de poro). Al darse un aumento en la presión de poro del material este pasa a comportarse como un líquido.

Para evaluar la posibilidad de licuefacción, se consideran las unidades con mayor espesor de suelo, donde es más probable dicho fenómeno.

Cuadro 39. Unidades donde la licuefacción es más probables del cantón de Sarapiquí, Heredia.

UNIDAD LITOPETROFISICA	COD.
Sedimentos inconsolidados recientes	A.1
Llanura aluvial Sarapiquí	A.2
Llanura aluvial Tambor	A.4
Pantanos	A.5

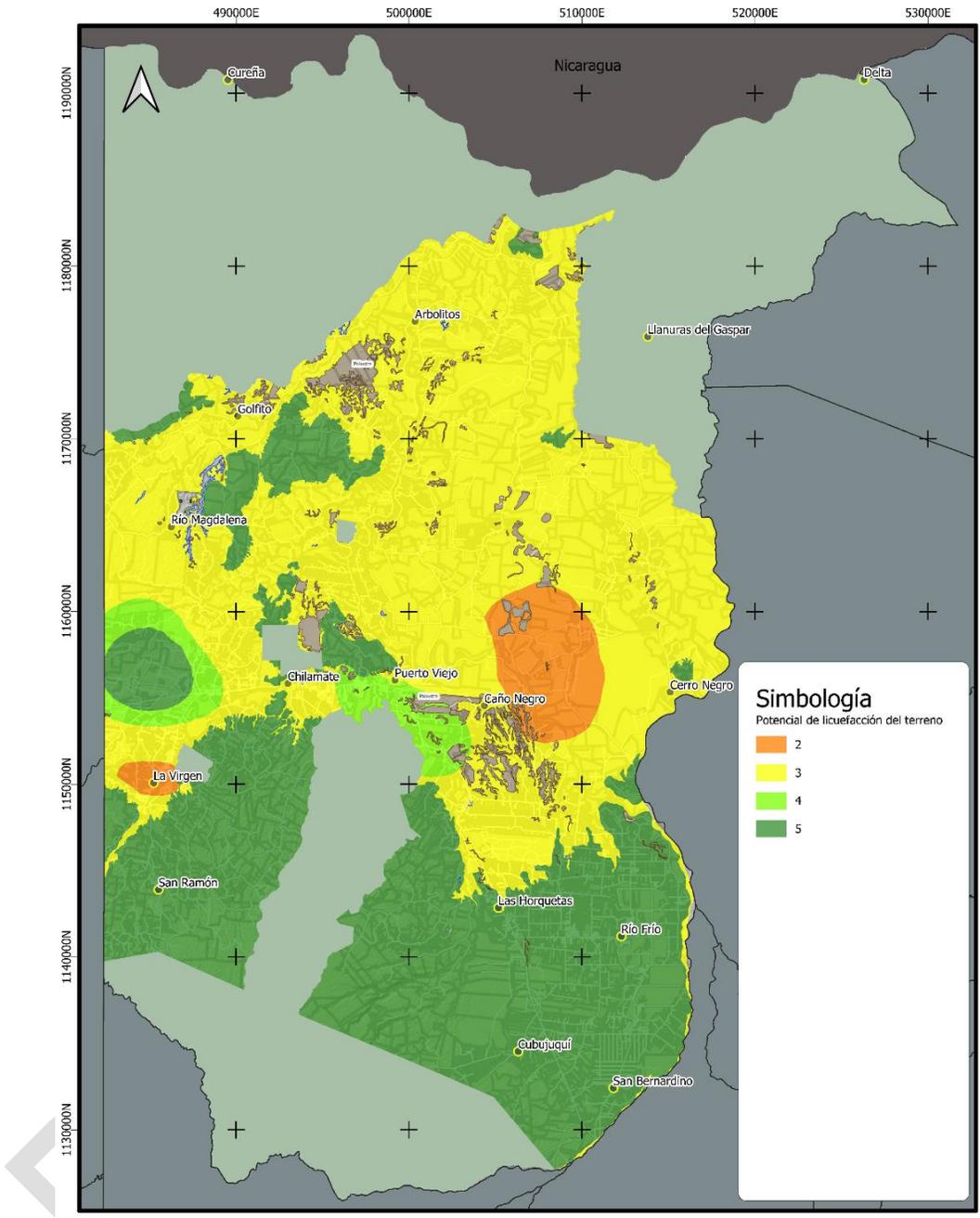
Fuente: Elaboración propia.

Según el espesor de suelo, se clasificó la unidad utilizando la profundidad del nivel estático de acuerdo con lo indicado en el Decreto Ejecutivo N° 32967-MINAE del IFA.

Cuadro 40. Valores utilizados para la evaluación de amenaza de licuefacción del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Profundidad del nivel estático.	Valor de geoaptitud (potencial de licuefacción)
0-2	1
2-4	2
4-6	3
6-8	4
8-10	5

Fuente: Decreto Ejecutivo N° 32967-MINAE.



Simbología
Potencial de licuefacción del terreno

- 2
- 3
- 4
- 5

<p>Factor Licuefacción</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p> <p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CR TM8) Eje norte: UTM Datum: CRS</p> <p>Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Desarrollador:</p> <p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de campo Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAHN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>NOTA: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABILIDAD de su autor ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p>
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>	<p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Poblados Red Vía Mapa Cobertura Distritos ASP AEE Estuario Lacustre RNH Palustre INDER <p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2023 ELABORADO POR: </p>		

Mapa 31. Factor Licuefacción del cantón de Sarapiquí, Heredia.

e) Amenaza volcánica

Generalidades

Los riesgos asociados a un evento volcánico son: deslizamientos, emanación de Gases, caída de bloques, lahares (se han presentado anteriormente por actividad del Volcán Rincón de la Vieja (www.cne.go.cr)).

106

Los edificios volcánicos ubicados en el cantón son las siguientes:

- **Volcán Cacho Negro**

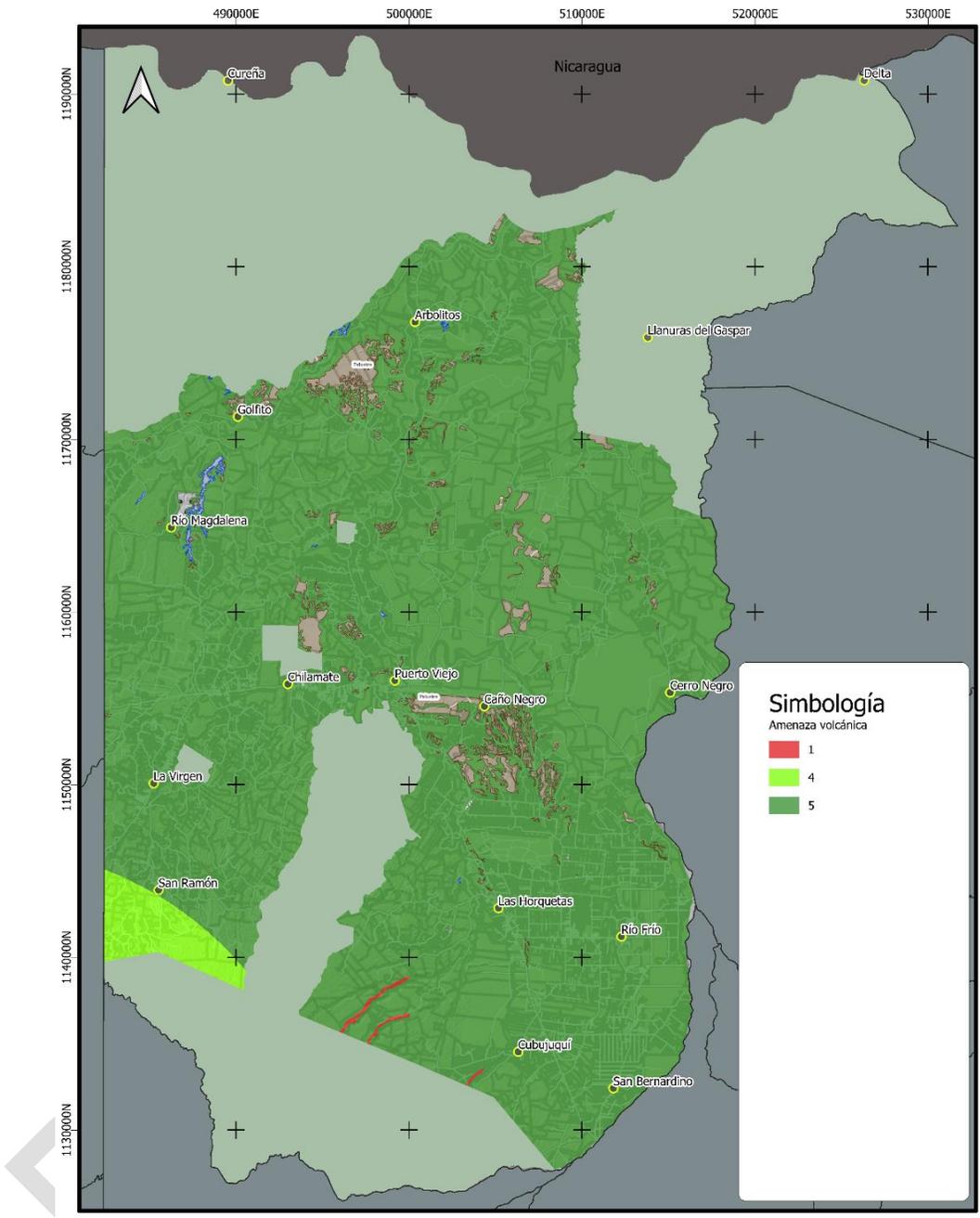
Antiguamente llamado volcán Arenales consiste en un estratovolcán de forma cónica que se encuentra unos 9 km al noroeste del volcán Barva. Este presenta restos de un cráter abierto con profundos barrancos. Presenta coladas prehistóricas con un esparcimiento radial, provenientes tanto de la cima y las laderas del volcán, como de conos parásitos. La composición de sus lavas son andesítico-basálticas. Su extensión es de 30 km² aproximadamente. No existen registro de actividad volcánica en los últimos cientos de años (Alvarado, 2008).

Elaboración del mapa de amenaza volcánica

Los resultados de este análisis aplican únicamente para las condiciones actuales y normales del volcán. Las acciones por tomar en casos particulares respecto a la actividad volcánica serán los entes encargados del monitoreo, quienes indican las medidas de seguridad de acuerdo con los cambios en el tipo de actividad.

El peligro volcánico varía en función de factores climáticos. Por ejemplo, las variaciones en intensidad y dirección del viento afectarían el alcance de los depósitos piroclásticos; esto dependerá también de la humedad atmosférica, a mayor humedad, los piroclastos tenderán a precipitar más rápidamente que en un ambiente seco, por lo cual los mismos podrían desplazarse mayores distancias. En épocas de mayor intensidad de lluvia son más factibles los flujos laháricos hacia los flancos del volcán y su drenaje por los cauces.

En el siguiente mapa se muestra la amenaza volcánica del cantón de Sarapiquí.



Simbología
Amenaza volcánica

- 1
- 4
- 5

<p>Amenaza Volcánica</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p>	<p>Desarrollador:</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p>
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>	<p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CRTPM5) Eliptica WGS84 Datum CRS</p> <p>Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de campo Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACA/N, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Control FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 25%;">● Poblados <li style="width: 25%;">■ ASP <li style="width: 25%;">■ RNH <li style="width: 25%;">■ Estuario <li style="width: 25%;">— Red Vital <li style="width: 25%;">■ AEE <li style="width: 25%;">■ Lacustre <li style="width: 25%;">— Mapa Catastral <li style="width: 25%;">● INDOR <li style="width: 25%;">■ Palustre <li style="width: 25%;">— Divisivo
			<p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2023 ELABORADO POR: </p>

Mapa 32. Amenaza Volcánica del cantón de Sarapiquí, Heredia.

f) Potencial afectación por Tsunamis en zonas marino – costeras

La metodología señala que el factor debe ser evaluado únicamente si el mismo se presenta adyacente al mar. Por lo tanto, este factor no es evaluado.

g) Amenaza por inundación

Según la Comisión Nacional de Emergencias (CNE), el periodo de recurrencia de inundaciones ha disminuido, y este ocurre por la falta de planificación urbana, desechos sólidos a los cauces y vacíos legales que regulen dicha situación (www.cne.go.cr).

Las zonas o barrios que pueden ser afectados y con alto riesgo por las inundaciones o avalanchas de los ríos y quebradas antes mencionadas se visualizan en el siguiente cuadro.

Cuadro 41. Zonas con alto riesgo de inundación o avalanchas de ríos y quebradas del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Río	Posibles zonas afectadas
Río Toro	Pangola, Mollejón, Golfito
Río Sucio	Colonias Victoria y Villalobos, Tapa Viento, La Rambla, Boca Sucio
Río Sarapiquí	San Miguel, Bosque la Virgen, B. Chilamate, Muelle, Boca Sucio, Ahogados, Sardinal, Las Medias, Arbolitos, Trinidad
Río Puerto Viejo	Horquetas, Tigre, Puerto Viejo
Río Chirripó	Fincas Bananeras, Tapa Viento, Playones
Río San Juan	Palo Seco, Trinidad

Fuente: www.cne.go.cr

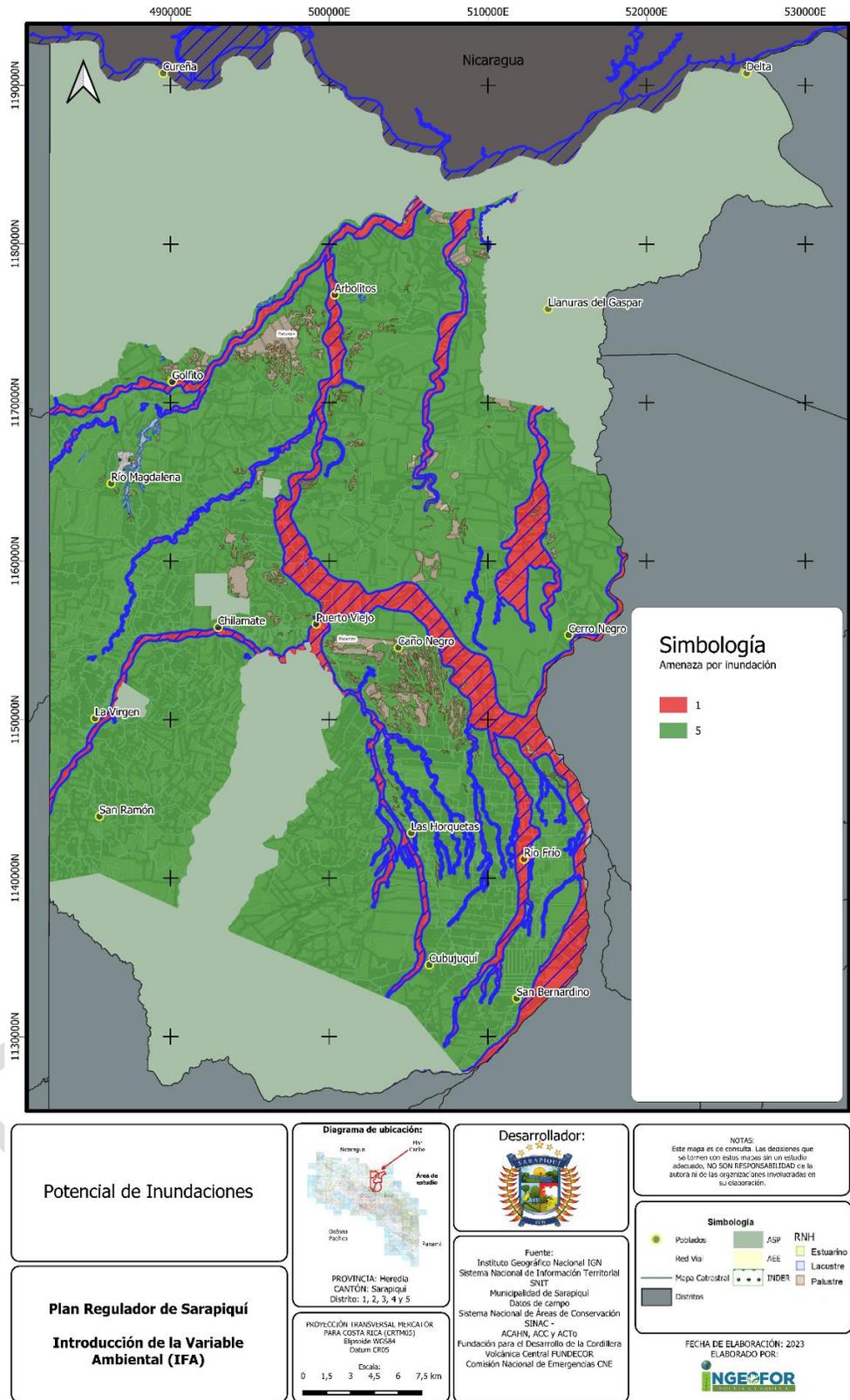
Para la evaluación de dicho factor se utiliza la metodología establecida en el Decreto Ejecutivo N° 32967-MINAE para la clasificación del potencial de inundación para el cantón.

Para esto se realiza una zonificación calculando las áreas cercanas a los cauces de los ríos principales utilizando los parámetros presentes en el siguiente cuadro.

Cuadro 42. Parámetros utilizados para la zonificación por amenaza de inundación del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Elevación sobre el cauce del río (m)	Peso del parámetro evaluado	Riesgo de inundación
0 – 2	1	Muy Alto
0 – 5	2	Alto
5 – 8	3	Medio
8 – 10	4	Bajo
10 – 15	5	Muy Bajo

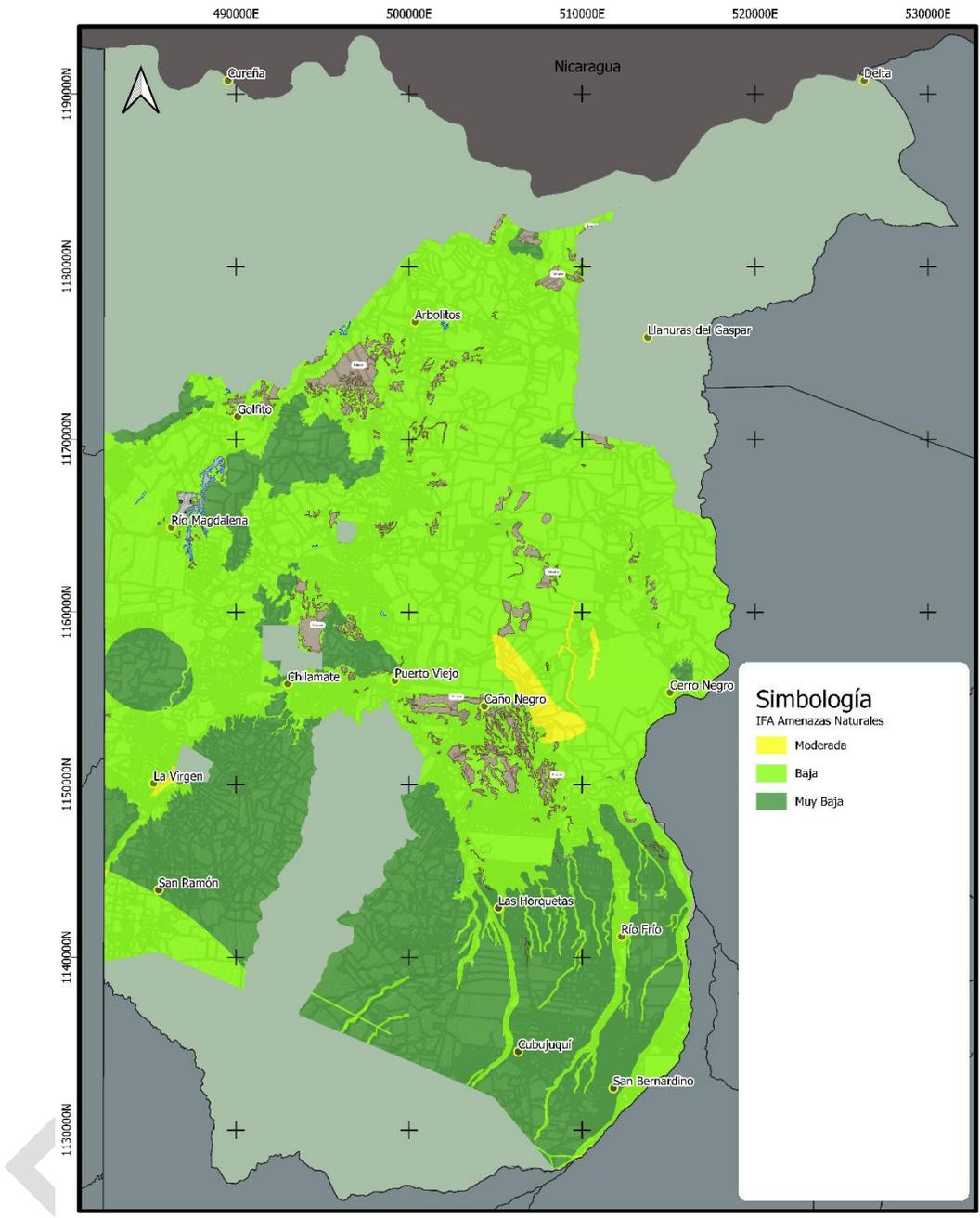
Fuente: Elaboración propia.



Mapa 33. Potencial de Inundación del cantón de Sarapiquí, Heredia.

La evaluación de dicho factor se realiza a partir de la superposición de los mapas: “potencial sísmico regional”, “potencial sísmico local”, “potencial de licuefacción”, “amenaza volcánica”, “potencial de fractura en superficie por falla geológica activa” y “potencial de inundación”. Se genera el mapa IFA- Amenazas Naturales, el cual zonifica la geopotitud del terreno en función del riesgo múltiple de amenazas naturales.

En el siguiente mapa se muestra el factor amenazas naturales del cantón de Sarapiquí.

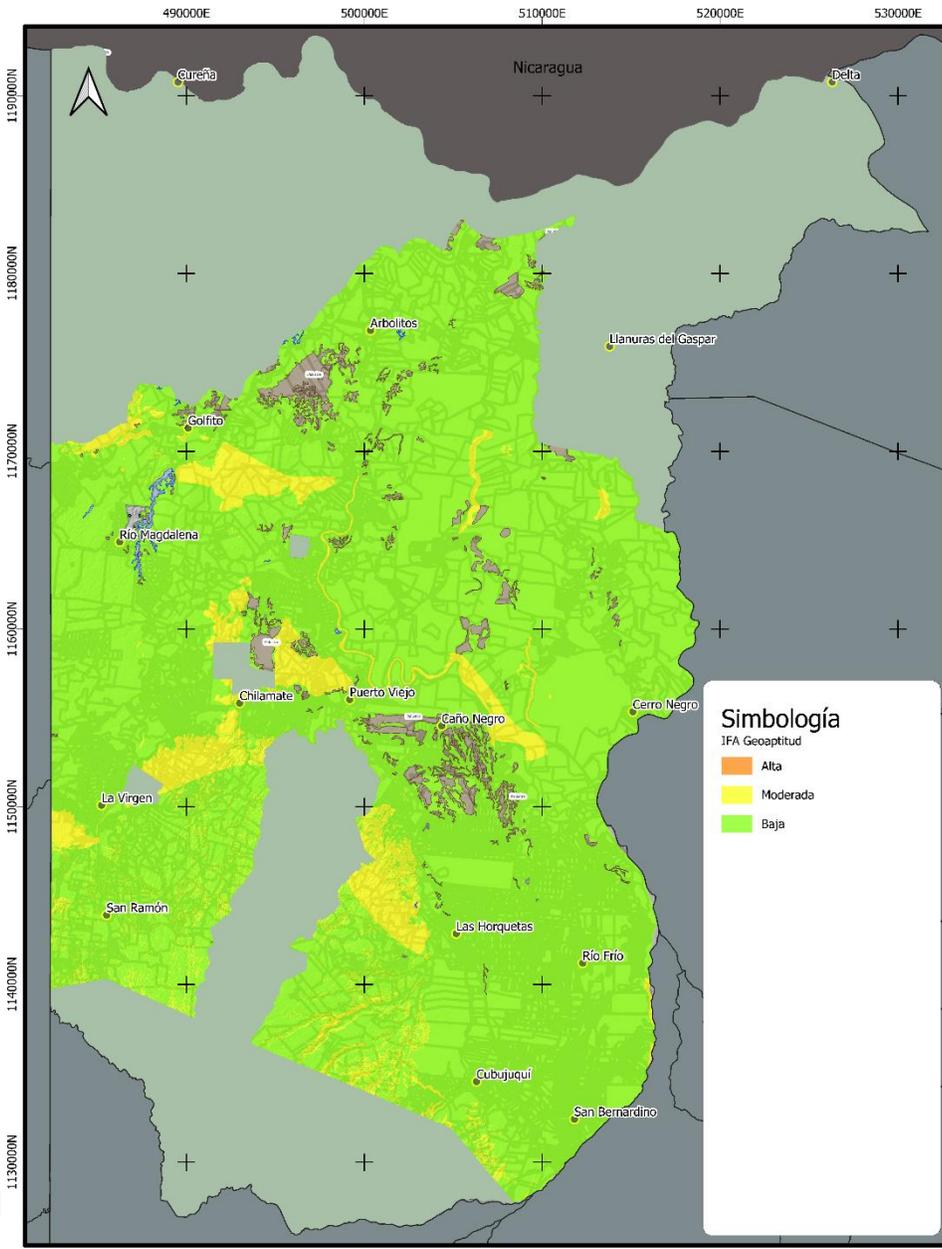


<p>Factor Amenazas Naturales</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p> <p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí DISTRITO: 1, 2, 3, 4 y 5</p>	<p>Desarrollador:</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p>												
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>	<p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CRTPM2) Escala: 1:50,000 Datum CR35</p> <p>Escalas: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de camino Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAHN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>Simbología</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>												
		<p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2024 ELABORADO POR: </p>													

Mapa 34. IFA Geoaptitud Amenazas Naturales del cantón de Sarapiquí, Heredia.

2.8. Geoaptitud Integrada

Finalmente, el Índice de Fragilidad Ambiental de Geoaptitud integrado (IFA Geoaptitud) es el producto de la combinación del IFA Litopetrofísica, IFA Geodinámica externa, IFA Hidrogeología, IFA Estabilidad de laderas e IFA Amenaza Naturales, expuestos anteriormente.



<p>IFA Geopotential Integrada</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p>	<p>Desarrollador:</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas a nivel de estudio subsiguiente, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p>												
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>	<p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distritos: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN: TRANSVERSAL MERCATOR PARA CORTA ESCALA (GUSTRO) Eliptoidal WGS84 Datum: CH1950</p> <p>Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de campo Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAIN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>Simbología</p> <table border="0"> <tr> <td> Poblados</td> <td> ASP</td> <td> RNH</td> </tr> <tr> <td> Red Vial</td> <td> AEE</td> <td> Estuario</td> </tr> <tr> <td> Mapa Catastral</td> <td> INDER</td> <td> Lacustre</td> </tr> <tr> <td> Distritos</td> <td></td> <td> Palustre</td> </tr> </table> <p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2024 ELABORADO POR: INGEFOR</p>	Poblados	ASP	RNH	Red Vial	AEE	Estuario	Mapa Catastral	INDER	Lacustre	Distritos		Palustre
Poblados	ASP	RNH													
Red Vial	AEE	Estuario													
Mapa Catastral	INDER	Lacustre													
Distritos		Palustre													

Mapa 35. IFA Geopotential Integrada del cantón de Sarapiquí, Heredia.

2.9. Potencialidades, incertidumbres y limitantes

En el siguiente cuadro se mencionan las limitantes del método utilizado, potencialidades de los resultados de las variables analizadas, así como recomendaciones.

Cuadro 43. Limitantes metodológicas

Limitantes metodológicas	Potencialidades	Recomendaciones
<p>La veracidad de los resultados queda sujeta a la calidad de la metodología presente en el Decreto Ejecutivo N° 32967-MINAE del IFA. Por lo que se sugiere siempre referencia a las capas intermedias.</p>	<p>Las unidades acuíferas presentes pueden ser aprovechables, siempre y cuando se tome en cuenta su vulnerabilidad intrínseca a la contaminación y la protección tanto de pozos, así como de las captaciones en uso y en desuso, así como los manantiales reconocidos que no sean aprovechados actualmente. En áreas estables dentro de esta zona, son aptas para el desarrollo urbanístico. Dentro de las zonas planas se encuentran lomas consistentes las cuales pueden ser más aptas para la construcción, las cuales no son reflejadas en la metodología, para esto se recomienda estudios específicos.</p>	<p>En todos los casos anteriores, se recomienda la elaboración de estudios técnicos detallados para la elaboración de cualquier obra pública o privada. Ya que los resultados de este estudio son de carácter general y la metodología no es la indicada para determinar la fragilidad ambiental de un sitio específico.</p>
<p>Los límites de las unidades definidas corresponden a trabajos previos, el comportamiento de las unidades puede ser transicional en los límites de las mismas.</p>	<p>Los límites de las unidades definidas corresponden a trabajos previos, el comportamiento de las unidades puede ser transicional en los límites de las mismas.</p>	<p>Además de tomar en cuenta la zonificación elaborada en el presente documento, es necesaria la regulación de construcciones de estructuras y viviendas, en las zonas que recurrentemente son inundadas. Así como el monitoreo de estas, ya que estas varían en el tiempo. En las comunidades normalmente afectadas, mantener un monitoreo técnico de los cauces cercanos, ya que el cambio en la morfología del cauce puede generar mayor erosión lateral del mismo entre otras. Así como de generar o fortalecer planes de emergencia en las zonas normalmente afectadas.</p>
<p>Los valores estimados en el campo son únicamente válidos para el sitio en el cual fue tomado. Se asume que dicho valor es representativo del área circundante, pero no excluye la posibilidad de la existencia de variaciones puntuales no observadas en los sitios visitados.</p>	<p>Los valores estimados en el campo son únicamente válidos para el sitio en el cual fue tomado. Se asume que dicho valor es representativo del área circundante, pero no excluye la posibilidad de la existencia de variaciones puntuales no observadas en los sitios visitados.</p>	<p>Controlar el envío de las aguas servidas, negras y desechos sólidos en los cauces, debido a la posible repercusión en la salud.</p>

<p>El análisis se limita a los datos disponibles brindados, en el tiempo de contratación, por lo tanto, no se evalúan datos de publicaciones posteriores o desconocidas, al momento del inicio del estudio y no a su conclusión</p>		<p>En el caso del capítulo de “estabilidad de laderas” no se evalúan los cortes de caminos y modificadores antrópicas del terreno. Los deslizamientos delimitados se consideran los principales, pero esto no excluye la posible presencia de otros más pequeños, o posteriores al presente estudio.</p>
<p>Los retrasos en la información solicitada, excedió el tiempo de contratación, por lo tanto, la escala del estudio es regional, pese que la escala de trabajo fue 1:25,000, y se elaboró con la información disponible subordinado al tiempo de entrega.</p>		<p>Se recomienda realizar estudios hidrogeológicos para determinar la zona de protección de pozos y manantiales.</p>

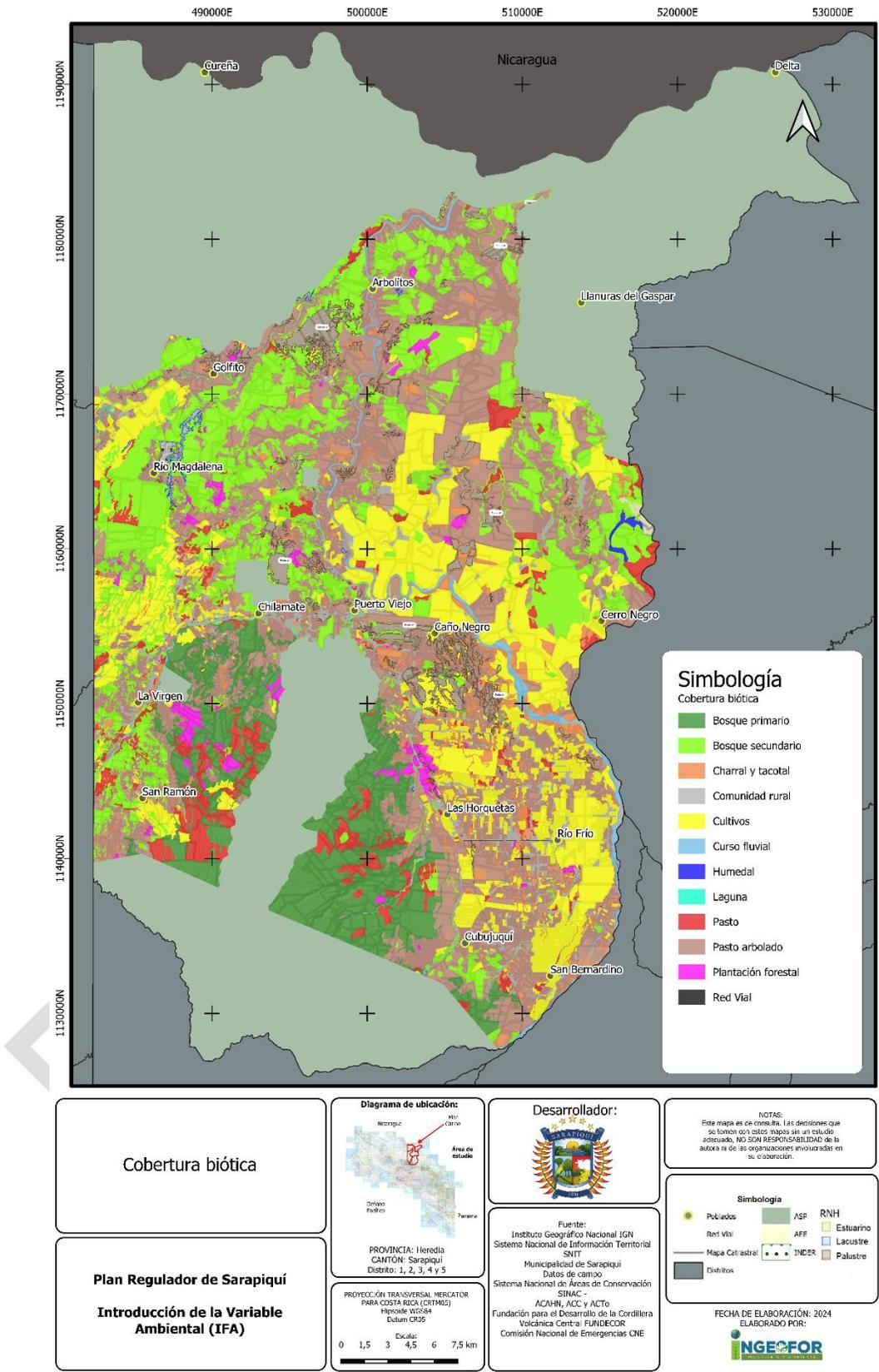
3. IFA BIOAPTITUD

El reglamento No. 32967, Manual de Instrumentos Técnicos para el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, parte III, sobre Planes Reguladores (2006) define la Bioaptitud como “La condición natural que tiene un espacio geográfico desde el punto de vista biológico, en particular, considerando la naturaleza y características de la cobertura vegetal que pueda estar presente, como base biotópica de soporte de un ecosistema dado, tomando en cuenta variables tales como zonación y conectividad biológica de los ecosistemas”. Por lo tanto, este apartado se basa en dicha definición para realizar el índice de fragilidad ambiental del cantón de Sarapiquí, Heredia.

3.1. Tipo de cobertura o usos del suelo desde el punto de vista biológico:

Las coberturas presentes en el cantón de Sarapiquí corresponden: bosque primario, bosque secundario, charral y tacotal, comunidad rural, cultivos, curso fluvial, humedal, laguna, pasto, pasto arbolado, plantación forestal y red vial.

En el siguiente mapa se puede observar la cobertura biótica del cantón de Sarapiquí.



Mapa 36. Cobertura biótica del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Bosque Primario: Son áreas en las que se observa una mayor representación de árboles, donde la aglomeración, forma un dosel cerrado, siendo en la mayoría de los casos muestras de bosques densos con altos procesos de conectividad fluidos de energía entre especies de flora y fauna.

Bosque Secundario: Las áreas de bosques secundarios corresponden a relictos de Bosque intervenido, que por alguna condición físico-geográfica del terreno los árboles no fueron cortados, o que han sido conservados.

Charral y Tacotal: Las áreas correspondientes a charrales y tacotales constituyen a un estado de recuperación de bosque, que cuenta con importante densidad en su sotobosque y destaca la presencia de especies colonizadoras.

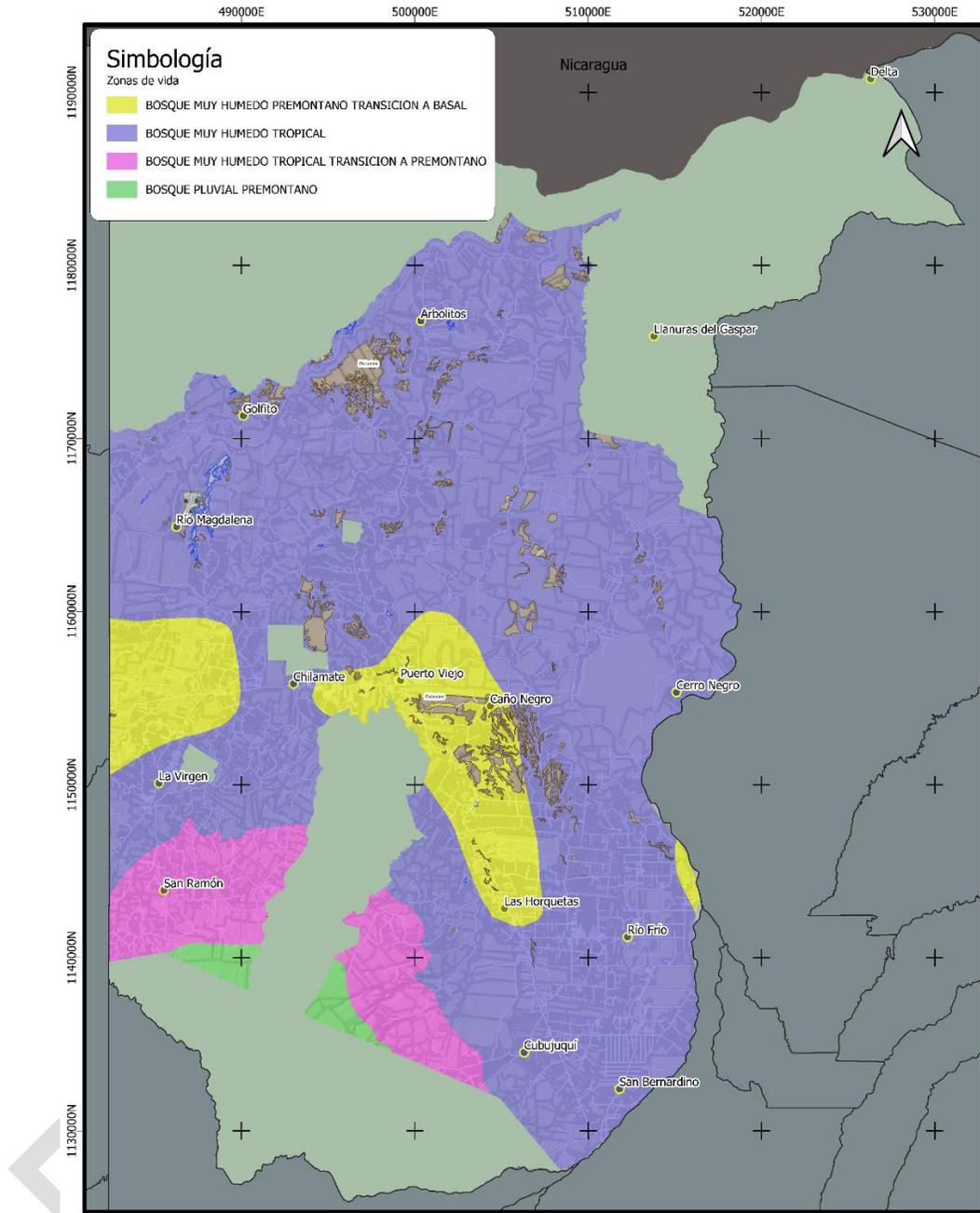
Plantación Forestal: Se definen estos espacios como áreas en los cuales se realizan cultivos de especies forestales, en el lugar de estudio y apoyado con la visita de campo se aprecian las especies *Tectona Grandis* o madera conocida popularmente como teca así como la especie *melina arbórea* o madera conocida popularmente como Melina

Humedal: Constituyen un ecosistema de gran importancia, son zonas con niveles freáticos superficiales temporales o permanentes.

Es importante resaltar que las categorías de áreas de protección absoluta por la legislación vigente como parques nacionales, reservas biológicas y humedales reportados en el Registro Nacional de Humedales del SNIT son áreas excluidas del área efectiva de estudio (AEE).

3.2. Zonas de Vida

Las Zonas de Vida de Holdridge es una de las metodologías más utilizadas para analizar la distribución de especies, dentro del cantón se encuentran cuatro zonas de vida, lo que indica diversidad de potenciales ecosistemas como se observa en el siguiente mapa.



Simbología
Zonas de vida

- BOSQUE MUY HUMEDO PREMONTANO TRANSICION A BASAL
- BOSQUE MUY HUMEDO TROPICAL
- BOSQUE MUY HUMEDO TROPICAL TRANSICION A PREMONTANO
- BOSQUE PLUVIAL PREMONTANO

<p>Zonas de vida</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p>	<p>Desarrollador:</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas son un estudio preliminar. NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p>
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>	<p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA LISTA RICA (LRTMIS) Eliquisse WGS84 Datum CRS84</p> <p>Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIT Municipalidad de Sarapiquí Diácos de campo Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAHN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> <li style="margin-right: 10px;"> Poblados <li style="margin-right: 10px;"> ASP <li style="margin-right: 10px;"> RNH <li style="margin-right: 10px;"> Estuario <li style="margin-right: 10px;"> Red Vial <li style="margin-right: 10px;"> AFF <li style="margin-right: 10px;"> Lacustre <li style="margin-right: 10px;"> Masa Catastral <li style="margin-right: 10px;"> TNDPR <li style="margin-right: 10px;"> Palustre <li style="margin-right: 10px;"> Distritos
<p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2023 ELABORADO POR: </p>			

Mapa 37. Zonas de Vida del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Bosque muy húmedo tropical transición a Premontano: El bosque muy húmedo tropical transición a Premontano (bmh-T12). Su altitud va de los 300 a los 600 m. abarcando las comunidades de Pozo Azul, Ángeles, San Ramón y San José Sur, donde predominan los pastos, mientras que en las áreas no pobladas la cobertura es de bosque primario y secundario. Su precipitación promedio anual va de los 4000 a 8000 mm y su temperatura ronda entre los 24° y 30°.

Bosque muy húmedo tropical: el bosque muy húmedo tropical (bmh-T). Su altitud va de los 300 a los 0 m., abarcando las áreas más pobladas de Sarapiquí; las comunidades de Gavilán, La Virgen, Chilamate, Santa Delia, Tres Rosales, El Progreso, Boca Sardinal, Arbolitos, Boca Sarapiquí, Copalchi, El Coyol, Las Orquídeas, La Colonia, Los Lirios, Las Marías, San Julian, Finca Guayacan, El Palmar, La Rambla, Tapa Viento, Finca 1, Finca 2, Finca 3, Finca 5, Finca 4, Finca 6, Finca 7, Finca 8, Finca 10, Finca 11, Colonia Victoria, Colonia Villalobos, Zona Chirripó, Nazaret, Colonia Huetar, Colonia Esperanza, Cubujuqui Sector A, Río Costa Rica, San Bernardino y Santa Clara en donde predominan los pastos y cultivos mientras que en las áreas no pobladas la cobertura es de manglar, bosque primario y secundario. Su precipitación promedio anual va de los 4000 a 8000 mm y su temperatura ronda entre los 24° y 30°.

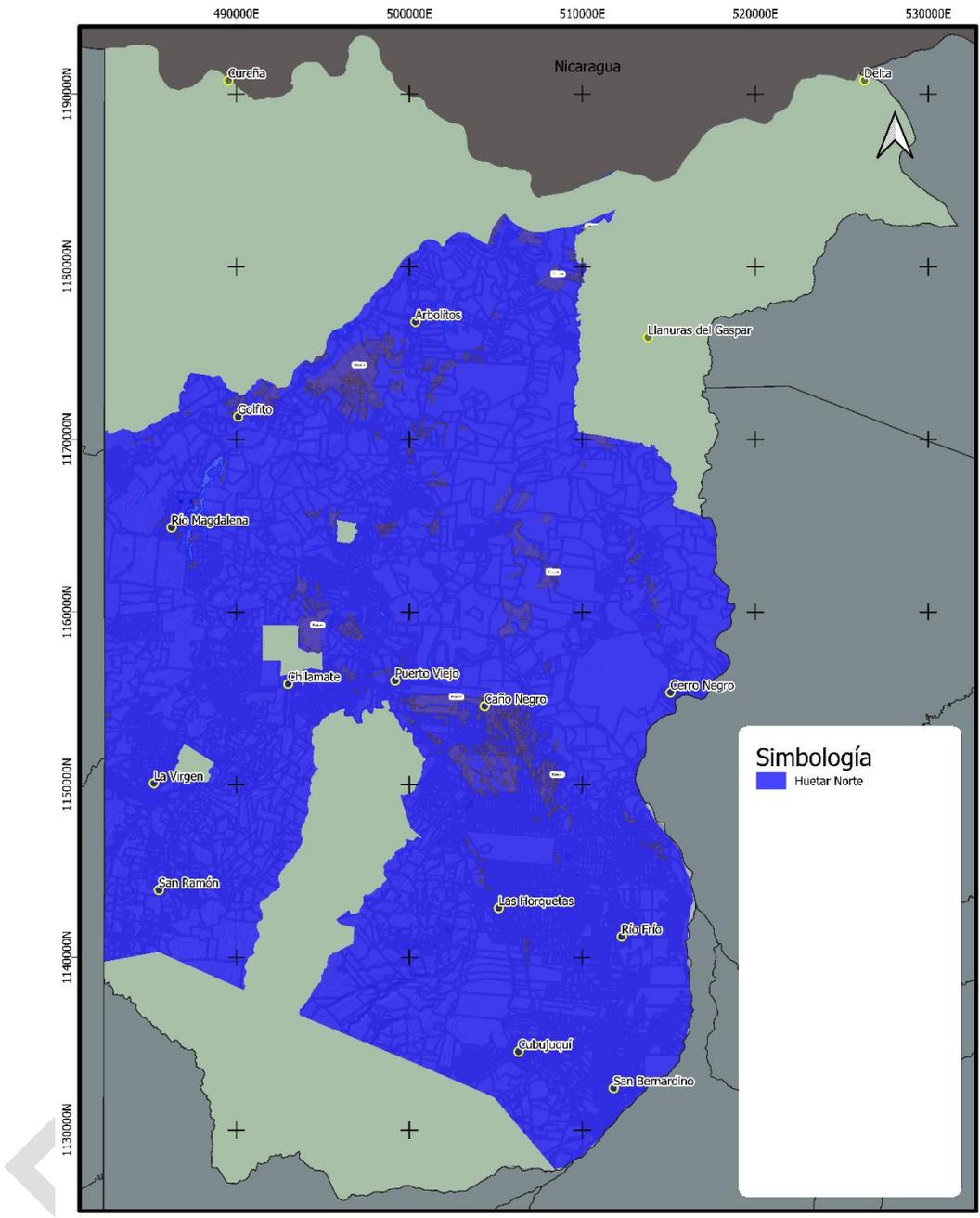
Bosque muy húmedo premontano transición a basal: Bosque muy húmedo premontano transición a basal (bmh-P6), su altitud ronda los 100 m. y abarca los poblados de Bajos de Chilamate, El Roble, Llano Grande, Finca Orilla, Finca Palmita, Cristo Rey, Guaria, Tigre y el centro de Puerto Viejo, predominan los cultivos y pastos en menor proporción. Su precipitación promedio anual va de los 4000 a 8000 mm y su temperatura ronda entre los 18° y 24°.

Bosque pluvial premontano: En esta Zona de Vida, el bosque pluvial premontano (bp-P). Su altitud va de los 600 a los 1500 m. abarcando gran parte de bosque primario y secundario, sin presencia de comunidades. Su precipitación promedio anual ronda los 8000 mm y su temperatura ronda entre los 24° y 30.

3.3. Áreas protegidas establecidas formalmente por la legislación y según las categorías de manejo establecidas en la Ley Orgánica del Ambiente y Áreas con potencial como corredores biológicos:

3.3.1. Áreas de Conservación

El Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) establece dentro del cantón de Sarapiquí tres grandes áreas de conservación, tal como se muestra en el siguiente cuadro, las cuales son: son: el Área de Conservación Arenal Huetar Norte (ACAHN), Área de Conservación Cordillera Volcánica Central (ACVC) y Área de Conservación Tortuguero (ACTo). Sin embargo, dentro del AEE, únicamente se encuentra el Área de Conservación Huetar Norte.



Área De Conservación Huetar Norte

Plan Regulador de Sarapiquí
Introducción de la Variable Ambiental (IFA)

Diagrama de ubicación:

PROVINCIA: Heredia
 CANTÓN: Sarapiquí
 Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5

PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CRTPM2)
 Héroe de los Rios
 Datum CR35

Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km

Desarrollador:

Fuente:
 Instituto Geográfico Nacional IGN
 Sistema Nacional de Información Territorial SNIT
 Municipalidad de Sarapiquí
 Datos de camino
 Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAHN, ACC y ACTO
 Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central: FUNDECOR
 Comisión Nacional de Emergencias CNE

NOTAS:
 Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.

Simbología

	Poblados		ASP		RNH
	Rest Vial		AFF		Estuario
	Mapa Catastral		INDER		Lacustre
	Distritos				Palustre

FECHA DE ELABORACIÓN: 2024
 ELABORADO POR:

Mapa 38. Áreas de Conservación del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Cuadro 44. Áreas de Conservación dentro del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Área de Conservación	Hectáreas
Cordillera Volcánica Central (ACCVC)	153 867,6
Arenal- Huetar Norte (ACAHN)	36 920,7
Tortuguero (ACTo)	23 862

Fuente: Equipo Consultor UNA.

a) Área de Conservación Arenal Huetar Norte (ACAHN)

Se encuentra en la parte norte del país y se extiende desde el Río Las Haciendas en Upala hasta el Río Sarapiquí en la Virgen de Sarapiquí (Zona inalienable Refugio Nacional de Vida Silvestre Corredor Fronterizo). Limita al norte con Nicaragua. En la parte oeste colinda con la Cordillera del Guanacaste y al este con el río Sarapiquí y con el río Toro Amarillo. Al sur colinda con el cantón de Naranjo.

El ACA-HN protege y conserva recursos sobresalientes como: el bosque húmedo, el pluvial montano; los ecosistemas para la investigación biológica, los humedales (que son refugio, alimentación y reproducción de especies silvestres), los recursos hídricos, de gran importancia para la Zona Norte en la producción de energía hidroeléctrica y de consumo humano, los rasgos geomorfológicos como: focos volcánicos activos e inactivos, etc.; además, en las áreas silvestres protegidas habita la lapa verde. (SINAC 2014)

Dentro de esta área de conservación ACAHN se encuentran las siguientes áreas silvestres protegidas:

- Refugio Nacional de Vida Silvestre Corredor Fronterizo

Se crea mediante el Decreto Ejecutivo No. 22962 MIRENEM, del 15 de febrero de 1994. Comprende toda la franja fronteriza desde el Río Las Haciendas en Upala, hasta el Río Sarapiquí en una faja con un ancho de 2 kilómetros, entre los cantones de Upala, Los Chiles, San Carlos y el distrito dos de la Virgen del Cantón de Sarapiquí. Tiene una extensión de 38.954 hectáreas.

Este refugio durante mucho tiempo se estuvo aprovechando mediante contratos de arriendos, ya que antes las tierras pertenecían al Instituto de Desarrollo Agrario (IDA, anteriormente ITCO), donde se utiliza el terreno con fines básicamente agrícolas y ganadería.

También, en este lugar la tala indiscriminada redujo la zona boscosa a niveles críticos, consecuentemente se le ha dado protección para que se recupere y pueda conservar todos sus ecosistemas. Esta zona es un importantísimo corredor biológico entre el Área de Conservación Tortuguero, los humedales Tamborcito, Maquenque y el Refugio Nacional de Vida Silvestre Caño Negro. (SINAC 2014)

- Refugio Nacional de Vida Silvestre Mixto Maquenque (RNVSM Maquenque)

Mediante el Decreto 32405-MINAE, en la zona norte del país es de trascendental importancia como núcleo del Corredor Biológico San Juan-La Selva, el cual permite la conexión de los ecosistemas de Costa Rica y Nicaragua, parte importante del Corredor Biológico Mesoamericano. Tiene una extensión de 51.855 hectáreas.

La zona central de la cuenca del Río San Juan, sobre la margen derecha es donde se ubica el territorio propuesto para el RNVSM Maquenque y su zona de influencia inmediata.

En Río San Juan se da el desaguadero del Lago Cocibolca (Lago Nicaragua) y es parte esencial de la gran cuenca internacional Lago Cocibolca-Río San Juan. El RNVSM Maquenque es parte esencial y puente necesario del corredor biológico San Juan-La Selva.

El RNVSM Maquenque se encuentra localizado en los cantones de San Carlos y Sarapiquí, al Norte de las provincias de Alajuela y Heredia, respectivamente. Para su ubicación espacial se emplean cinco hojas cartográficas del Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica, a escala 1:50,000, Infiernillo, Tres Amigos, Cutris, Chaparrón y Trinidad.

El área presenta un relieve muy heterogéneo, se compone de cerros de mediana altitud, lomas de pendientes suaves, planicies inundables, humedales, caños y lagunas. Las quebradas son por lo general de corta longitud; en los sitios de topografía irregular y en las planicies estas no fluyen normalmente, por lo que se encharcan formando áreas de humedales. Durante los periodos de lluvias estos sitios se transforman en lagunas estacionarias.

b) Área de Conservación Cordillera Volcánica Central (ACVC)

Esta Área de Conservación está localizada en el centro del país, conformada casi en su totalidad por la Cordillera Volcánica Central. Resguarda 25 áreas silvestres protegidas.

Presenta una gran diversidad de ecosistemas naturales originados por la variedad de climas, altitudes y topografía irregular.

Además, ostenta más de 250.000 ha de bosques, los cuales cumplen un rol fundamental en la protección del recurso hídrico, básicos para el desarrollo humano y socioeconómico de las urbes que la habitan. Administrativamente está establecida por una Sede Regional y 15 Unidades Funcionales, siete son áreas silvestres protegidas y ocho Oficinas.

- Parque Nacional Braulio Carrillo

Fecha de creación: 15 de abril de 1978

Extensión: 47586 Ha.

Altitud: Desde 36 m.s.n.m. a 2906 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

Temperatura promedio: De 2°C a 24°C
Precipitación Promedio: 2500 mm a 5734 mm

El Parque se creó mediante decreto ejecutivo N° 8357-A y ratificado por la Ley N° 6280 del 14 de noviembre de 1978 el nombre de Braulio Carrillo en honor al tercer jefe de estado que gobierno Costa Rica entre los años 1837 y 1842. En Quebrada González es característico el bosque tropical húmedo con su gran diversidad de flora y fauna, el visitante puede visitar el Sendero Las Palmas y además disfrutar del mirador al Río Sucio, desde el Sendero El Ceibo.

124

En el Volcán Barva sobresalen las lagunas de origen volcánico, los robledales y el bosque nuboso en diferentes estratos de sucesión. En esta área se pueden observar aves como el Quetzal y el Pájaro Campana. Cuenta además con miradores naturales y 10 kilómetros de senderos para el disfrute del turista.

c) Área de Conservación Tortuguero (ACTo)

Ubicada en la región noreste del país en el litoral Caribe, se caracteriza por la presencia de cordones litorales, alta precipitación, lagunas, caños y pantanos.

El Parque Nacional Tortuguero es conocido como el pequeño Amazonas, por contener la muestra más grande de bosque húmedo tropical protegido. Se puede recorrer los diversos canales y ríos de la zona, observar la flora y fauna, conocer el desove de las tortugas marinas. Las aves son abundantes conociéndose aproximadamente 309 especies, entre ellas: la lapa verde (*Ara ambigua*), la gallina de monte (*Tinamus major*), el pavón, tucanes, gavilanes, etc.

Los recursos sobresalientes para la protección son la flora y fauna acuática silvestre, con presencia de una tercera parte de las especies en peligro de extinción. Fue creado en 1975.

Se encuentra ubicado en la región del Caribe costarricense, 80 km al norte de la ciudad de Limón. Uno de los motivos de su creación, promovida por el herpetólogo Archie Carr II, ya fallecido, fue la protección de la tortuga verde (*Chelonia mydas*), ya que esta es el área de desove más importante en el Caribe occidental.

Además, Tortuguero es una zona de gran importancia por su remanente de bosque tropical muy húmedo, que hace apenas 50 años cubría prácticamente la totalidad del noreste de Costa Rica.

El Parque Nacional Tortuguero (PNT) abarca una extensión de 26.156 hectáreas en su parte terrestre y alrededor de 50.160 hectáreas de zona marina (creada para proteger las tortugas en el mar). En esta área predomina el bosque tropical muy húmedo, con una temperatura promedio anual de 26°C y una precipitación anual que oscila entre 4.500 y 6.000 mm.

Abundan los ríos, canales y lagunas, que son utilizados tanto por los pobladores como por los turistas para navegar por el parque. Estas vías de navegación sirven como ventanas a través de las cuales puede admirarse la exuberante flora y fauna del lugar, convirtiendo la travesía en una maravillosa experiencia para los amantes de la naturaleza.

En el PNT existe una biodiversidad muy alta. En él podemos encontrar más de 400 especies de árboles y alrededor de 2.200 especies de otras plantas, gracias a la gran variedad de ambientes presentes, entre ellos los siguientes: la vegetación costera típica del Caribe, con especies como la uva de playa y el icaco. También es común la palma de coco, una especie originaria de la India. Detrás de la franja costera arenosa crece el bosque sobre terrenos inundados o pantanosos. Allí es común encontrar árboles como el sangrillo, el cativo, el gavilán y el poponjoche.

En las zonas inundables crece la palma de yolillo, que llega a formar bosques puros conocidos como yolillales. En lugares con aguas más profundas se encuentra vegetación flotante, principalmente el lirio y los helechos acuáticos. En áreas con suelos no inundables, como en Lomas de Sierpe, con alturas de hasta 311 m.s.n.m; crece el majestuoso Bosque Tropical Muy Húmedo, en el que la precipitación anual promedio es cercana a los 5.000 mm. Este bosque tiene una extraordinaria diversidad de flora; entre los árboles más característicos podemos observar el pilón, el canfín, y el jícara de montaña.

En el parque existe una gran variedad de fauna, que incluye mamíferos en peligro de extinción, tales como el jaguar, el manigordo, la danta (que es el animal más grande de las selvas tropicales de América), en manatí, el toluco, el perezoso y tres especies de monos, entre otros.

Además, hay 405 especies de aves, aproximadamente la mitad de las que hay en Costa Rica, y más de las que pueden encontrarse, por ejemplo, en todo el territorio europeo. Esta diversidad se repite en los anfibios y reptiles, en los peces y en los insectos. Uno de los principales atractivos del Parque es el desove de las tortugas marinas, y en especial la tortuga verde.

Las cuatro especies que se reproducen en el Caribe y que llegan a desovar a las playas del PNT son: la tortuga baula, que es la más grande de las tortugas marinas, la tortuga verde, que es la segunda en tamaño, la caguama o cabezona y la tortuga carey, que es la de menor tamaño y muy perseguida pues con su caparazón se elaboran artesanías, por lo que se insta a no comprar artículos de carey.

3.3.2. Áreas Protegidas

En el siguiente cuadro se muestra las áreas silvestres protegidas que se encuentran en el cantón de Sarapiquí:

Cuadro 45. Áreas Protegidas del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Categoría	Nombre
PN	Braulio Carrillo
RF	Cord.Volc.Central
RVS	Corredor Fronterizo (Estatal)
RVS	Barra del colorado (mixto)
RVS	Tirimbina (Privado)
RVS	Nogal (Privado)
RVS	Maquenque (Mixto)
ZP	La Selva

Fuente: Equipo Consultor PPS-UNA.

El Parque Nacional Braulio Carrillo, una de las áreas protegidas más grandes del país, se extiende desde el Alto de La Palma, al norte de Moravia hasta Puerto Viejo, la cabecera del cantón de Sarapiquí enlazándose por medio de la Zona protectora La Selva. La Reserva Forestal de la Cordillera Volcánica Central también presenta parte de su alcance en el territorio del cantón de Sarapiquí, específicamente en la parte sur, en las zonas inmediatas al parque Nacional.

Sarapiquí presenta en su territorio 5 Reservas de Vida Silvestre. El Corredor Fronterizo Norte, el Refugio Mixto Barra del colorado, La Tirimbina, Nogal y el Refugio Mixto Maquenque. El Corredor Fronterizo cumple una función estratégica de unión de la reserva Indio Maíz en Nicaragua con las áreas de protección del territorio nacional, además de Sarapiquí, el territorio del área de protección comprende los cantones de La Cruz, Upala, Los Chiles, y San Carlos en Alajuela, además del cantón de Pococí en Limón. La Reserva de Barra del colorado comprende a su vez parte del territorio de la Provincia de Limón y limita al este con el Mar Caribe. Las reservas de La Tirimbina y Nogal son privadas y se encuentran en los distritos de La Virgen y Puerto Viejo respectivamente, la última se crea con el objetivo de establecer un corredor biológico enlazado a la Zona Protectora La Selva, área ubicada en el mismo distrito.

3.4. Categorías de Manejo Áreas de Protección

En el siguiente cuadro se muestran las categorías de manejo de las áreas silvestres protegidas del cantón de Sarapiquí, Heredia.

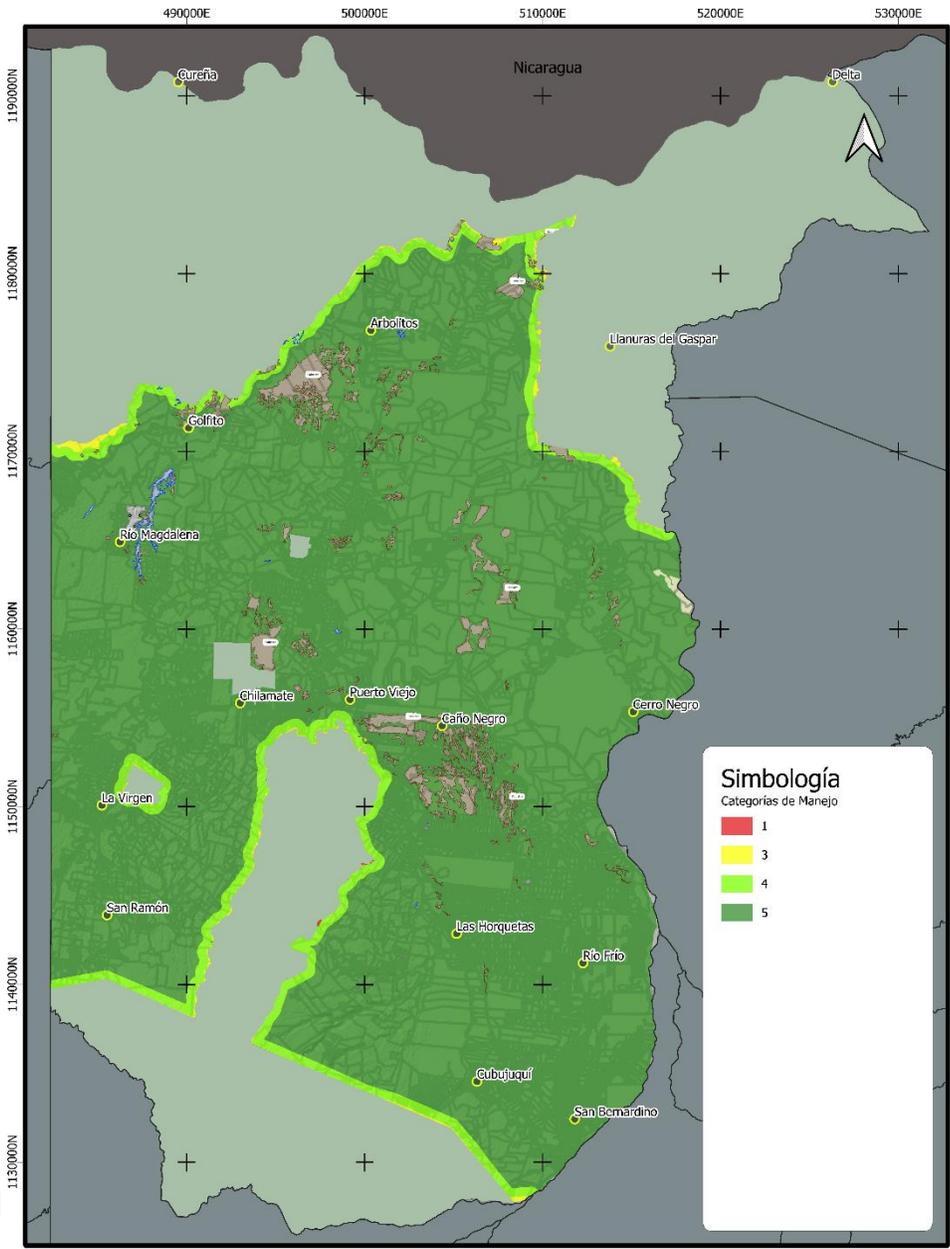
Cuadro 46. Categorías de Manejo en Áreas de Protección del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Categoría	Hectáreas
Parque Nacional	17 205
Refugio Nacional de Vida Silvestre	59 907
Zona Protectora	2 444
Reserva Forestal	6 292

Fuente: Equipo Consultor PPS- UNA.

Todas las áreas protegidas definidas por el SINAC tienen categorías de manejo, donde en base a estas categorías se pueden o no desarrollar diferentes actividades productivas, comerciales, turísticas o se prohíbe todo tipo de actividad humana. La Reserva de Vida Silvestre representa el 70% del territorio, seguido por La categoría de Parque Nacional con un 20%, la categoría de Reserva Forestal un 7% y la categoría menor representada encontramos las zonas de Protección con un 3%

En el siguiente mapa se muestran las categorías de manejo del AEE.



<p>Categorías de Manejo</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p> <p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5</p>	<p>Desarrollador:</p> <p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de campo Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACANU, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDE-COR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las secciones que se tienen con estos mapas son un estudio preliminar, NO SON REPRESENTATIVAS de la acción ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p>												
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>	<p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COASTA (ICG-CR102) Eje X: WGS84 Eje Y: UTM Datum: CR85</p> <p>Escala: 1:45,000</p>	<p>Simbología</p> <table border="0"> <tr> <td> Poblados</td> <td> ASP</td> <td> RNH</td> </tr> <tr> <td> Red Vial</td> <td> AFF</td> <td> Estuario</td> </tr> <tr> <td> Mapa Catastral</td> <td> INCER</td> <td> Lacustre</td> </tr> <tr> <td> Distritos</td> <td> Palustre</td> <td></td> </tr> </table>	Poblados	ASP	RNH	Red Vial	AFF	Estuario	Mapa Catastral	INCER	Lacustre	Distritos	Palustre		<p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2024 ELABORADO POR: </p>
Poblados	ASP	RNH													
Red Vial	AFF	Estuario													
Mapa Catastral	INCER	Lacustre													
Distritos	Palustre														

Mapa 39. Categorías de manejo en las Áreas Protegidas del cantón de Sarapiquí, Heredia.

3.5. Corredores Biológicos

En el territorio comprendido por el cantón de Sarapiquí encontramos el corredor Biológico establecido que es: el corredor Biológico San Juan- La Selva del cual una importante cantidad del territorio de Sarapiquí forma parte y el Corredor biológico Fronterizo (establecido por el SINAC) al Norte del Cantón.

El Corredor Biológico San Juan-La Selva (CBSS) se ubica al norte de las provincias de Heredia y Alajuela, abarca parte de los cantones de Sarapiquí y San Carlos.

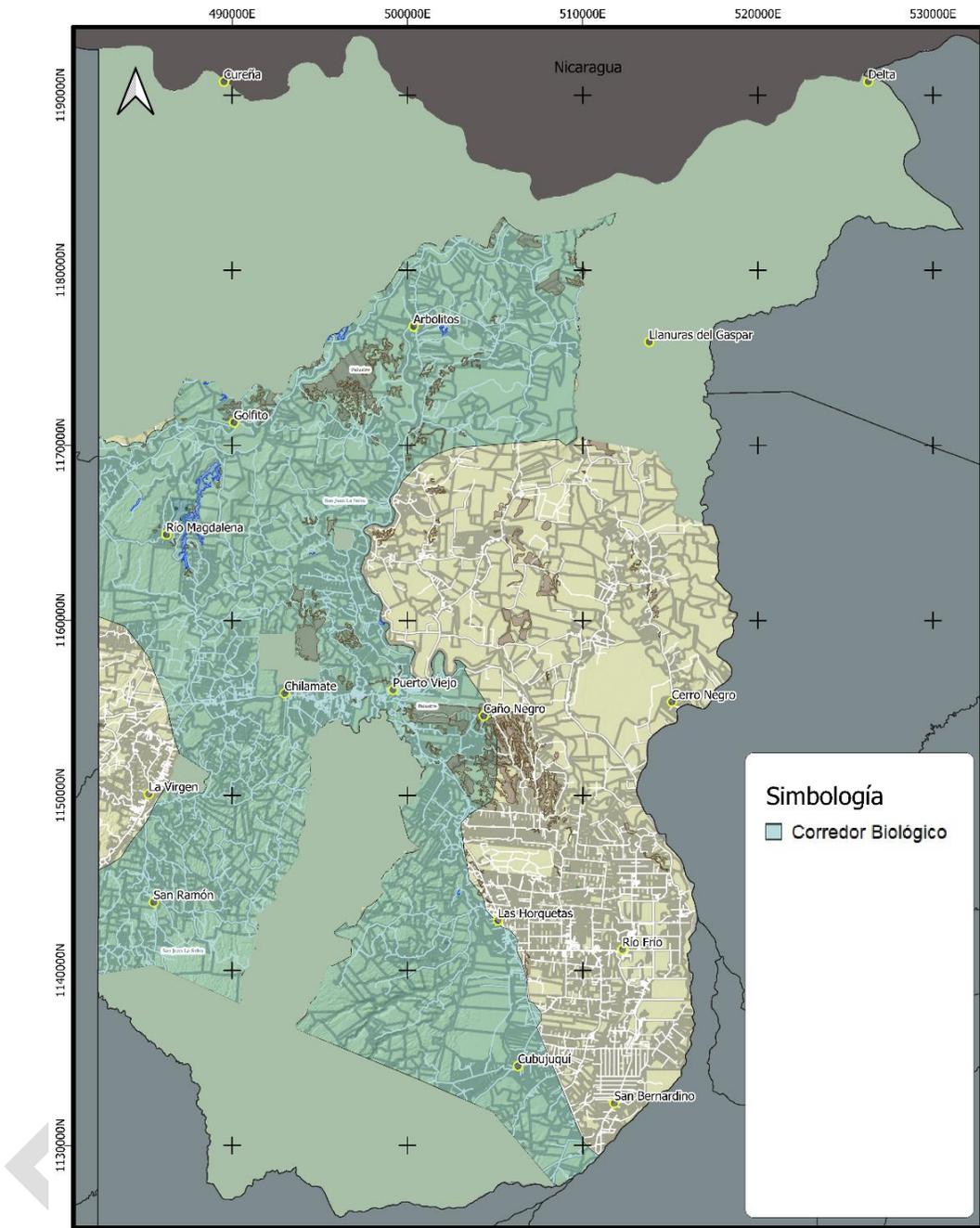
Administrativamente, incluye a las Áreas de Conservación Cordillera Volcánica Central y Arenal Huetar Norte. De igual forma existe conectividad con el Refugio Nacional de Vida Silvestre Barra del Colorado y el Parque Nacional Tortuguero del Área de Conservación Tortuguero. El CBSS tiene una extensión de 246,608 hectáreas y es posible encontrar 16 pueblos importantes, más de 30 poblaciones y algunas pequeñas comunidades sobre los márgenes de los principales ríos (Chassot y Monge 2002; Chassot et ál. 2005).

Este Corredor Biológico se caracteriza por su excepcional diversidad biológica, la cual refleja la situación biogeográfica general de Centroamérica. La flora y fauna es el resultado de la confluencia de las zonas Neotropical y Neártica, además, presenta marcadas diferencias por su amplio rango altitudinal. Este va desde los 30 m.s.n.m. hasta los 3,000 m.s.n.m; generando gradientes de temperatura, diferentes regímenes de precipitación y variaciones en los tipos de suelos que generan a su vez una rica gama de hábitats (OEA/PNUMA 1997).

Se reportan más de 6,000 especies de plantas vasculares, con un número significativo de endemismos. Se estima que alberga 139 especies de mamíferos, 515 de aves, 135 reptiles y 80 anfibios. Los sectores de Curtis y Curreña contienen los índices de biodiversidad arbórea más altos para el país, hasta 110 especies de árboles por hectárea (Chassot y Monge 2002; Chassot).

Los sectores de Curtis y Curreña contienen los índices de biodiversidad arbórea más altos para el país, hasta 110 especies de árboles por hectárea (Chassot y Monge 2002; Chassot).

En el siguiente mapa se observa el corredor biológico San Juan-La Selva.



<p>Corredor Biológico San Juan La Selva</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p>	<p>Desarrollador:</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p>																								
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>	<p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí DISTRITO: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CRTPMUS) Eje X de WGS84 Datum CRS2</p> <p>ESCALA: 1:45,000</p>	<p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de campo Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAHN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>Simbología</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Poblados</td> <td></td> <td>ASP</td> <td></td> <td>RNH</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Red Vial</td> <td></td> <td>AEE</td> <td></td> <td>Estuario</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Masa Catastral</td> <td></td> <td>INDEF</td> <td></td> <td>Lacustre</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Districtos</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Palustre</td> </tr> </table> <p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2023 ELABORADO POR: </p>		Poblados		ASP		RNH		Red Vial		AEE		Estuario		Masa Catastral		INDEF		Lacustre		Districtos				Palustre
	Poblados		ASP		RNH																						
	Red Vial		AEE		Estuario																						
	Masa Catastral		INDEF		Lacustre																						
	Districtos				Palustre																						

Mapa 40. Corredores Biológicos del cantón de Sarapiquí, Heredia.

El Refugio Nacional de Vida Silvestre Corredor Fronterizo se crea mediante el Decreto Ejecutivo No. 22962 MIRENEM, del 15 de febrero de 1994. Comprende toda la franja fronteriza desde el Río Las Haciendas en Upala, hasta el Río Sarapiquí en una faja con un ancho de 2 kilómetros, entre los cantones de Upala, Los Chiles, San Carlos y el distrito dos de la Virgen del Cantón de Sarapiquí. Tiene una extensión de 38,954 hectáreas.

Este refugio durante mucho tiempo se estuvo aprovechando mediante contratos de arriendos, ya que antes las tierras pertenecían al Instituto de Desarrollo Agrario (IDA, anteriormente ITCO), donde se utiliza el terreno con fines básicamente agrícolas y ganadería.

También, en este lugar la tala indiscriminada redujo la zona boscosa a niveles críticos, consecuentemente se le ha dado protección para que se recupere y pueda conservar todos sus ecosistemas. Esta zona es un importantísimo corredor biológico entre el Área de Conservación Tortuguero, los humedales Tamborcito y Maquenque y el Refugio Nacional de Vida Silvestre Caño Negro. (SINAC 2014).

3.6. Pago de Servicios Ambientales

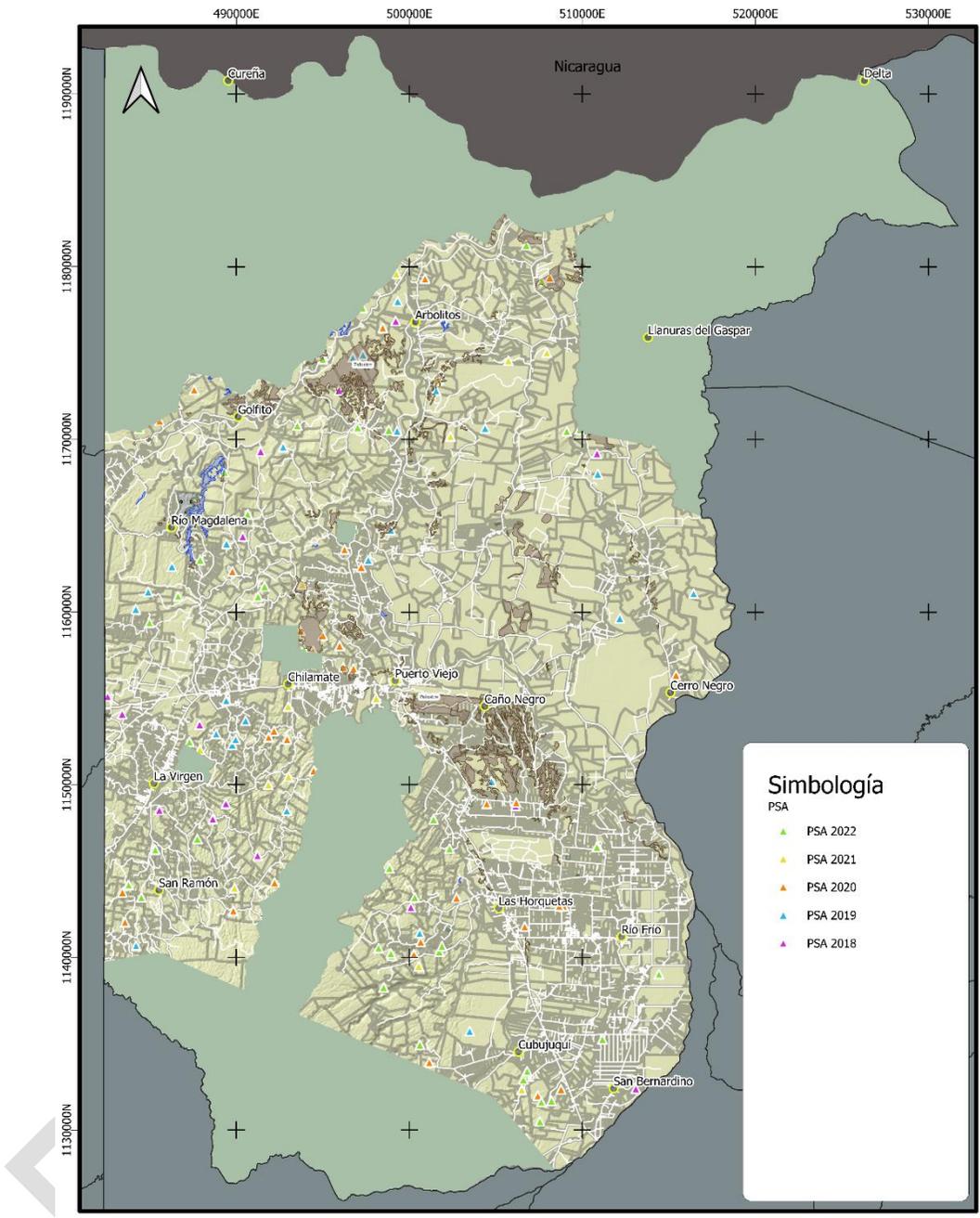
El Programa de Pago por Servicios Ambientales (PPSA) es un reconocimiento económico por parte del Estado, a través del FONAFIFO (Fondo Nacional de Financiamiento Forestal), a los y las propietarios(as) y poseedores(as) de bosques y plantaciones forestales por los servicios ambientales que éstos proveen y que inciden directamente en la protección y mejoramiento del medio ambiente.

132

De conformidad con la Ley Forestal No. 7575, Costa Rica reconoce los servicios ambientales, tales como: mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, protección del agua para uso urbano, rural o hidroeléctrico, protección de la biodiversidad para su conservación y uso sostenible, científico y farmacéutico, de investigación y mejoramiento genético, la protección de ecosistemas y de formas de vida, también, la Belleza escénica natural para fines turísticos y científicos.

El Programa de Pago por Servicios Ambientales ha facilitado y promovido, desde sus inicios, la inclusión de diferentes participantes con intereses en el desarrollo del sector forestal costarricense. De esta manera, se permitió la adopción de un esquema financiero novedoso, donde se integran diversas instituciones, tales como: el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), el FONAFIFO, la Oficina Nacional Forestal (ONF), los Regentes Forestales, el Colegio de Ingenieros Agrónomos, cooperativas, centros agrícolas cantonales, organizaciones no gubernamentales del sector y los beneficiarios(as) en general. El FONAFIFO es el eje financiero del PPSA.

El área PSA del FONAFIFO se encarga de garantizar el buen funcionamiento del Programa de PSA. Allí se coordinan todas las actividades relacionadas con los lineamientos (decretos, manuales de procedimiento de PSA), procedimientos técnicos, estadísticas, trámite de pago a beneficiarios(as) de contratos PSA, evaluación y monitoreo del Programa de PSA.



Simbología

PSA

- ▲ PSA 2022
- ▲ PSA 2021
- ▲ PSA 2020
- ▲ PSA 2019
- ▲ PSA 2018

Programa Pago por Servicios Ambientales (PSA) FONAFIFO

Plan Regulador de Sarapiquí
Introducción de la Variable Ambiental (IFA)

Diagrama de ubicación:

PROVINCIA: Heredia
 CANTÓN: Sarapiquí
 Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5

PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CRTPM)
 Elipsoida WGS84
 Datum CRUS

Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km

Desarrollador:

Fuente:
 Instituto Geográfico Nacional IGN
 Sistema Nacional de Información Territorial SNIT
 Municipalidad de Sarapiquí
 Datos de campo
 Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACA/H, ACC y ACTO
 Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECCR
 Comisión Nacional de Emergencias CNE

NOTAS:
 Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABLES. TIPO de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.

Simbología

- Poblados
- Red Vial
- Masa Catastral
- Distrib.:
- ASP
- Estuario
- AFP
- Lapustré
- TNDR
- Palustré

FECHA DE ELABORACIÓN: 2023
 ELABORADO POR:

Mapa 41. Pago de Servicios Ambientales del cantón de Sarapiquí, Heredia.

a) Modalidad de Pago de Servicios Ambientales 2018

El Pago de Servicios Ambientales (PSA) o bien el tipo de pago a los dueños de los terrenos destinados a este fin se basan según las directrices propias de que cada área o el objetivo por el cual se quiere proteger y conservar cada territorio, es por esta razón que el FONAFIFO designa este tipo de modalidades de pago. Para el año 2018 se establecen tres modalidades de pago de las cuales la mayor cantidad de contratos corresponden a protección de bosques con un total de 12 contratos y un área de 977,4 ha. Por otra parte, se encuentra una sola área para la modalidad de reforestación con un área de 10 ha. Además, en los PSA del 2018 se encuentran dos contratos para sistemas agroforestales que no alcanzan el tamaño de 1 ha cada uno.

b) Modalidad Pago de Servicios Ambientales 2019

Con respecto a las modalidades de pagos por servicios ambientales en el año 2019, al igual que el año anterior se mantuvo la protección de bosque como la actividad con mayor cantidad de contratos con un total de 17 y un área total de 1 493,3. Además en este año se realizan dos contratos para regeneración natural con un área de 106,1 ha. Por último, se generan 4 PSA en el área de Sistemas Agroforestales (SAF).

c) Pago de Servicios Ambientales 2020

Para el año 2020 se presentaron 4 modalidades diferentes el PPSA. Específicamente la protección de bosque encabeza la lista de contratos con 17 y un área total de 688,3 ha, seguido por la regeneración natural con un área de 24,5 ha en 2 contratos. Además, en el cantón se presentan 2 sistemas de reforestación sumando un área de 12,6 para esta categoría y por último se presentan 8 contratos de sistemas mixtos que suman un total de 9 ha.

d) Pago de Servicios Ambientales 2021

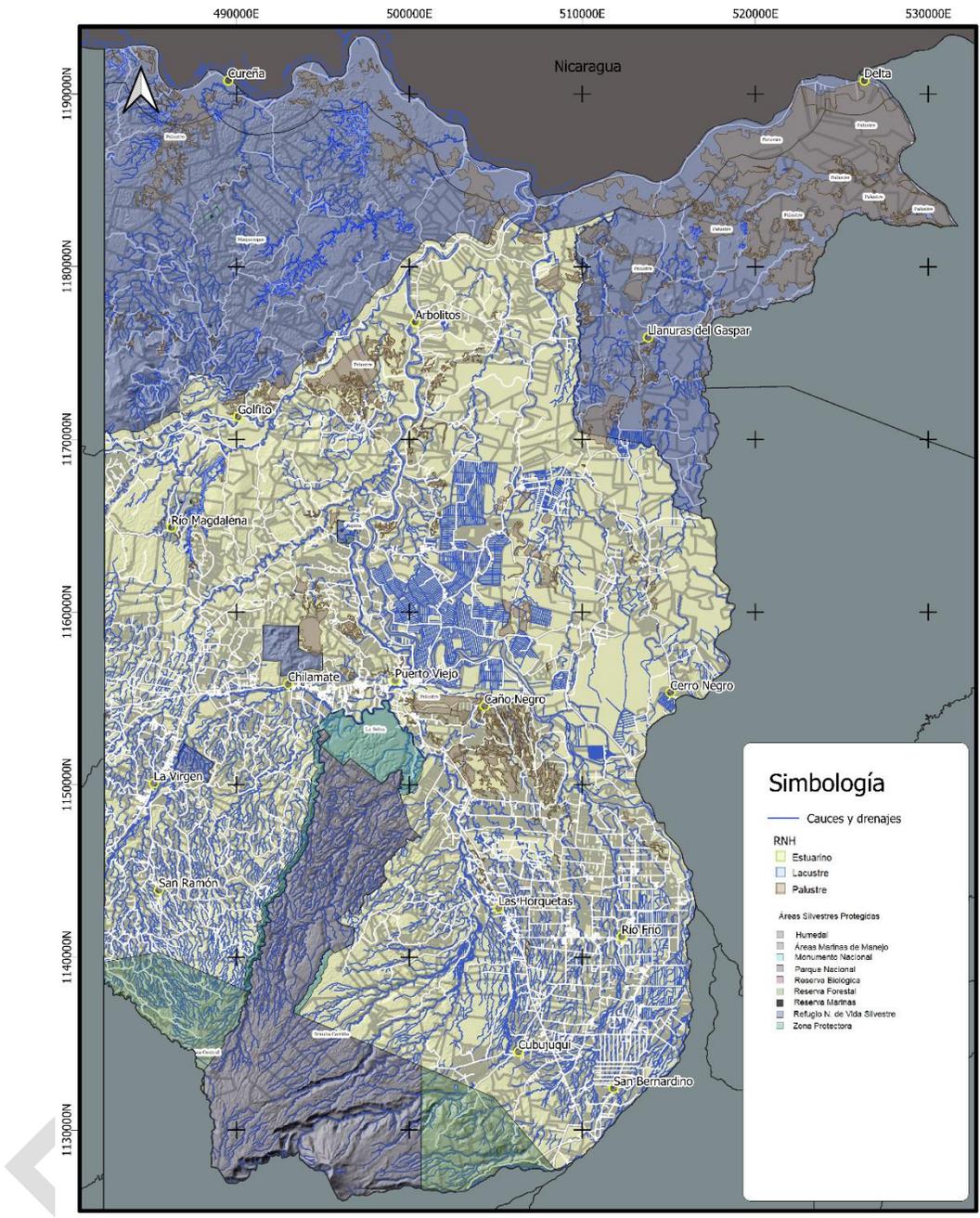
Para el 2021 únicamente se presentan dos categorías para el PPSA. Protección de bosque encabeza la lista de contratos con un total de 7 y 240,6 ha. Seguido por los sistemas de reforestación los cuales suman 126,8 ha en 5 contratos presentes en el cantón.

e) Pago de Servicios Ambientales 2022

En el año 2022 se presentan 5 modalidades de contratos diferentes. La protección de bosques presenta un total de 803,3 ha en contrato con un total de 29 áreas. Los Sistemas agroforestales suman 5 contratos con un área menor a 1 hectárea cada terreno. Los contratos para regeneración natural suman 78,2 ha en 3 áreas, las modalidades de reforestación y sistemas mixtos solo cuentan con un contrato cada una y un área de 4 ha y 0,5 ha respectivamente.

3.7. Biotopos sensibles

En el siguiente mapa se muestran los biotopos sensibles, como lo son las Áreas Silvestres Protegidas, cuerpos de agua y humedales.



Biotopos sensibles

Plan Regulador de Sarapiquí
Introducción de la Variable Ambiental (IFA)

Diagrama de ubicación:

PROVINCIA: Heredia
 CANTÓN: Sarapiquí
 Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5

PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CRTPM2)
 Espesor WGS84
 Datum CRS

Escala:
 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km

Desarrollador:

Fuente:
 Instituto Geográfico Nacional IGN
 Sistema Nacional de Información Territorial SNIT
 Municipalidad de Sarapiquí
 Datos de campo
 Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC -
 ACAHN, ACC y ACTO
 Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR
 Comisión Nacional de Emergencias CNE

NOTAS:
 Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.

Simbología

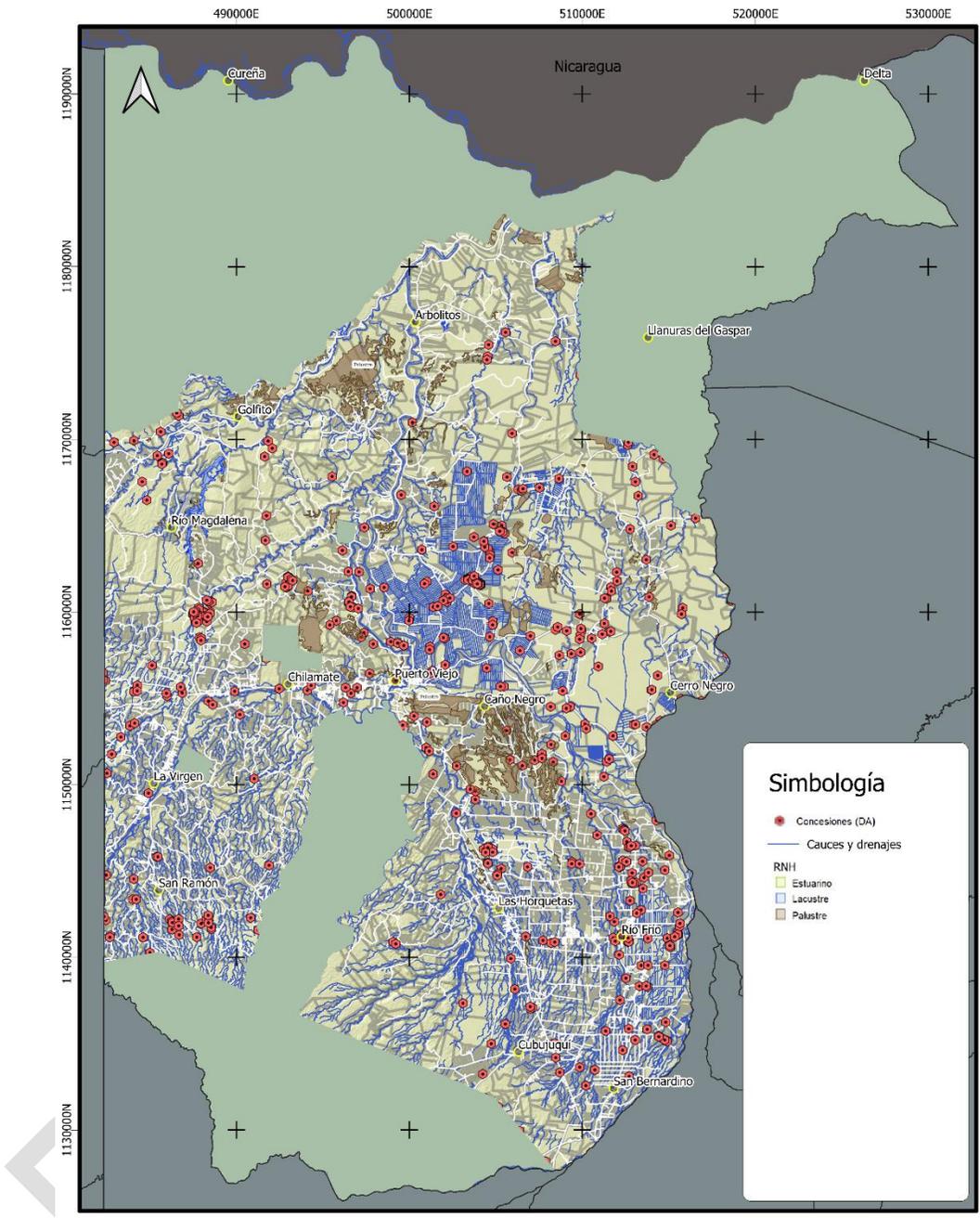
● Población	■ ASP	■ RNH
■ Rest. Vill.	■ AEE	■ Estuario
■ Mapa Catastral	■ INDER	■ Lacustre
■ Distritos	■ Palustre	

FECHA DE ELABORACIÓN: 2023
 ELABORADO POR:

Mapa 42. Biotopos sensibles del cantón de Sarapiquí, Heredia.

3.8. Cuerpos de agua y cursos de agua naturales y biotopos asociados

En el siguiente mapa se muestra el registro de concesiones de la Dirección de Aguas, cuerpos de agua (cauces y drenajes) y Registro Nacional de Humedales.



Cuerpos y cursos de agua naturales, sus áreas de protección y sus biotopos asociados

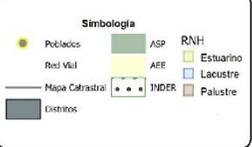
Plan Regulador de Sarapiquí
Introducción de la Variable Ambiental (IFA)



Desarrollador:

Fuente:
 Instituto Geográfico Nacional IGN
 Sistema Nacional de Información Territorial SNIT
 Municipalidad de Sarapiquí
 Datos de campo
 Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC -
 ACAH, ACC y ACTO
 Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR
 Comisión Nacional de Emergencias CNE

NOTAS:
 Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.

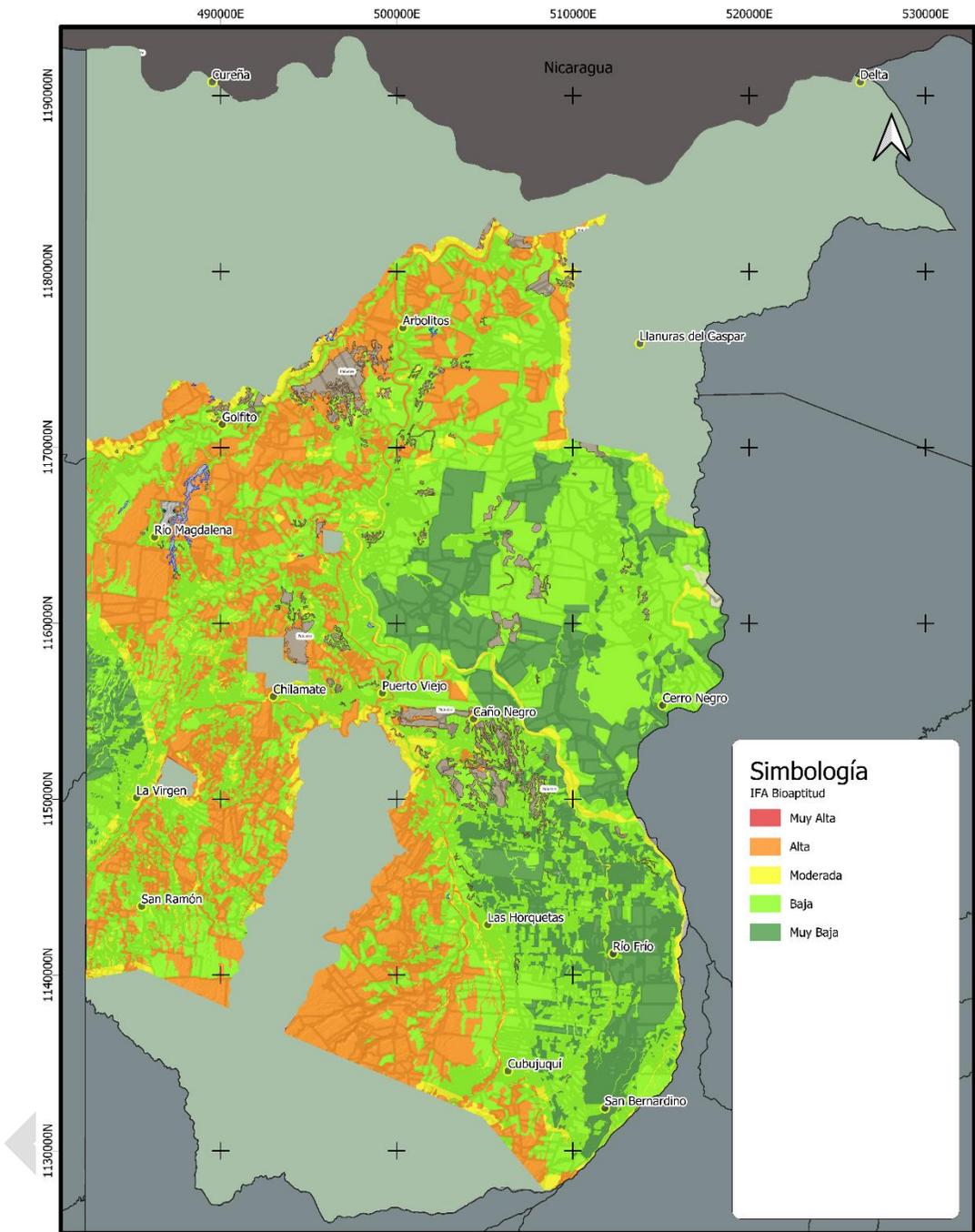


FECHA DE ELABORACIÓN: 2023
 ELABORADO POR:

Mapa 43. Cuerpos de agua y cursos de agua naturales del cantón de Sarapiquí, Heredia.

3.9. IFA Bioaptitud Integrada

El mapa de IFA Bioaptitud para el cantón de Sarapiquí comprende las cinco categorías de fragilidad, en el siguiente mapa se puede observar la variable en análisis.



Simbología

IFA Bioaptitud

- Muy Alta
- Alta
- Moderada
- Baja
- Muy Baja

IFA Bioaptitud

Plan Regulador de Sarapiquí
Introducción de la Variable Ambiental (IFA)



PROVINCIA: Heredia
 CANTÓN: Sarapiquí
 Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5



Desarrollador:

Fuente:
 Instituto Geográfico Nacional IGN
 Sistema Nacional de Información Territorial
 SNIT
 Municipalidad de Sarapiquí
 Datos de campo
 Sistema Nacional de Áreas de Conservación
 SINAC -
 ACAHN, ACC y ACTO
 Fundación para el Desarrollo de la Cordillera
 Volcánica Central FUNDECOR
 Comisión Nacional de Emergencias CNE

NOTAS:
 Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.

Simbología

- Pobladors
- Red Vial
- Mapa Catastral
- Distritos
- ASP
- AEE
- INDER
- RNH
- Estuario
- Lacustre
- Palustre

FECHA DE ELABORACIÓN: 2024
 ELABORADO POR:

Mapa 44. IFA Bioaptitud del cantón de Sarapiquí, Heredia.

3.8. Potencialidades, incertidumbres y limitantes

A continuación, se muestran las potencialidades, incertidumbres y limitaciones presentes en cantón el siguiente cuadro.

Cuadro 47. Limitantes y Potencialidades técnicas del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Limitantes Técnicas	Potencialidades Técnicas
PN Braulio Carrillo y zonas de Amortiguamiento, ZP La Selva, RVS Maquenque, RVS Tirimbina RVS Frontera, Áreas de protección absoluta por ríos, quebradas, y pozos, Bosque Secundario y en recuperación.	Zonas sin restricción de uso desde el punto de vista de los recursos biológicos.
RVS Barra del Colorado, RF Cordillera Volcánica Central y Zonas de Amortiguamiento, ZP La Selva, RVS Maquenque, PN Braulio Carillo, Áreas de protección absoluta por ríos, quebradas, y pozos- Bosque Secundario y recuperación.	Zonas sin restricción de uso desde el punto de vista de los recursos biológicos, Corredores y conectividad; potreros arbolados, zonas de cultivos agroforestales que pueden favorecer la conectividad.
RVS Barra del Colorado, RVS Maquenque, zonas de amortiguamiento ZP La Selva, RF Cordillera Volcánica Central, zonas de protección absoluta por ríos, quebradas, y pozos- Bosque Secundario y recuperación.	Zonas sin restricción de uso desde el punto de vista de los recursos biológicos, Corredores y conectividad; potreros arbolados, zonas de cultivos agroforestales que pueden favorecer la conectividad.
Zona de Amortiguamiento de ZP y Corredores.	Zonas sin restricción de uso desde el punto de vista de los recursos biológicos, Corredores y conectividad; potreros arbolados, zonas de cultivos agroforestales que pueden favorecer la conectividad.

Fuente: Elaboración propia.

4. IFA EDAFOAPTITUD

4.1. Tipos de suelo y potencial agrícola

4.1.1. Tipos de suelo

La clasificación de taxonomía de suelos presentes en el cantón se muestra en el siguiente cuadro de Taxonomía de Suelos.

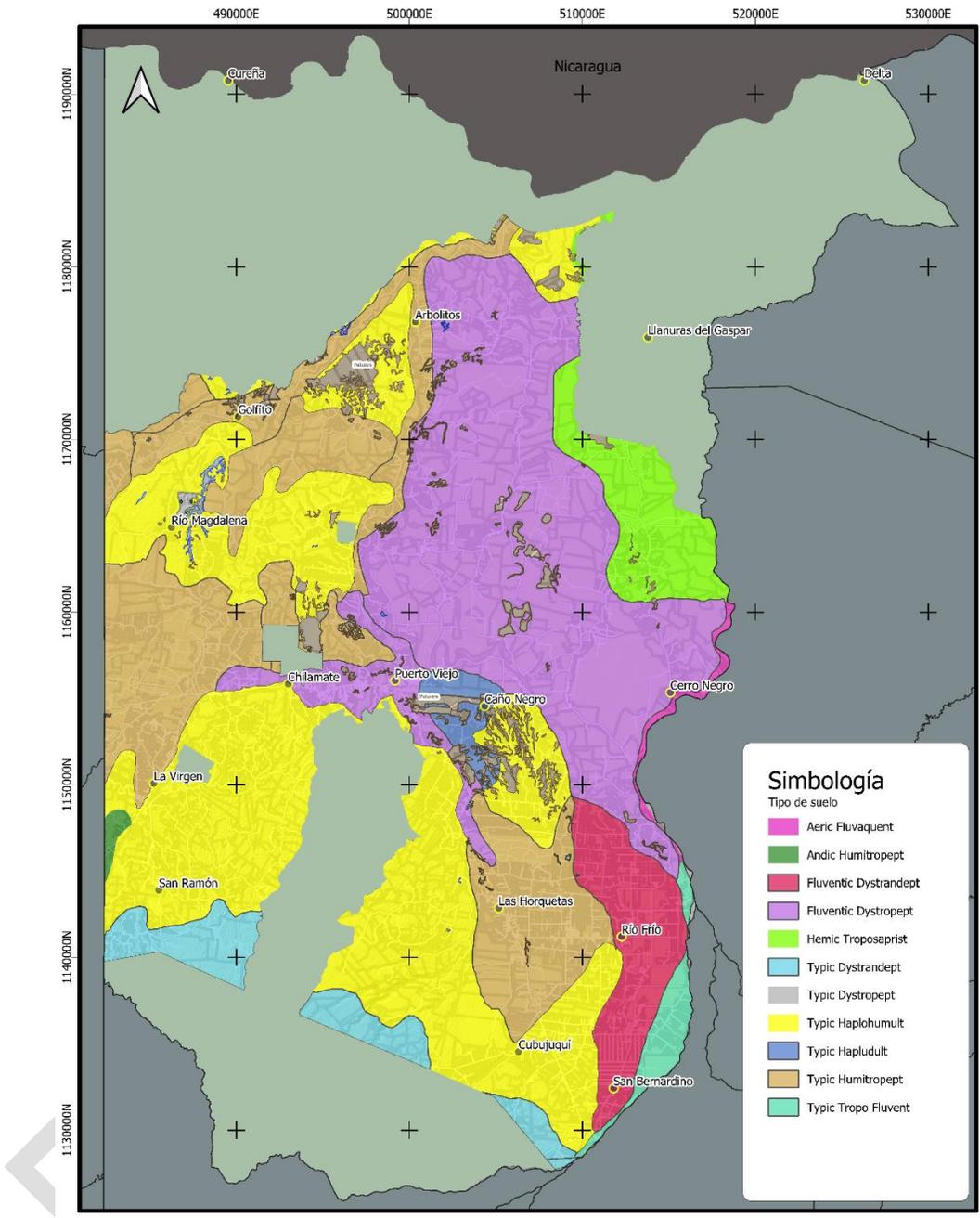
142

Cuadro 48. Taxonomía de suelos del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Taxonomía
Aeric Fluvaquent
Andic Humitropept
Fluventic Dystrandept
Fluventic Dystropept
Hemic Troposaprist
Typic Dystrandept
Typic Dystropept
Typic Haplohumult
Typic Hapludult
Typic Humitropept
Typic Tropo Fluvent

Fuente: INTA.

La clasificación de taxonomía de suelos dentro del cantón abarca desde suelos jóvenes como los Entisoles, Inceptisoles e Histosoles hasta suelos viejos como Ultisoles, y que se presentan a continuación en el siguiente mapa.



<p>Tipo de Suelo</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p> <p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí DISTRITO: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CRTPMIS) Elipeste WGS84 Datum: CROS</p> <p>Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Desarrollador:</p> <p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de campo Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC ICAHN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABLES ni de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p>																							
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>	<p>Simbología</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Posederos</td> <td></td> <td>ASP</td> <td></td> <td>RNH</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Red Vial</td> <td></td> <td>AEF</td> <td></td> <td>Estuario</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Mapa Catastral</td> <td></td> <td>INDER</td> <td></td> <td>Lacustre</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Districtos</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Palustre</td> </tr> </table> <p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2023 ELABORADO POR: </p>			Posederos		ASP		RNH		Red Vial		AEF		Estuario		Mapa Catastral		INDER		Lacustre		Districtos				Palustre
	Posederos		ASP		RNH																					
	Red Vial		AEF		Estuario																					
	Mapa Catastral		INDER		Lacustre																					
	Districtos				Palustre																					

Mapa 45. Mapa Tipos de Suelo del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Entisoles: son suelos nuevos con poco desarrollo de sus horizontes debido a las condiciones climáticas e importante actividad erosiva, características propias del suborden Orthent (Bertsch, 1995).

Los suelos Aeric Fluvaquent son suelos superficiales, de texturas finas a moderadamente gruesas y gruesas en el subsuelo, son de color pardo amarillento oscuro a pardo amarillento con moteos pardo grisáceo a grisáceo, de drenaje imperfecto a pobre y baja permeabilidad, de fertilidad baja, se ubican en el cauce del río Chirripó al Este de Finca 1 y Finca 2 hasta el Norte en Cerro Negro.

Los Typic Tropofluent, son suelos planos a ligeramente inclinados. Son de pocos a moderadamente profundos de texturas moderadamente gruesas a gruesas con la profundidad, es pardo grisáceo oscuro a pardo amarillento oscuro con moteos pardo fuerte y pardo grisáceo oscuro, drenaje moderado a bien drenado, moderadamente permeables y baja fertilidad, abarcando el cauce del río Chirripó y su área inundable desde el tramo más al Sur dentro del cantón hasta finca 3.

Inceptisoles: suelos jóvenes con origen sedimentarios fluviales que a diferencia de los Entisoles presentan un progreso ligeramente más desarrollado, los más abundantes son los Tropept, como Typic Humitropept y Fluventic Dystropept.

Los Andic Humitropept, se localizan en relieve fuertemente ondulados, moderadamente profundos a profundos, de texturas moderadamente gruesas a gruesas, de coloración pardo oscuro a pardo, drenaje bueno a algo excesivo y alta permeabilidad, baja fertilidad, abarcando el cauce del río Sarapiquí y sus alrededores hasta la comunidad de Lomas.

Los Fluventic Dystropept, son suelos planos-depresionados a ligeramente ondulados (lomeríos bajos), son profundos a poco profundos, de texturas medias a finas, de color pardo grisáceo oscuro a pardo amarillento y pardo fuerte en el subsuelo, de drenaje bueno a imperfecto y moderada permeabilidad, fertilidad baja, abarcando el cauce del río Sucio y su área inundable hacia el Norte.

Los Typic Dystrandept, presentan un relieve fuertemente ondulado, moderadamente profundos, de texturas moderadamente gruesas a gruesas, pardo oscuro a pardo amarillento oscuro, de drenaje excesivo y muy permeables, baja fertilidad. Comprende el sector de Los Ángeles y toda la parte sur del cantón hasta el Cerro Cacho Negro.

Los Typic Humitropept, su relieve es plano, poco a moderadamente profundo por la presencia de piedra entre 50 a 70 cm, es de texturas medias a moderadamente finas, pardo oscuro a pardo fuerte, drenaje y permeabilidad moderada, baja fertilidad. Abarca el área de Horquetas y Cubujuqui.

Histosoles: su distribución se limita al área de Pueblo Nuevo, Tigra, La Aldea, El Achiote, y San Julián hacia el Noreste del cantón, y pertenece a la clasificación Hemic Troposaprist, son

suelos asociados a pantanos, suampos, de relieve plano cóncavo, de pendiente menor del 1%, son suelos superficiales, de texturas orgánicas, de color pardo oscuro a negro, de drenaje pobre a muy pobre con un nivel freático superficial, de baja permeabilidad y fertilidad media a alta.

Ultisoles: Son suelos fuertemente meteorizados, viejos, de color rojo (Arias, 2001), igualmente presentan un horizonte argílico, con una saturación de bases menor al 35%, conocidos como suelos ácidos, bajos en calcio y con un alto contenido de Aluminio.

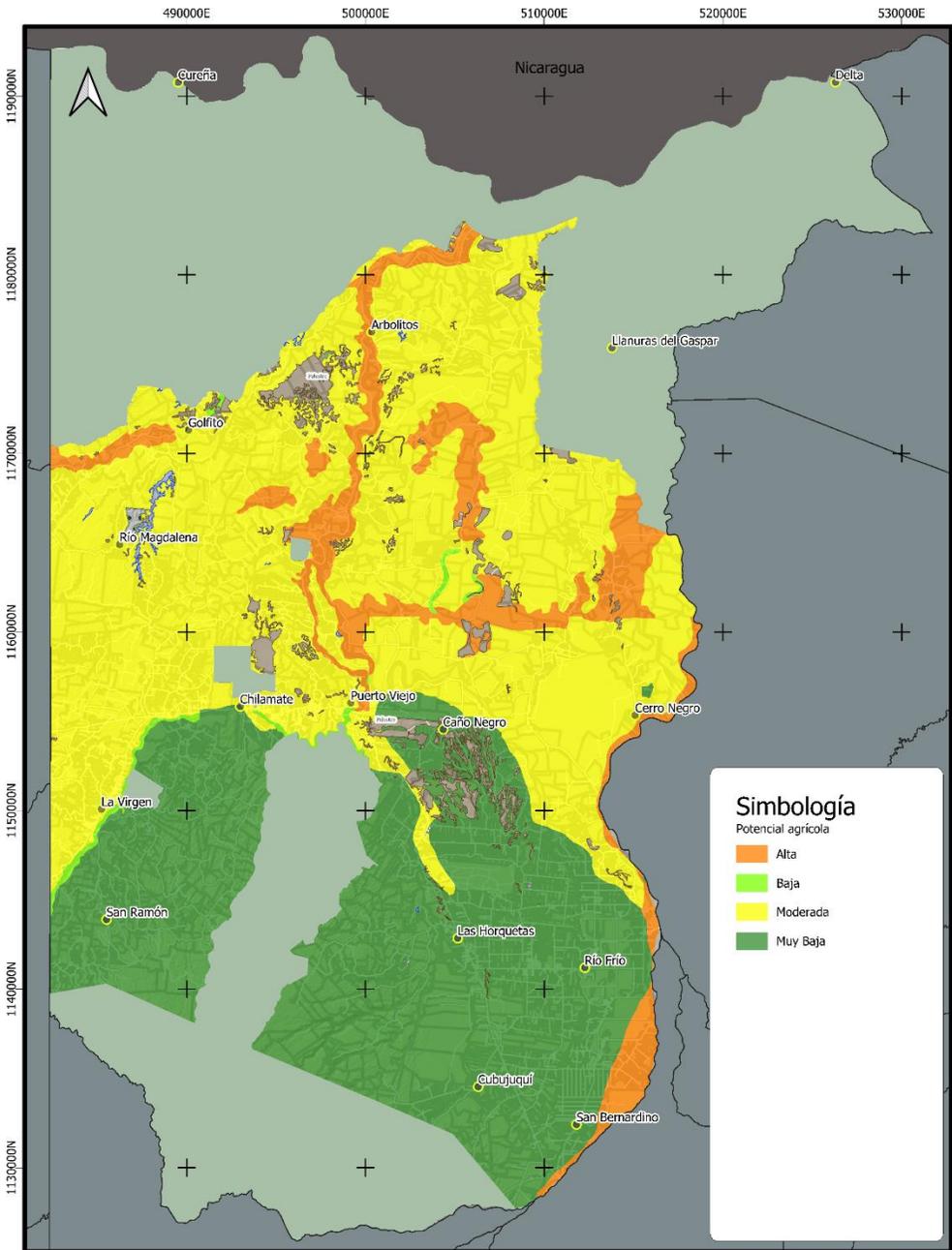
Los Typic Haplohumult, son suelos de relieve ligeramente ondulados, profundos, de texturas finas y de color pardo oscuro a pardo fuerte y pardo amarillento en el subsuelo, son de drenaje bueno y permeabilidad moderada, bajos en la fertilidad.

Los Typic Hapludult, son suelos profundos a moderadamente profundos, de texturas finas de coloración pardo oscuro a pardo rojizo, rojo amarillento en el subsuelo, son de moderados a bien drenados, la permeabilidad es moderada, bajos en la fertilidad, comprende el sector Este de Tigre y Puerto Viejo.

4.1.2. Potencial Agrícola

Se refiere a la capacidad de uso de la tierra, ya que integra variables geomorfológicas, climatológicas y fisicoquímicas del suelo, que reflejan características no solo potenciales sino también limitantes.

El cantón de Sarapiquí se define como un cantón moderadamente fértil y se logra apreciar en la cobertura en el siguiente mapa.



Simbología
Potencial agrícola

- Alta
- Baja
- Moderada
- Muy Baja

Potencial Agrícola

Plan Regulador de Sarapiquí
Introducción de la Variable Ambiental (IFA)

Diagrama de ubicación:

PROVINCIA: Heredia
CANTÓN: Sarapiquí
Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5

PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CRTM05)
Eje meridiano WGS84
Datum CRS85

Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km

Desarrollador:

Fuente:
Instituto Geográfico Nacional IGN
Sistema Nacional de Información Territorial SNIT
Municipalidad de Sarapiquí
Datos de campo
Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAHN, ACC y ACTO
Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR
Comisión Nacional de Emergencias CNE

NOTAS:
Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.

Simbología

- Publícola
- Red Vial
- Mapa Catastral
- Distritos
- ASP
- AEE
- TMDFR
- RNH
- Estuario
- Lacustre
- Palustre

FECHA DE ELABORACIÓN: 2023
ELABORADO POR:

Mapa 46. Potencial Agrícola del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Alta Fertilidad: Abarca los poblados de Muelle, Guararí, La Chiripa, El Coyol, Tres Rosales, San Julián, Boca Río Sucio, Vuelta las Ahogadas, Ahogados, Las Marías, San José, Sardinal, Cabezas, Masaya, Las Medias, Pavas, Hacienda Caída de Agua, Arbolitos, Unión del Toro, Bun, Boca Ceiba.

Moderada: Abarca los poblados de: Lomas, Bosque, La Virgen, Finca Palmar, Finca La Orilla, Chiripa, Finca Diamante, Finca Palmita, El Roble, Desamparados, Tigra, Cerro Negro, Bajos de Chilamate, Cristo Rey, Guaria, Puerto Viejo, Finca Guayacán, Achiote, Arrentidos, Loma Linda, Zapote, Sardinal, Finca Gavilán, Cruce las Marías, Jormo, Finca San Antonio, Las Orquídeas, La Colonia, Vuelta Piedra Mora, Los Lirios, Vega de Sardinal, El Progreso, El Achiote, Pangola, Boca Sardinal, Finca la Península, Santa Delia, Finca Cusucos, Mollejón, Vuelta cabo de Hornos, Hacienda Tierra Buena, Vuelta del Cerro, Golfito, Vuelta el Pato, Vuelta El Lagarto, La aldea, Tambor, Trinidad, Tigra, Isla Mendoza, Cano Tambor, Remolinito.

Baja Fertilidad: Abarca los poblados Los lirios, Las Lomas, Sur de Puerto Viejo, Sur del Bosque y Este de Golfito.

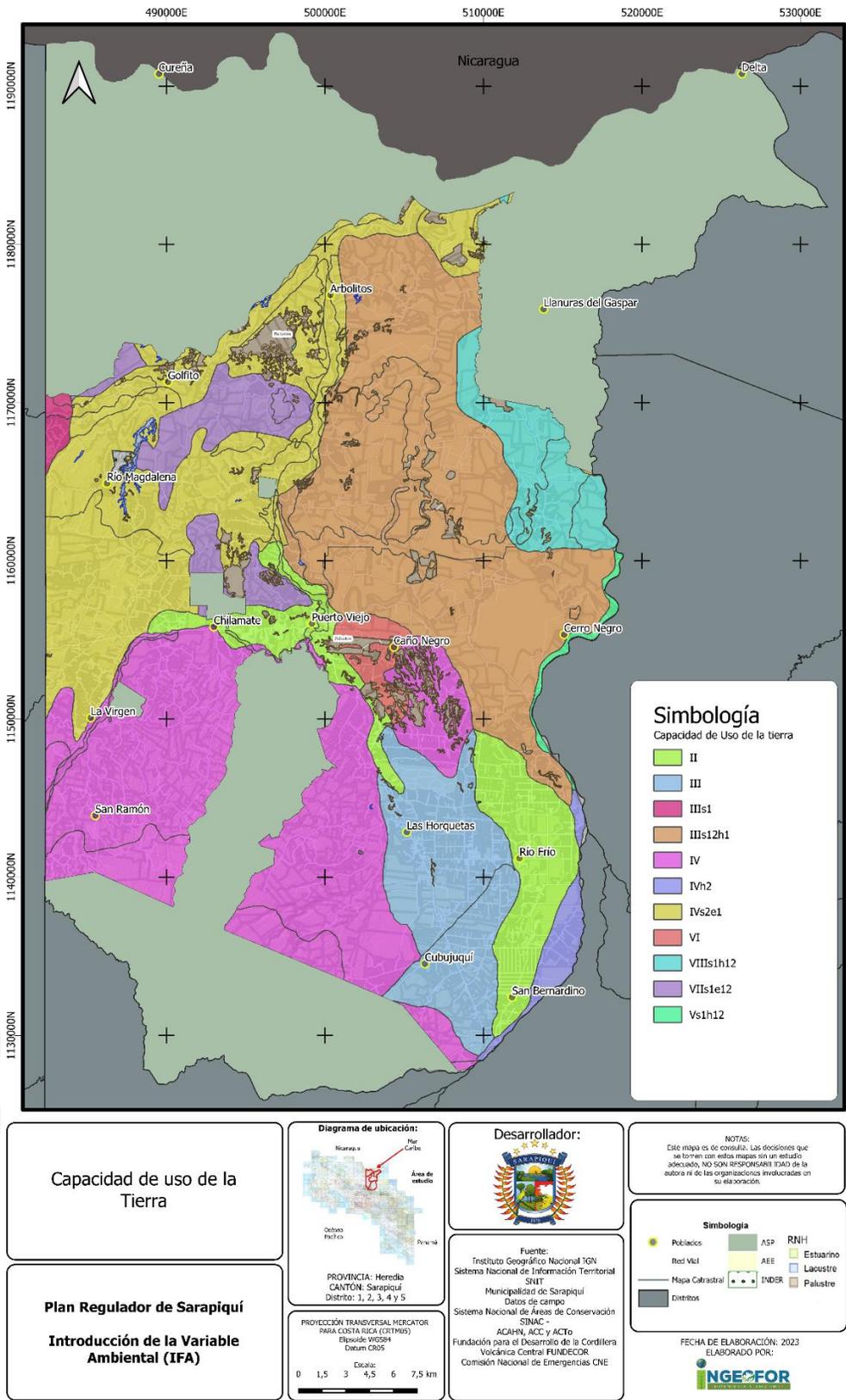
Muy Baja Fertilidad: Se distribuye por los poblados de Santa Clara, San Bernardino, Isla, Río Costa Rica, Cubujuquí Sector B, Colonia La Esperanza, Isla Israel, Cubujuquí Sector A, Colonia Huetar, Finca 10, Hacienda Mireya, Nazaret, Zona Chirripó, Finca 8, Colonia Villalobos, Finca 7, Ángeles, Finca 11, Colonia Victoria, Finca 6, Pozo Azul, Colonia Bambú, Colonia Colegio, Finca 4, Horquetas, Otoyá, Finca 5, San José Sur, San Ramón, Finca 3, Finca 2, Tapa Viento, La Rambla, Finca 1, Finca Agua, La Conquista, La Tigra, Uno, La Tirimbina, Bijagual, Magsasay, El Palmar, Tigre y Chilamate.

4.2. Capacidad de uso de la tierra

Se estipula además en el decreto N° 23214-MAG-MIRENEM que las tierras de la clase VII tienen severas limitaciones por lo que solo se permite el manejo forestal en caso de cobertura boscosa, y en aquellos casos en que el uso actual sea diferente al bosque se procurará la restauración forestal. Las limitaciones más representativas de la clase VII son: relieve escarpado, erosión sufrida severa, suelos poco profundos, texturas en el suelo y subsuelo de muy finas a gruesas, suelos fuertemente pedregosos, muy baja fertilidad, toxicidad de cobre muy fuerte, salinidad fuerte, drenaje excesivo o nulo, riesgo de inundación muy severo, zonas de vida de bosques húmedos, muy húmedos, secos, pluviales, o páramo, periodo seco fuerte o ausente, condiciones de neblina y viento fuertes.

Finalmente, y según el mismo decreto las tierras de la clase VIII no reúnen las condiciones mínimas para actividades de producción agropecuaria o forestal alguna. Las tierras de esta clase tienen utilidad sólo como zonas de preservación de flora y fauna, protección de áreas de recarga acuífera, reserva genética y belleza escénica, y las limitantes más representativas de la clase VIII son: relieve fuertemente escarpado, erosión sufrida muy severa, suelos superficiales, texturas en el suelo y subsuelo de muy finas a gruesas, suelos extremadamente pedregosos, muy baja fertilidad, toxicidad de cobre muy fuerte, salinidad fuerte, drenaje excesivo o nulo, riesgo de inundación muy severo, zonas de vida de bosques húmedos, muy húmedos, secos, pluviales, o páramo, periodo seco fuerte o ausente, condiciones de neblina y viento fuertes.

Las clases de capacidad de uso de la tierra presentes en el cantón se muestran en el siguiente mapa.



Mapa 47. Capacidad de Uso de la Tierra del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Clase II: Están formadas por tierras buenas, pero determinadas condiciones físicas hacen que sean tan ricas como las de clase I, Las tierras de esta clase presentan leves limitaciones que van desde pendiente suaves, textura del suelo y subsuelo, contenido de sales y sodio que afecta ligeramente los cultivos comunes y periodo seco.

Clase III: Esta clase tiene limitaciones moderadas que van desde pendiente moderadamente fuertes, erosión, muy baja fertilidad del subsuelo, moderada cantidad de sales y/o sodio textura, pedregosidad, drenaje, zonas de vida y periodo seco.

En la subclase IIIs1, se presentan limitaciones por profundidad los 90 a 60 cm, baja fertilidad del subsuelo y zonas de vida seca. La subclase IIIs12h1, presenta texturas en el suelo de livianas a pesadas drenajes moderadamente lentos, asociados a depósitos principalmente lacustres por lo que tiene una permeabilidad muy lenta.

Clase IV: Presenta fuertes limitaciones, solas o combinadas, que restringen su uso a vegetación semipermanente y permanente. Los cultivos anuales se pueden desarrollar únicamente en forma ocasional y con prácticas muy intensivas de manejo y conservación de suelos y aguas. Las limitaciones incluyen factores tales como pendientes muy fuertes, severa susceptibilidad o daños causados por la erosión, suelos superficiales, baja capacidad de retención de humedad, frecuentes inundaciones y/o excesiva humedad alto contenido de sales y/o sodio que afecta seriamente los cultivos y moderados efectos adversos al clima.

La subclase IVh2 ubicada al Sureste del Cantón, presenta limitaciones por Riesgo Moderado de Inundación. Por otro lado, la subclase IVs2e1, con suelos ubicados al Norte del cantón entre el distrito Cureña y Llanuras de Gaspar, presenta limitaciones por pendientes menores al 30%, texturas en el suelo muy pesadas a livianas.

Clase V: Las tierras de esta clase presentan severas limitaciones para el desarrollo de cultivos anuales, semipermanentes, permanentes o bosque. Generalmente se incluyen suelos casi planos, pero con limitaciones solas o combinadas como, suelos húmedos, inundables, pedregosas, con severas limitaciones climáticas para la estación de crecimiento; todas estas características restringen la clase de plantas a crecer o imposibilita el laboreo normal de los cultivos, por lo cual su uso se restringe para pastoreo o manejo de bosque natural (MAG 1991). La subclase Vs1h12, en la parte Noreste y limite Este del cantón dentro de los poblados de Cerro negro, tiene una profundidad efectiva de más de 50 cm, con un drenaje muy podre y fuertes riegos de inundaciones.

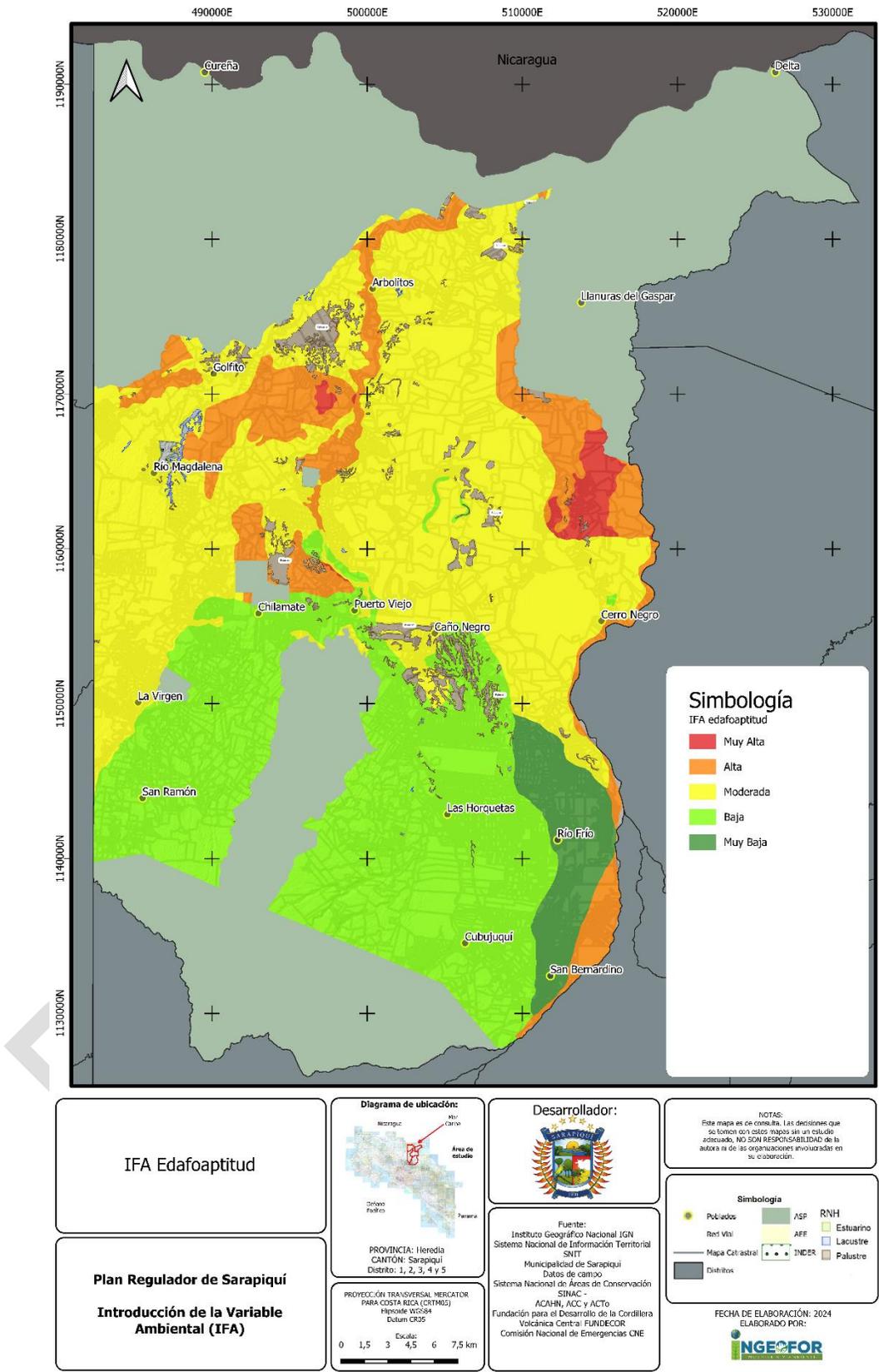
Clase VI: Las tierras ubicadas dentro de esta clase son utilizadas para la producción forestal, así como cultivos permanentes tales como frutales y café, aunque estos últimos requieren prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos y aguas. Las limitaciones más usuales de esta clase son: Pendientes muy fuertes alta susceptibilidad a la erosión o ya muy erosionados, alta pedregosidad, suelos superficiales, excesiva humedad, factores climáticos adversos, etc.

Clase VII: Las tierras de esta clase tienen severas limitaciones por lo cual sólo se permite el manejo forestal en caso de cobertura boscosa; en aquellos casos en que el uso actual sea diferente al bosque, se procurará la restauración forestal por medio de la regeneración natural. Ninguno de los cultivos agronómicos es posible de ser utilizado, salvo cultivos muy especiales y prácticas nada comunes. Se distribuye en tres segmentos uno al oeste del cantón y dos en la parte central del Cantón, presenta profundidades de menos de 20 cm, pendientes fuertemente escarpadas de 50 a 75% y problemas de erosión.

Clase VIII: Estas tierras no reúnen las condiciones mínimas para actividades de producción agropecuaria o forestal alguna. Las tierras de esta clase poseen tantas y tan grandes limitaciones, que solo se recomienda su uso como zonas de preservación de flora y fauna, protección de áreas de recarga acuífera, reserva genética y belleza escénica (MAG. 1991). Las limitaciones pueden incluir las de otras clases, pero en mayor grado. Se incluyen generalmente: Áreas de afloramientos rocosos, playas de arena, pantanos, áreas gravemente erosionadas. Corresponde al sector de los pueblos de San Julián y El Achiote al Norte y Noroeste del Cantón, presenta limitaciones por profundidades menos de 20 cm con drenajes malos y riesgo de Inundaciones.

4.3. IFA Edafaptitud Integrado

En el siguiente mapa se observa el IFA por Edafaptitud:



Mapa 48. IFA Edafopptitud del cantón de Sarapiquí, Heredia.

4.4. Potencialidades, incertidumbres y limitaciones

En el siguiente cuadro se muestran las limitaciones, potencialidades presentes en el cantón de Sarapiquí de acuerdo con las variables analizadas.

Cuadro 49. Edafoaptitud, Limitantes y Potencialidades del cantón de Sarapiquí, Heredia.

	Limitantes técnicas	Potencialidades técnicas
II	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidades de uso de la tierra VII, como principal limitante poseen un relieve escarpado (30-50%), son suelos moderadamente profundos. De texturas finas, drenaje excesivo. - Capacidades de uso de la tierra VIII, como principal limitante se localizan en pantanos, suamos, de relieve plano cóncavo, son suelos superficiales, de drenaje pobre a muy pobre con un nivel freático superficial, de baja permeabilidad. 	<p>Altos en la fertilidad aparente, aplicación de la legislación, 7575, art 33.</p> <p>Capacidad de uso de la tierra VII, VIII, Manejo forestal, regeneración natural o bosque.</p>
III	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidades de uso de la tierra IV, se localizan en relieves fuertemente ondulados (28-30%). Son profundos de texturas finas y bajos de fertilidad. 	De bueno a moderado drenados y permeabilidad moderada.
IV	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidades de uso de la tierra IV, relieve fuertemente ondulado, de texturas moderadamente gruesas a gruesas y baja fertilidad. - Capacidades de uso de la tierra IV, relieve escarpado, profundos, de texturas finas y baja fertilidad. -Capacidad de uso de la tierra III, lomeríos bajos, profundos a poco profundos, de texturas medias a finas, fertilidad baja. 	<ul style="list-style-type: none"> -Suelos profundos, de drenaje bueno a algo excesivo y alta permeabilidad - Drenaje bueno y moderada permeabilidad. - Suelos planos, depresionados a ligeramente ondulados, de drenaje bueno a imperfecto y moderada permeabilidad.
V	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidades de uso de la tierra II, con texturas moderadamente finas a finas. Pardo oscuro a pardo amarillento oscuro, y baja fertilidad. 	Suelos profundos, de relieve plano con buen drenaje y moderada permeabilidad.

Fuente: Equipo Consultor PPS-UNA.

5. IFA ANTROPOAPTITUD

5.1. Sitios de interés cultural, arqueológico, científico e histórico

La provincia de Heredia fue constituida bajo la ley N° 36 del 7 de diciembre de 1848, pero fue hasta el 18 de noviembre de 1970, con la ley N° 4671, que Sarapiquí se estableció como el cantón número diez de dicha provincia, con tres distritos, La Virgen, Horquetas y Puerto Viejo; siendo este último, asignado como cabecera de cantón. Los distritos de Cureña y Llanuras de Gaster fueron creados mediante el Decreto Ejecutivo No. 28137-G, publicado en la Gaceta el 11 de octubre de 1999.

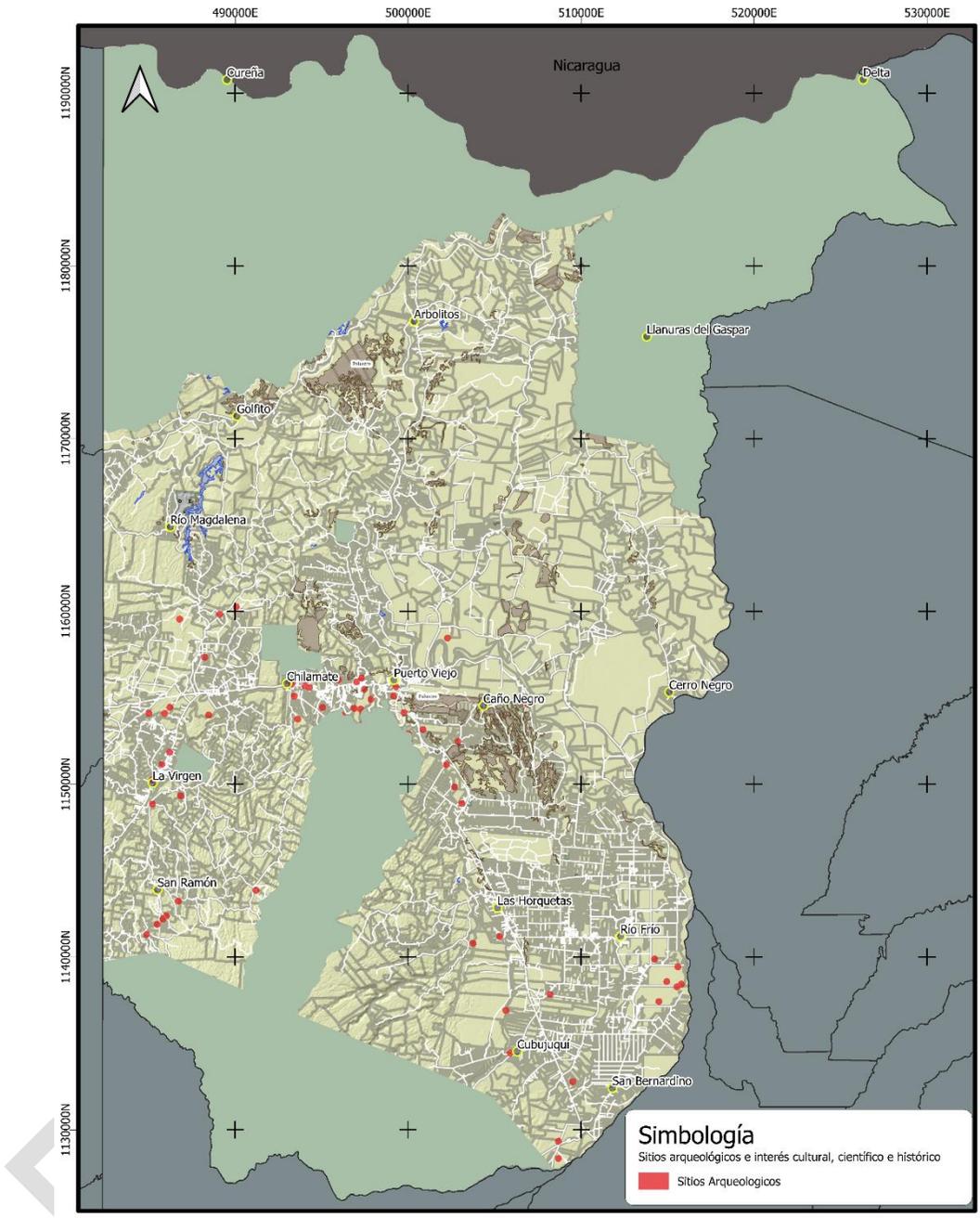
El cantón de Sarapiquí limita al este con Pococí, al oeste con San Carlos, Grecia y Alajuela; al norte con Nicaragua y al sur con Varablanca de Heredia. Es uno de los cantones más extensos de Costa Rica. Su superficie de 2,140.54 km² representa el 82% de la superficie total de la provincia de Heredia y cerca del 4.62% del territorio nacional.

5.1.1. Sitios arqueológicos

El presente estudio recopila los datos existentes sobre el registro de sitios arqueológicos para el cantón de Sarapiquí de acuerdo con la información vigente en la base de datos Orígenes del Departamento de Antropología e Historia del Museo Nacional de Costa Rica. Esta base incluye todos los sitios que hasta la fecha se han registrado en todo el país como resultado de diferentes investigaciones. Se incluyen las principales características de los mismos, un análisis básico de resultados además de la ubicación cartográfica de los asentamientos, mismos que permiten dar una idea general de la arqueología del cantón.

El cantón de Sarapiquí se encuentra inmerso dentro de la zona arqueológica conocida como Región Arqueológica Central Subregión Caribe Norte. Se han efectuado en la zona diferentes niveles investigativos que van desde la atención de denuncias, inspecciones asistemáticas, sistemáticas y evaluaciones, así como reconocimientos de índole preliminar y de carácter regional; por medio de los cuales se han logrado ubicar una serie de sitios arqueológicos con diferentes contextos de ocupación. Dentro de éstas resaltan las efectuadas por Gutiérrez y Odio (1988) en el sitio arqueológico Cubujuquí, Quintanilla (1990, 1997) y Sol (2000) en la Reserva Biológica La Selva, Herrera (2000) en el sitio Sarapiquí y León (2005) en La Virgen.

Los sitios reportados por éstas y otras investigaciones incluyen una ocupación que va desde el período Paleoindio (10000 a 8000a.C) hasta el período de contacto con los españoles (1550d.C.). Algunos de los asentamientos presentan estructuras arquitectónicas tanto habitacionales como funerarias y demuestran diferentes niveles de desarrollo cultural a través del tiempo, desde grupos nómadas (como por ejemplo el sitio arqueológico Birlen H-125Bl) y aldeas agroalfareras sedentarias (Sitio Palmilera H-30Pl) hasta sistemas de caseríos nucleados con centralización del poder, donde la estratificación social y económica fue evidente (sitios Cubujuquí H-7Cq y Sarapiquí H-67Sp). Ver siguiente mapa.



<p>Sitios arqueológicos</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p> <p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5</p>	<p>Desarrollador:</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABLES ITIADO de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p>															
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>	<p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CRTRM) Eliquisse WGS84 Datum CR08</p> <p>Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de campo Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAHN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>Simbología</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>ASP</td> <td>RNH</td> </tr> <tr> <td></td> <td>AEE</td> <td>Estuario</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Mapa Catastral</td> <td>Lacustre</td> </tr> <tr> <td></td> <td>INDER</td> <td>Palustre</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Distritos</td> <td></td> </tr> </table> <p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2023 ELABORADO POR: </p>		ASP	RNH		AEE	Estuario		Mapa Catastral	Lacustre		INDER	Palustre		Distritos	
	ASP	RNH																
	AEE	Estuario																
	Mapa Catastral	Lacustre																
	INDER	Palustre																
	Distritos																	

Mapa 49. Ubicación de sitios arqueológicos del cantón de Sarapiquí, Heredia.

5.1.2. Descripción general de los sitios reportados para el Cantón de Sarapiquí

El cantón cuenta con un total de 70 sitios arqueológicos registrados hasta la fecha en la base de datos del Museo Nacional de Costa Rica. Los sitios se encuentran ubicados entre los 100 y 700 m.s.n.m; con una gran mayoría dispuestos en las zonas de planicies aluviales de los ríos importantes de la zona, mismas que no superan los 200 m.s.n.m; otros en menor cantidad prefirieron espacios un poco más elevados a nivel general (300-650 m.s.n.m.) pero seleccionando siempre zonas planas cercanas a los ríos o fuentes de agua.

Se muestra a continuación el cuadro con los sitios arqueológicos, así como información básica sobre el nombre, clave, función y ubicación de estos.

Cuadro 50. Características generales sitios arqueológicos registrados del cantón de Sarapiquí, Heredia.

# Id en mapa	Clave	Nombre	Función sitio	Hoja Cartográfica
1	H- 7 Cq	Cubujuquí	Funerario, habitacional, arquitectónico	Guápiles
2	H – 98 RF	Río Frío	Funerario	Guápiles
3	H-34 En	Ensueño	Funerario	Guápiles
4	H-57 CE	Cuatro Esquinas	Funerario	Guápiles
5	H- 58 EM	El Manú	Funerario	Guápiles
6	H-60 DP	Dos Potros	Funerario, Habitacional	Guápiles
7	H-84 EG	El General	Habitacional	Guápiles
8	H-61 PJ	Panteón de Jade	Funerario	Guápiles
9	H-107 ZO	Zona Ocho	Funerario	Guápiles
10	H-106 Ch	Chirripó	Funerario	Guápiles
11	H-100 St	Santos	Funerario	Guápiles
12	H-122 Zn-9	Zona 9	Funerario	Guápiles
13	H-123 Fn	Fonda	Funerario	Guápiles
14	H-10 Ch	Chilamate	Funerario, Habitacional	Río Cuarto
15	H-11 Na	Nasa	Habitacional	Río Cuarto
16	H-12 SE	Sábalo Esquina	Habitacional	Río Cuarto
17	H-13 Ca	Cacaotal	Habitacional	Río Cuarto
18	H-14 Ji	Jícaro	Habitacional	Río Cuarto
19	H-15 CL	Claudio Lara	Habitacional	Río Cuarto
20	H-16 LG	La Guaría	Habitacional	Río Cuarto
21	H-18 Bi	Bijagual	Habitacional	Río Cuarto
22	H-19 EA	El Atajo	Funerario, habitacional	Río Cuarto
23	H-20 RP	Río Peje	Habitacional	Río Cuarto
24	H-21 Ba	Bambuzal	Habitacional	Río Cuarto
25	H-22 La	Laurel	Habitacional	Río Cuarto
26	H-24 Bq-74	Bloque 74	Habitacional	Río Cuarto

27	H-30 PI	Palmitera	Habitacional	Río Cuarto
28	H-38 QG	Quebrada Grande	Funerario, Habitacional	Río Cuarto
29	H-39 FI	Flaminea	Funerario	Río Cuarto
30	H-5 LCh	Lomas Chilamate	Funerario	Río Cuarto
31	H-67 Sp	Sarapiquí	Funerario	Río Cuarto
32	H-68 Ba-2	Balbuzal 2	Funerario	Río Cuarto
33	H-69 SE-2	Sábalo Esquina 2	Habitacional	Río Cuarto
34	H-70 SE-3	Sábalo Esquina 3	-	Río Cuarto
35	H-71 Es	Escondido	-	Río Cuarto
36	H-74Mb	Matabuey	-	Río Cuarto
37	H-76 To	Tolomuco	-	Río Cuarto
38	H-77Ga	Gavilán	Habitacional	Río Cuarto
39	H-78 Gu	Guatuso	-	Río Cuarto
40	H-79 Un	Nutria	-	Río Cuarto
41	H-80 Pe	Pejibaye	-	Río Cuarto
42	H-83 LV	La Virgen	Funerario	Río Cuarto
43	H-85 Jr	Juri	Funerario, Habitacional	Río Cuarto
44	H-121LT	La Trinidad	-	Río Cuarto
45	H-125 BI	Birlen	-	Río Cuarto
46	H-126 PA	Pozo Azul	Funerario, Habitacional	Río Cuarto
47	H-127CL	Coco León	Habitación	Río Cuarto
48	H-132 Tr	Tirimina	-	Río Cuarto
49	H-130 LP	Las Perolas	-	Río Cuarto
50	H-133 Cn	Canaán	Funerario	Río Cuarto
51	H-173 GESA	GESA	-	Río Cuarto
52	H-178 LC	La Chiripa	Habitacional	Río Cuarto
53	H-179 LE	La Esperanza	Funerario, Habitacional	Río Cuarto
54	H-181 My	Montoya	Funerario, Habitacional	Río Cuarto
55	H-182 Mn	Motín	Habitacional	Río Cuarto
56	H-183 PI	Palmital	Habitacional	Río Cuarto
57	H-184 PN	Pueblo Nuevo	Habitacional	Río Cuarto
58	H-185 Rz	Rodríguez	Funerario, Habitacional	Río Cuarto
59	H-175 Cc	Corsicana	Funerario, Habitacional	Río Cuarto
60	H-176 EU	El Uno	Funerario, Habitacional	Río Cuarto
61	H-177Gc	Guaco	Funerario, Habitacional	Río Cuarto
62	H-188Fx	Flexton	Funerario, Habitacional	Río Sucio

63	H-23 IG	Isla Grande	Funerario, Habitacional	Río Sucio
64	H-75 Mu	Musas	Funerario, Habitacional	Río Sucio
65	H-40 Ny	Nandayure	Funerario, Habitacional	Río Sucio
66	H-81 Pa	Pantano	Habitación	Río Sucio
67	H-73 Ti	Tigre	Habitación	Río Sucio
68	H-72 Zu	Zurquí	Funerario, Habitacional	Río Sucio
69	H-101 Mt	Mortero	Funerario	Río Sucio
70	H-9RS	Río Sucio	Funerario	Río Sucio

Fuente: Museo Nacional de Costa Rica.

En la siguiente figura se muestra un diseño del sitio registrado Williamsburg L-58 Wb que cuenta con montículos y calzada tal como se aprecia en la siguiente fotografía, ubicado en el Carmen Norte de Pocora, a 100 m.s.n.m. y sus primeras referencias bibliográficas son de Stirling 1969, y cuenta con un área aproximada de 5 ha.

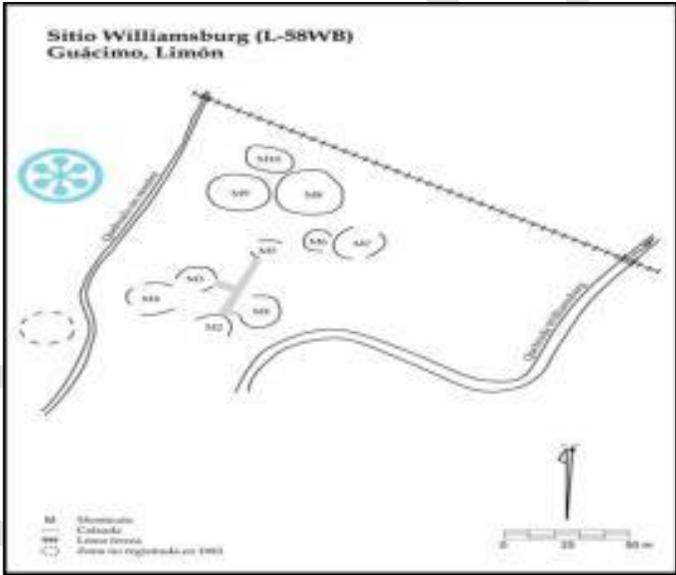


Figura 4. Sitio Williamsburg L-58 Wb del cantón de Sarapiquí, Heredia.



Fotografía 2. Calzada, sitio Williamsburg L-58 Wb del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Sobresalen dos diferentes categorías de tipo funcional para los sitios registrados, en algunos de los casos ambas se reportan para un mismo sitio. El tipo funcional más representativo para el cantón de Sarapiquí es la actividad habitacional con un 31%, seguido de los espacios que comparten ambas actividades (habitación y funerario), así como los sitios con reporte de actividad solamente funeraria ambos con un 26%. De acuerdo con los datos algunos de los reportes no cuentan con identificación de las actividades desarrolladas, los mismos representan un 17% del total.

El cantón de Sarapiquí está conformado a nivel cartográfico por 9 hojas escala 1:50,000, Chaparrón, Chirripó Atlántico, Cutris, Poás, Trinidad, Colorado, Río Sucio, Guápiles y Río Cuarto, de las cuales cuentan con registro de sitios arqueológicos solamente las tres últimas. Un 68% de los sitios se encuentran dentro de la hoja Río Cuarto, un 19% en la hoja Guápiles y un 13% en la hoja Río Sucio. Para una mejor ubicación espacial de los asentamientos prehispánicos reportados se muestran a continuación cada una de éstas con sus respectivos registros. Es importante identificar la selección de áreas planas y cercanas a fuentes de agua, claro ejemplo de esto se observa en la hoja Río Cuarto donde las planicies aluviales del río Sarapiquí son seleccionadas para ubicar la mayor cantidad de asentamientos del cantón.

Otra de las características de gran importancia de los sitios es su ubicación cronológica, la Región Arqueológica Central sub-Región Caribe Norte incluye divisiones temporales que se asignan de acuerdo con ciertos rangos de tiempo, a saber, entre los principales se tienen las Fases La Montaña y Chaparrón (período Formativo 2000 a 500 a.C), Fases El Bosque (500 a.C a 300 d.C), La Selva (300 a 800 d.C) y La Cabaña (800 a 1350 d.C)

Del total de sitios arqueológicos presentes en el cantón de Sarapiquí, se tiene una distribución temporal muy extensa con asentamientos que van desde el Período Formativo hasta el contacto con los Españoles. Algunos muestran ocupación unicomponente, otros abarcan dos o más fases cronológicas. La mayor cantidad de sitios (33%) reportan ocupación entre las

Fases El Bosque y La Selva (rango del 500 a.C al 800 d.C), siendo El Bosque la de mayor ocupación unicomponente (23%).

Aun cuando existen muchas zonas del cantón que no han sido sometidas a la investigación arqueológica, de las exploraciones efectuadas se desprende información de gran importancia para la historia precolombina del lugar.

De forma general se concluye que existe un reporte de 70 sitios arqueológicos en el cantón, de los cuales la mayoría (68%) se ubica en la hoja cartográfica Río Cuarto, en las zonas de planicie a ambos márgenes del río Sarapiquí. Dentro de las funciones principales descritas para los sitios la de carácter habitacional es la más frecuente con un 31% del total y en cuanto a los rangos temporales de ocupación se registra mayor presencia de asentamientos entre el 500 a.C. al 800 d.C, sin embargo, el cantón cuenta con una historia que va del 10,000 d.C al 1550 d.C.

Es de suma importancia que se de protección a todos estos registros arqueológicos reportados acatando la Ley 6703 sobre Protección del Patrimonio Arqueológico y que se incluyan políticas de prevención en la zona por medio de los cuales se aseguren estudios previos que garanticen el resguardo de la información que aún no se ha logrado incorporar por falta de investigación, y de este modo se logre proteger y conservar el Recurso Arqueológico del cantón de Sarapiquí y del país en general.

5.2. Uso actual del suelo

5.2.1. Principales actividades económicas de Sarapiquí

Tradicionalmente, las actividades económicas de Sarapiquí giraron en torno a actividades agropecuarias como café, maíz, cacao, cardamomo, cítricos, banano, palmito, árboles frutales y la ganadería. En la actualidad, el cultivo de la piña ha tomado gran importancia y, así mismo, el turismo, gracias al Río Sarapiquí y la rica biodiversidad que posee el cantón.

En relación con lo anterior, el MEIC y la FAO, en su documento “Estrategia de implementación de la incubadora extramuros en el cantón de Sarapiquí”, señalan:

“El cantón muestra un desarrollo vinculado especialmente al ecoturismo y el turismo científico, aunque también ofrece turismo de aventura, aprovechando los rápidos de los ríos y opciones de turismo rural”. (MEIC-FAO, 2010, p.7)

Más recientemente, actividades como la pesca y los deportes de aventura (rafting, canopy, kayaking) en el Río Sarapiquí, se han convertido en importantes alternativas generadoras de ingresos para los pobladores.

En la actividad agrícola se destacan la agricultura empresarial y la agricultura familiar campesina. La primera, representada por empresas de mediano tamaño y orientadas hacia los mercados. La segunda combina el autoconsumo y la venta de productos en distintas proporciones. No obstante, tanto a nivel nacional como en Sarapiquí y sus distritos, este tipo de actividades han venido perdiendo importancia, en parte debido al modelo de apertura comercial, que ha provocado un incremento masivo en la importación de estos productos -a menores precios- y, así mismo, gracias al abandono que sufre el sector, por parte de las políticas públicas.

“La agricultura familiar campesina en Sarapiquí se orienta principalmente a la producción agropecuaria de granos básicos (principalmente maíz blanco y fríjol) y en menor medida hortalizas y tubérculos y está perdiendo peso social, por la reducción del número de familias campesinas, por las masivas importaciones de granos y cambios en patrones alimentarios de la población en general”. (MEIC-FAO, 2010, p.7)

5.2.2. Organizaciones comunales y asociaciones

En el cantón existen varios grupos económicos organizados para llevar a cabo las diversas actividades, principalmente en torno al sector agropecuario, turismo, artesanía y maquila. En el siguiente cuadro se pueden observar las principales organizaciones comunales del cantón y sus respectivas actividades.

Cuadro 51. Organizaciones Comunales y Asociaciones de Productores del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Nombre de la Organización	Actividades Principales
Asociación Productor Pimienta	Pimienta
Asociación Productor. Agropec. San Ramón	Hortalizas
Asociación Productor. Ornamentales San Ramón	Ornamentales
Productores Golfito y los Ángeles	Ganado de subsistencia
Centro Agrícola Cantonal	Producción Granos Básicos
Asociación Femenina Industrial del Progreso	Cabras, Pollos de engorde
Centro Agrícola Cantonal para el Progreso de Sarapiquí	Plátano – Ganado
Asociación Femenina Artesanas La Aldea	Artesanía – Ecoturismo
Grupo de Ganaderos de San Ramón	Ganadería Bovina
Asociación Productores Orgánicos y Ecoturísticos	Piña – Chile Picante.
Asociación Río Magdalena	Chile Picante - Pimienta
Asociación Las Orquídeas	Ganado - Plátano
Asociación El Jardín	Ganado - Plátano
Asociación El Amigo	Ganado – Plátano

Asociación Jerusalén	Ganado – Plátano – Raíces y Tubérculos.
Asociación de Mujeres Las Orquídeas	Artesanía
Asociación Agrícola y Ganadera de Sarapiquí (AGRIGASA)	Ganado Bovino
Asociación de Productores de Río Frío. (ASOPRIS)	Raíces y Tubérculos.
Asociación Ecoturística Laguna Jalapa	Turismo Rural
Grupo de Ganaderos Unión del Toro	Ganado Bovino
Asociación de Pequeños Productores de Río Frío.	Orquídeas.
Coopelirio	Vivienda – Proyectos Productivos
AMAUS	Ganadería Bovina
Naturaleza y Comunidad	Artesanía- Tips – Medicinas Naturales - Teatro -
Asociación Femenina Industrial Agropecuaria Río Chirripó.	Maquila Ropa
Asociación de Mujeres Creativas	Artesanía
Asociación Artesanas y Agricultoras y Comerciantes	Hidroponía

Fuente: Municipalidad de Sarapiquí.

5.2.3. Cultivos de plantas ornamentales

En el año 2007 el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), de la Región Huetar Norte, realizó un Censo de Plantas Ornamentales. Como resultado, se obtuvo que en Sarapiquí se cultivan *Dracaenas marginata* (principalmente en la Virgen); palma, *scheffleras* y *crotton* (principalmente en horquetas), *aralias*, *piña* (en Horquetas y La Virgen), *heliconias*, *Ginger*, *Cordelyne*, *Laurel de la India*, *Mocian*, *Jazmín*, *Mitide* y *Benjamín*, entre otros.



Fotografía 3. Cultivos de plantas ornamentales, San Ramón del cantón de Sarapiquí, Heredia, 2023

5.2.4. Cultivos de raíces tropicales y piña

En el año 2009, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de la Región Huetar Norte, realizó un nuevo Censo, específicamente sobre Raíces tropicales y piña. Se encontró que los principales cultivos en Sarapiquí son: malanga, ñame, Ñampí (chamol), tiquisque, yampí (papa china), yuca, piña.



Fotografía 4. Cultivos de piña, El Tigre, Las Horquetas del cantón de Sarapiquí, Heredia, 2023

5.2.5. Actividades económicas por sector

Como resultado de las actividades económicas que desarrolla Sarapiquí, los datos del Censo 2011, nos indican que los sectores primario y terciario, son los que tienen el mayor peso relativo. A nivel nacional, el sector terciario es el que tiene la mayor importancia relativa. Esto denota la predominancia del sector primario en el cantón de Sarapiquí y, no así, a nivel nacional. La actividad agrícola, como se verá más adelante, ha sido y es, la principal fuente de empleo y la base de desarrollo del cantón, tanto para hombres como para mujeres.

El modelo territorial actual integra los patrones de uso histórico del espacio, que se han materializado en componentes diferenciados como: la infraestructura básica, los grandes equipamientos públicos y colectivos, las redes y sistemas de comunicaciones, los espacios libres y zonas verdes, la estructura de los espacios construidos.

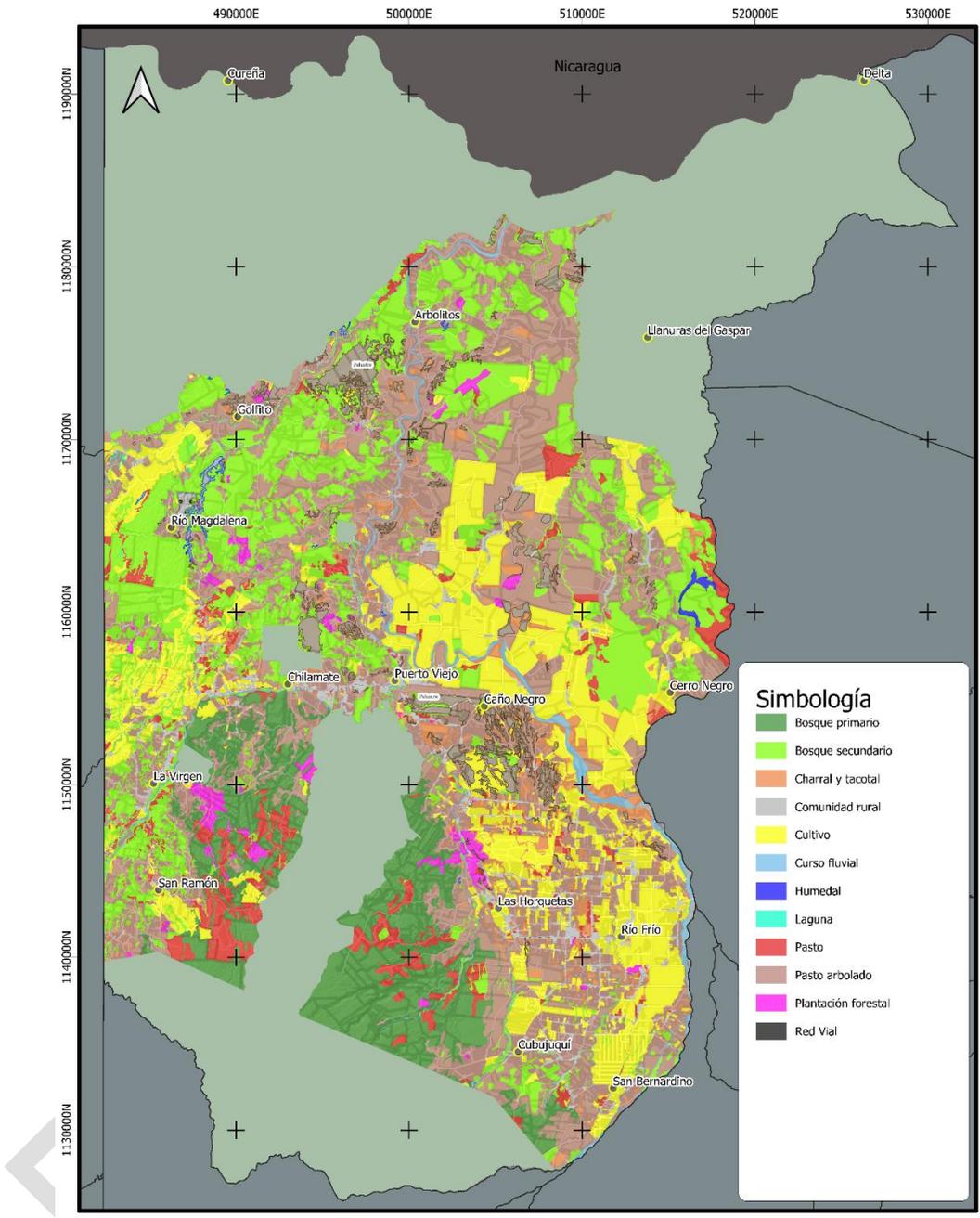
Tomando como base esta conceptualización, a continuación, se presenta el modelo territorial actual en el siguiente cuadro.

Cuadro 52. Uso de la Tierra año 2023, cantón de Sarapiquí, Heredia.

Uso de la Tierra	Área (ha)
Bosque primario	12 805,3
Bosque secundario	27 317,8
Charral y tacotal	5 423,1
Comunidad rural	3 381,5
Cultivos anuales y permanentes	23 481
Curso fluvial	2 316,5
Humedal	140,7
Laguna	84,3
Pasto	6 258,4
Pasto arbolado	40 725,3
Plantación forestal	1 662,4
Red Vial	103

Fuente: Equipo Consultor PPS-UNA.

En el siguiente mapa se observa la cobertura antrópica presente en el cantón de Sarapiquí.



Uso Antrópico

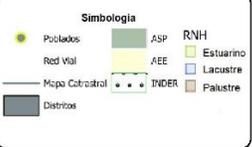
Plan Regulador de Sarapiquí
Introducción de la Variable Ambiental (IFA)



Desarrollador:

Fuente:
 Instituto Geográfico Nacional IGN
 Sistema Nacional de Información Territorial SNIT
 Municipalidad de Sarapiquí
 Datos de campo
 Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - AICAHN, ACC y ACTO
 Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR
 Comisión Nacional de Emergencias CNE

NOTAS:
 Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.



FECHA DE ELABORACIÓN: 2023
 ELABORADO POR:

Mapa 50. Uso de la Tierra del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Bosque Primario: Son áreas en las que se observa una mayor representación de árboles, donde la aglomeración de estos, forma un dosel cerrado, siendo en la mayoría de los casos muestras de bosques densos con altos procesos de conectividad fluidos de energía entre especies de flora y fauna.

Bosque Secundario: Las áreas de bosques secundarios corresponden a relictos de Bosque intervenido, que por alguna condición físico-geográfica del terreno no fueron cortados, o que han sido conservados.



Fotografía 5. Bosque secundario, El Tigre, Las Horquetas del cantón de Sarapiquí, Heredia, 2023

Charral y Tacotal: Las áreas correspondientes a charrales y tacotales constituyen a un estado de recuperación de bosque, que cuenta con importante densidad en su sotobosque y destaca la presencia de especies colonizadoras.

Plantación Forestal: Se definen estos espacios como áreas en los cuales se realizan cultivos de especies forestales, en el caso del lugar de estudio apoyado con la visita de campo se aprecian las especies *Tectona grandis* o madera conocida popularmente como Teca, así como la especie Melina arbórea o madera conocida popularmente como Melina y Cebo o Chanco el cual es la especie forestal *Vochysia guatemalensis*.





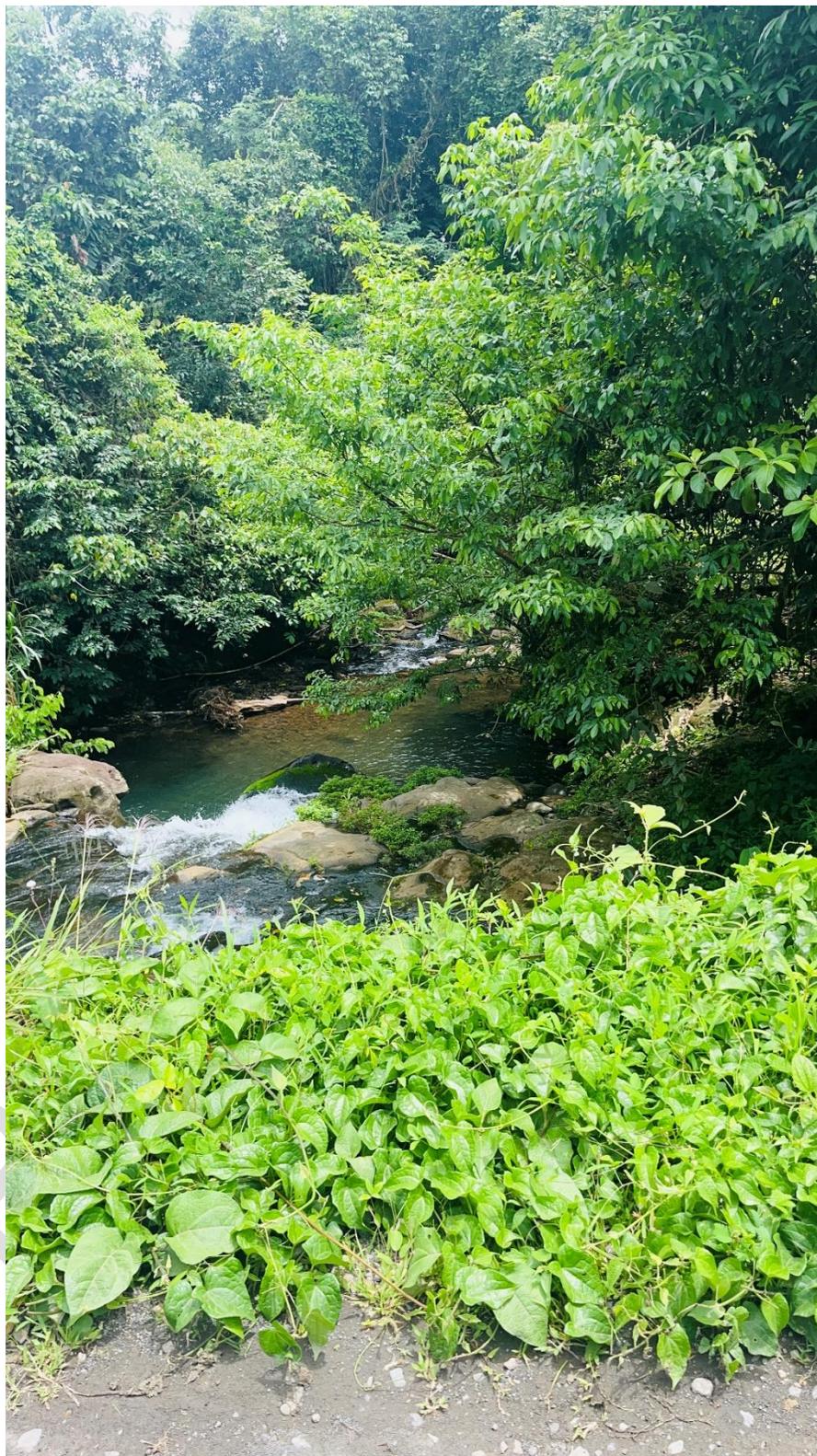
Fotografía 6. Plantación Forestal, San Ramón del cantón de Sarapiquí, Heredia, 2023.

Humedales y Lagunas: Constituyen un ecosistema de gran importancia, son zonas con niveles freáticos superficiales temporales o permanentes.



Fotografía 7. Humedal, El Tigre, Las Horquetas del cantón de Sarapiquí, Heredia, 2023.

Curso Fluvial y vegetación de ribera: El curso fluvial en conjunto con el bosques de ribera, conocidos también como bosques de galería, son bosques que presentan una vegetación asociada a suelos saturados, asimismo, corresponden a áreas de gran importancia de conectividad biológica, protegidos por la ley forestal (7575) en el artículo No. 33, que detalla una área de protección de cincuenta metros en zonas con pendiente “quebrada”, un área de quince metros en zonas rurales, y de diez metros en zonas urbanas a partir de la ribera, medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos.



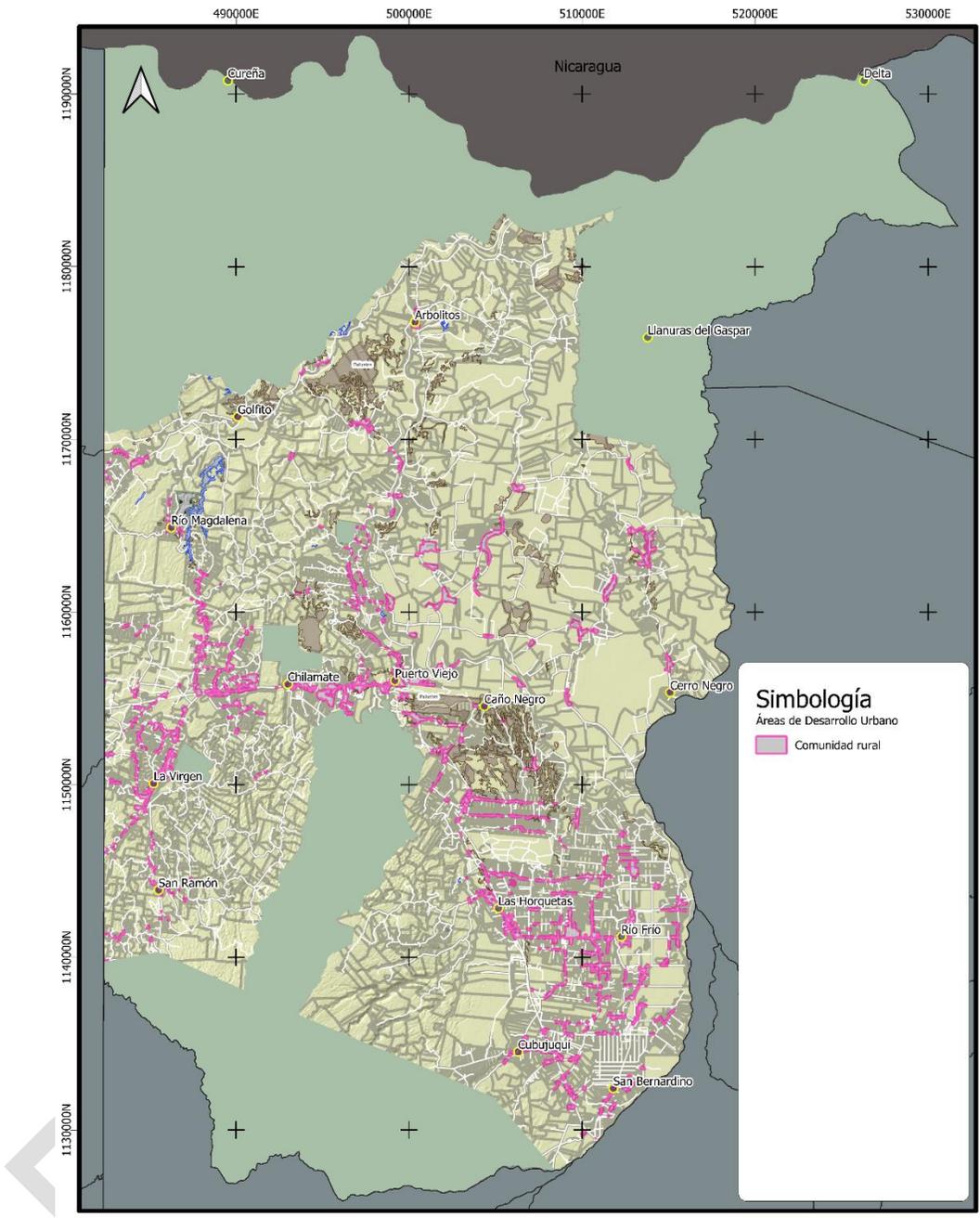
Fotografía 8. Vegetación de ribera, camino a San Ramón, La Virgen del cantón de Sarapiquí, Heredia, 2023

Vivienda rural y edificación dispersa (Comunidad rural): Corresponde a la infraestructura rural tales como caminos, patios con suelo descubierto o pequeños cultivos, bodegas grandes, casas o edificaciones.



Fotografía 9. Vivienda dispersa, El Roble y La Virgen del cantón de Sarapiquí, Heredia, 2023

En el siguiente mapa se observa las Áreas de Desarrollo Urbano del cantón de Sarapiquí.



Áreas de Desarrollo Urbano

Plan Regulador de Sarapiquí
Introducción de la Variable Ambiental (IFA)



Desarrollador:

Fuente:
 Instituto Geográfico Nacional IGN
 Sistema Nacional de Información Territorial SNIT
 Municipalidad de Sarapiquí
 Datos de campo
 Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC -
 ACAHN, ACC y ACTO
 Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR
 Comisión Nacional de Emergencias CNE

NOTAS:
 Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.

Simbología

Poblados	ASP	RNH
Red Vía	ABE	Lacustre
Mapa Controlado	TINDER	Palustre
Distritos		

FECHA DE ELABORACIÓN: 2023
 ELABORADO POR:

Mapa 51. Áreas de Desarrollo Urbano del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Cultivos anuales y permanentes: Corresponde en su mayoría a cultivos permanentes de piña y banano. Pimienta, limón, naranja, yuca, entre otros cultivos son los principales que se dan en la zona.



Fotografía 10. Cultivo de piña, cruce entre Pueblo Nuevo y La Virgen del cantón de Sarapiquí, Heredia, 2023.



Fotografía 11. Plantación de banano, cantón de Sarapiquí, Heredia, 2023.

Pasto y Pasto Arbolado: Las áreas de pastizales en su mayoría corresponden a áreas destinadas a la ganadería y pastoreo, gramíneas principalmente.



Fotografía 12. Pasto arbolado, cantón de Sarapiquí, Heredia, 2023.

5.2.6. Tendencias de uso del suelo y ocupación a corto y mediano plazo

El análisis de la ocupación antrópica actual y futura se construyó del 2005, imágenes satelitales del 2012 y trabajo de campo 2023, aplicando las clasificaciones generales y levantamiento del uso de la tierra.

Las áreas de ocupación antrópica a corto y mediano plazo se definieron a partir de los siguientes criterios:

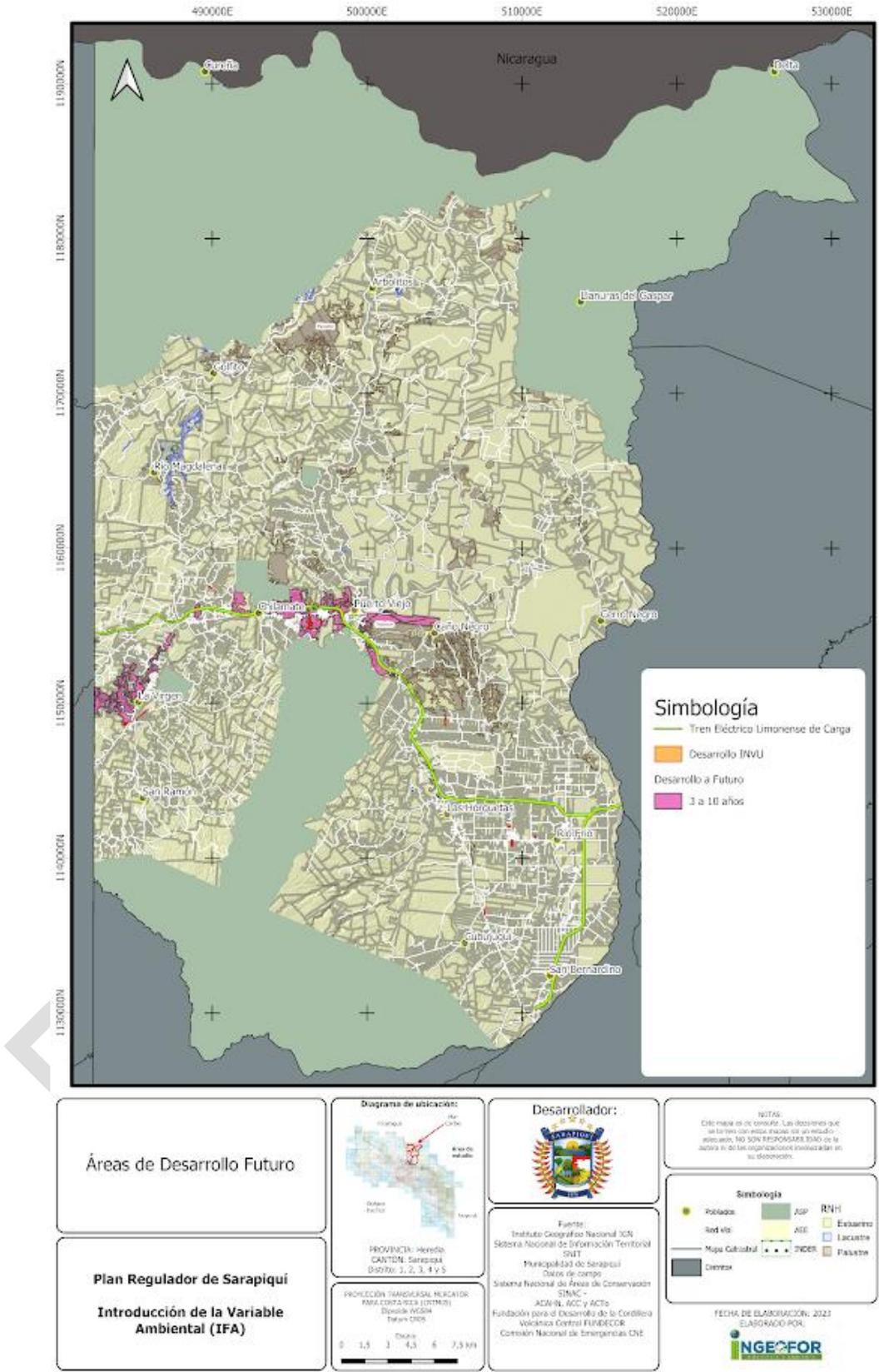
- a) Ocupación antrópica actual
- b) Consulta municipal
- c) Tendencia de cambio de usos
- d) Áreas ambientalmente frágiles según el anexo 3 del Reglamento General EIA

De este modo se definen áreas que no coincidan con las anteriormente listadas, en donde para un periodo de 0 a 3 años no se registran en la municipalidad proyectos de desarrollo a corto plazo, asimismo, para el periodo de 3 a 10 años se definieron zonas específicas para el desarrollo sostenible.

En el siguiente mapa se observa las áreas de desarrollo urbano proyectado a 3-10 años, además, proyectos ya finalizados y otros en etapa inicial para construcción de viviendas de bien social.

Se encuentra un proyecto a nivel nacional y de interés nacional, el cual es conocido como TELCA, Tren Eléctrico Limonense de Carga, el cual tiene como objetivo descongestionar la ruta 32 y parte de la ruta 4, con respecto a los vehículos de carga pesada y que su recorrido se encuentre entre la zona norte de país y las zonas portuarias en aguas limonenses.

BORRADOR



Mapa 52. Ocupación Antrópica a Mediano Plazo del cantón de Sarapiquí, Heredia.

5.3. Antecedentes referidos al Marco Natural y Entorno a nivel socioeconómico de las áreas de estudio

El cantón de Sarapiquí se destaca por su carácter rural arraigado en la agricultura y la ganadería. Su historia económica ha estado marcada por la influencia de monocultivos como el banano, la piña y el palmito (INDER, 2014), esta práctica que ha moldeado el paisaje y la dinámica socioeconómica de cierta parte de la región. Sin embargo, en el cantón también se encuentran importantes áreas dedicadas a la protección de vida silvestre, en relación con lo anterior, en el territorio se han impulsado iniciativas de reforestación y protección de la cobertura biótica por parte del sector público y apoyo del sector privado mediante la implementación del régimen de pago por servicios ambientales. Con lo anterior se ha generado una cultura importante con respecto a la conservación del ecosistema, además ha facilitado nuevas oportunidades laborales y de emprendimiento sostenible. El INDER (2015) define este cantón como potencial “laboratorio verde a nivel mundial”.

En relación con el entorno del cantón, la presencia de áreas protegidas y los recursos naturales presentes, ha sido clave para el desarrollo de actividades económicas basadas en el turismo sostenible, donde los visitantes pueden disfrutar de la riqueza natural del territorio. El turismo se ha convertido en un motor económico emergente, ofreciendo oportunidades para la observación de especies y los deportes de aventura que aprovechan los recursos naturales del área. Esta diversificación económica ha complementado tradiciones arraigadas en la agricultura y la ganadería, permitiendo una coexistencia entre la conservación ambiental y el desarrollo económico.

5.4. Infraestructura Vial y Transporte Público

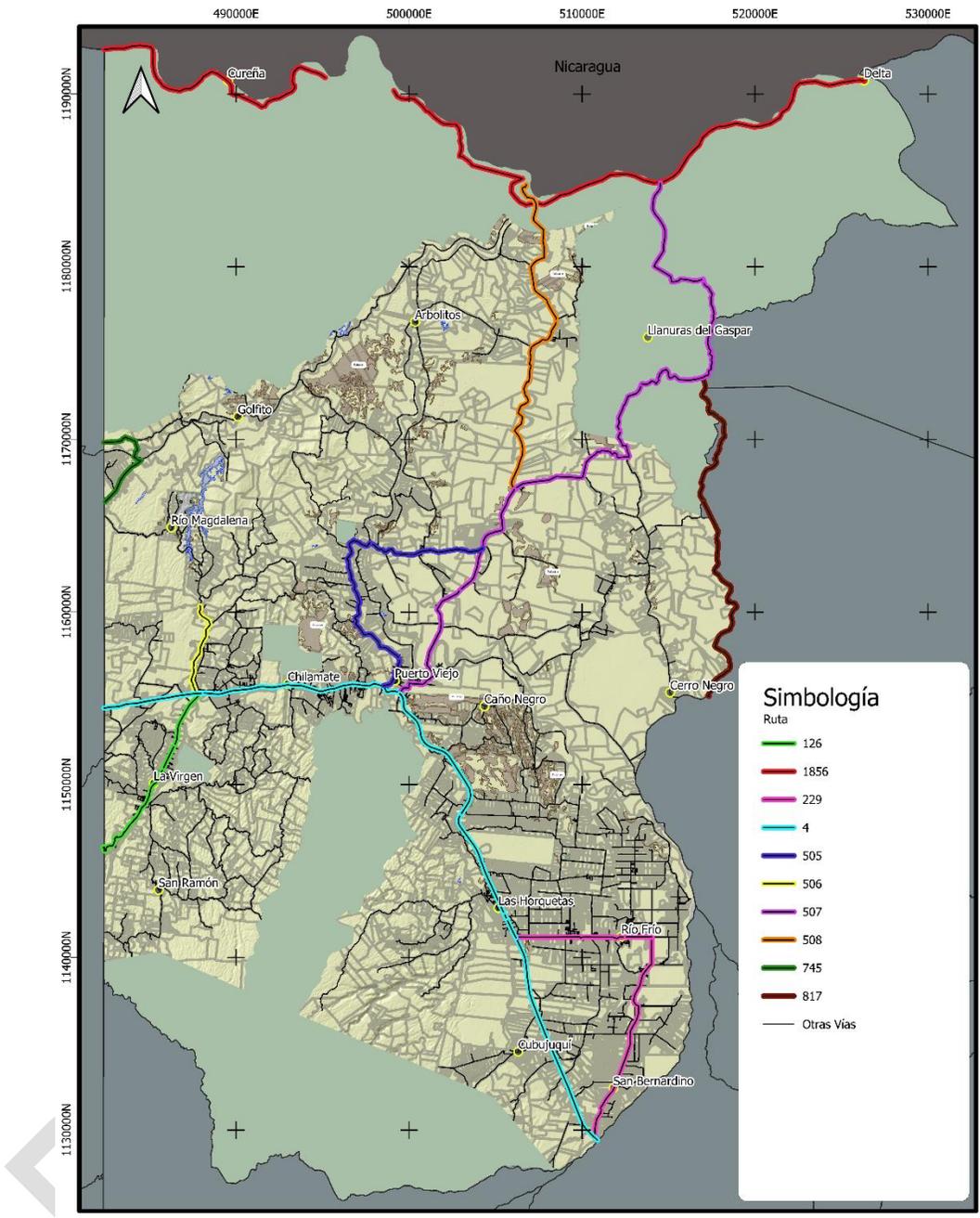
Infraestructura vial

En Sarapiquí, la Ruta Nacional Primaria 4 facilita el acceso a los principales centros poblados del cantón. Se conecta al sureste con la Ruta 32 pasando por los distritos de Horquetas y Puerto Viejo, además facilita el acceso a La Virgen mediante la conexión en Chilamate con la Ruta Secundaria 126 que culmina en el cantón central de Heredia.

En Horquetas de Sarapiquí también se encuentra la Ruta Secundaria 229 la cual conecta con la Ruta 4 y brinda acceso a los poblados más importantes del distrito, desde San Bernardino hasta La Victoria pasando por Río Frío.

Las Rutas Terciarias 505, 506 y 507 facilitan el acceso a los poblados del norte del cantón, específicamente los de los distritos de La Virgen y Puerto Viejo. Del mismo modo conectan con los distritos de Cureña y Llanuras del Gaspar las rutas 506 y 507 respectivamente. La ruta 745 conecta las comunidades de Pangola y Chaparrón.

La red vial cantonal recorre toda el área de estudio y presenta una mayor concentración de vías en los sitios circundantes a los centros poblados como se puede apreciar en el siguiente mapa. A continuación, se presenta con mayor detalle la red vial de Sarapiquí, incluyendo las rutas nacionales y cantonales:



Simbología

Ruta

- 126
- 1856
- 229
- 4
- 505
- 506
- 507
- 508
- 745
- 817
- Otras Vías

<p>Infraestructura vial</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p> <p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (CRTRM2) Escala: 1:50,000 Datum: CR35</p> <p>0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Desarrollador:</p> <p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de camino Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAHN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central: FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p>												
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>	<p>Simbología</p> <table border="0"> <tr> <td>● Puntos</td> <td>■ ASP</td> <td>■ RNH</td> </tr> <tr> <td>— Red Vial</td> <td>■ AEE</td> <td>■ Lacustre</td> </tr> <tr> <td>■ Mapa Catastral</td> <td>■ INDER</td> <td>■ Palustre</td> </tr> <tr> <td>■ Distritos</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		● Puntos	■ ASP	■ RNH	— Red Vial	■ AEE	■ Lacustre	■ Mapa Catastral	■ INDER	■ Palustre	■ Distritos			<p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2023 ELABORADO POR: </p>
● Puntos	■ ASP	■ RNH													
— Red Vial	■ AEE	■ Lacustre													
■ Mapa Catastral	■ INDER	■ Palustre													
■ Distritos															

Mapa 53. Infraestructura vial del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Transporte Público

Según el Estudio de Caracterización del Territorio (INDER, 2014) el servicio de transporte público en el cantón está dado por tres rutas:

La Ruta 284 realiza un recorrido por Ciudad Quesada - Puerto Viejo – Río Frío y viceversa, donde se conoce que hay una alta demanda de la ruta y una baja frecuencia de operación de la ruta.

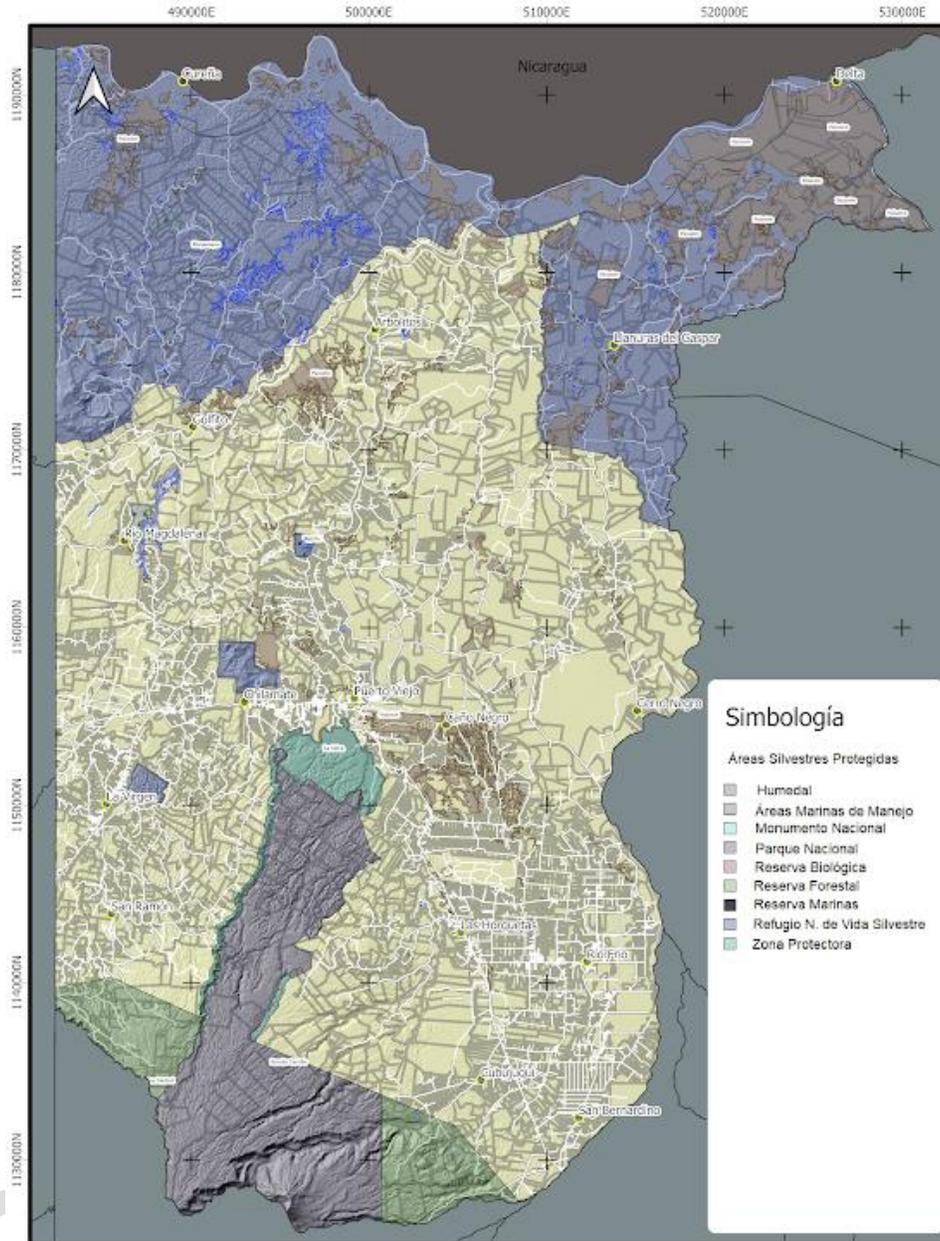
La ruta 406 se realiza desde la ciudad de San José hasta el cantón de Guápiles, pasando por los poblados más grandes de los distritos de Puerto Viejo y Horquetas. La ruta representa gran importancia para la movilidad de las personas del cantón hacia la capital.

Por último, la ruta 448 realiza varios recorridos por el distrito de Puerto Viejo. Un recorrido de ida y otro de vuelta al día, realiza una conexión del poblado central con otros de menor densidad (La Gata, La Aldea, Los Ángeles, San Gerardo, San Julián, Las Marías, Nogal, Guayacán). Un recorrido de mayor frecuencia conecta el poblado central de Puerto Viejo con Llano Grande, La Virgen, Gavilanes y La Colonia.

En los distritos de La Cureña y Llanuras del Gaspar existe una dependencia de servicios de transporte informales debido a la inexistencia de servicios de transporte público (INDER, 2014).

5.5. Áreas de administración especial según legislación vigente

En el presente apartado se registran los parques nacionales, reservas, refugios y otras categorías de manejo mencionadas en el apartado de Bioaptitud. No hay presencia de reservas indígenas en el cantón.

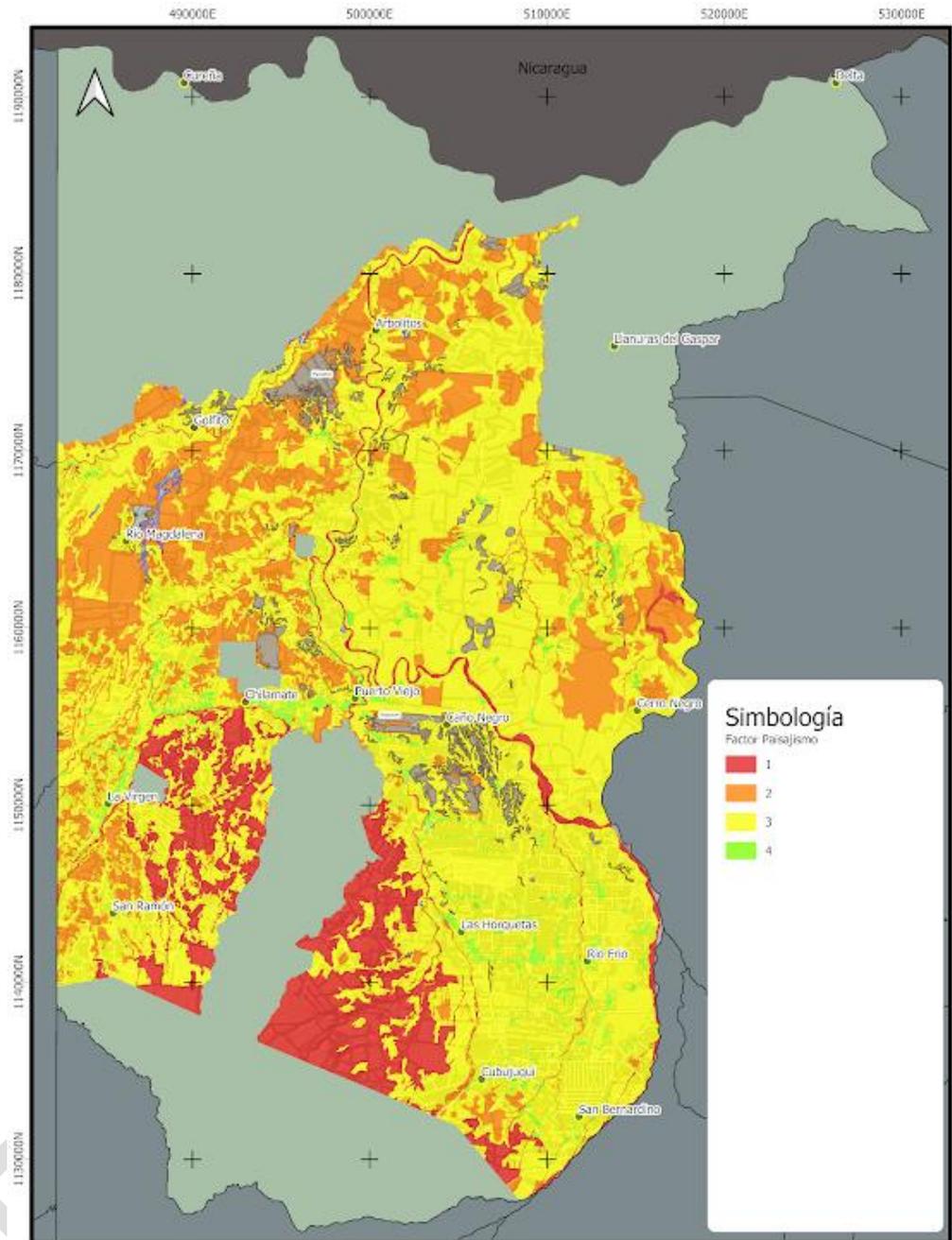


<p>Áreas de Administración Especial</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p>	<p>Desarrollador:</p>	<p>NOTA: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas de un estudio preliminar, NO SON RESPONSABLES EN SU totalidad de las organizaciones involucradas en su desarrollo.</p>																								
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>	<p>PROYUNCIÓN: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Datos: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN: TRANSVERSAL MERCATOR PARA COORDENADA UTM (ETM) Datum: WGS84 Datum: UTM</p> <p>Escala: 1:50,000</p>	<p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN) Sistema Nacional de Información Territorial (SINT) Municipalidad de Sarapiquí Datos de campo Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) - ACM N.º 003 y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>Simbología</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Populada</td> <td></td> <td>APP</td> <td></td> <td>RPH</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Red Vía</td> <td></td> <td>AEE</td> <td></td> <td>Esbarrito</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Mapa Cultural</td> <td></td> <td>INDER</td> <td></td> <td>Lacustre</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Districto</td> <td></td> <td>PASADIN</td> <td></td> <td>PASADIN</td> </tr> </table> <p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2022 ELABORADO POR: </p>		Populada		APP		RPH		Red Vía		AEE		Esbarrito		Mapa Cultural		INDER		Lacustre		Districto		PASADIN		PASADIN
	Populada		APP		RPH																						
	Red Vía		AEE		Esbarrito																						
	Mapa Cultural		INDER		Lacustre																						
	Districto		PASADIN		PASADIN																						

Mapa 54. Áreas de administración especial del cantón de Sarapiquí, Heredia.

5.6. Categorías de paisaje y sitios de interés paisajístico

En el siguiente mapa se observa el mapa correspondiente al factor paisaje.



<p>Factor paisajístico</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p>	<p>Desarrollador:</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas son del usuario. NO SON RESPONSABLES INAO ni la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p>																								
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>	<p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR: MARCADURA (UTM): Escala: UTM Datum: CHCS</p> <p>Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 KM</p>	<p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SINT Municipalidad de Sarapiquí Datos de campo Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC ACN-IL, ACC y ACTA Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>Simbología</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Poblados</td> <td></td> <td>ASP</td> <td></td> <td>RNH</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Red Vía:</td> <td></td> <td>ARE</td> <td></td> <td>Estuario</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Mapa Cultural</td> <td></td> <td>Lacustre</td> <td></td> <td>Playa</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Diámetro</td> <td></td> <td>INDIC</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Poblados		ASP		RNH		Red Vía:		ARE		Estuario		Mapa Cultural		Lacustre		Playa		Diámetro		INDIC		
	Poblados		ASP		RNH																						
	Red Vía:		ARE		Estuario																						
	Mapa Cultural		Lacustre		Playa																						
	Diámetro		INDIC																								
		<p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2022 ELABORADO POR: </p>																									

Mapa 55. Categorías de paisaje del cantón de Sarapiquí, Heredia.

5.7. Restricciones de Orden Urbano

En relación con las restricciones de orden urbano es importante considerar el cumplimiento de las áreas de protección estipuladas por la legislación nacional. A continuación, se presenta un cuadro con la información detallada según la ley o reglamento aplicable:

Cuadro 53. Restricciones de uso para el orden urbano aplicables en el área de estudio.

Área de protección	Ley o reglamento aplicable	Criterio por aplicar
Área Silvestre Protegida	Ley Orgánica del Ambiente Ley N°7554, artículo 32	Restricciones de uso en las categorías de manejo establecidas por el MINAE
Pozos y Manantiales	Reglamento para la perforación de pozos y aprovechamiento de aguas subterráneas N° 43053-MINAE, Capítulo 4, inciso b	A todo pozo con fines de aprovechamiento de agua, se le establece una distancia de retiro de hasta 40 metros
	Ley de aguas N° 276, artículo 149.	Se prohíbe destruir bosques a menos de 70 metros de manantiales nacidos en cerros o a menos de 50 metros en terrenos planos
	Ley Forestal N°7575, artículo 33	Las áreas que bordeen nacientes permanentes, definidas en un radio de cien metros medidos de modo horizontal
Ríos y Quebradas	Ley Forestal N°7575, artículo 33.	Deben tener un retiro de: En zonas rurales 15,00 m y en zonas urbanas de 10,00 m, medidas horizontalmente, siempre que el terreno sea plano. Si el terreno tiene una pendiente mayor a 40% son 50,00 m horizontales
Lagos y Lagunas	Ley Forestal N°7575, artículo 33.	Deben tener un retiro de 50 m medidos horizontalmente, exceptuando los lagos artificiales privados
Uso y cobertura forestal	Ley Forestal N°7575, artículo 19.	En terrenos cubiertos de bosque, no se permitirá cambiar el uso del suelo, ni establecer plantaciones forestales. Sin embargo, la Administración Forestal del Estado podrá otorgar permiso en esas áreas
Fallamiento	Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación del Impacto Ambiental (Manual de EIA) N°	Se establece un área de retiro de 15 metros a las áreas de fallas geológicas activas salvo que exista un criterio geológico – neotectónico específico y local que reduzca dicha zona hasta un mínimo de 10 metros

	32967	
Amenazas Naturales	Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo N° 8488, artículo 34.	Restricciones temporales del uso de la tierra ante la prevención de emergencias
Patrimonio Natural del Estado	Ley Forestal N°7575, artículo 13.	El patrimonio natural del Estado estará constituido por los bosques y terrenos forestales de las reservas nacionales, de las áreas declaradas inalienables, de las fincas inscritas a su nombre y de las pertenecientes a municipalidades, instituciones autónomas y demás organismos de la Administración Pública, excepto inmuebles que garanticen operaciones crediticias con el Sistema Bancario Nacional e ingresen a formar parte de su patrimonio

Fuente: Equipo consultor con información obtenida del Sistema Costarricense de Información Jurídica.

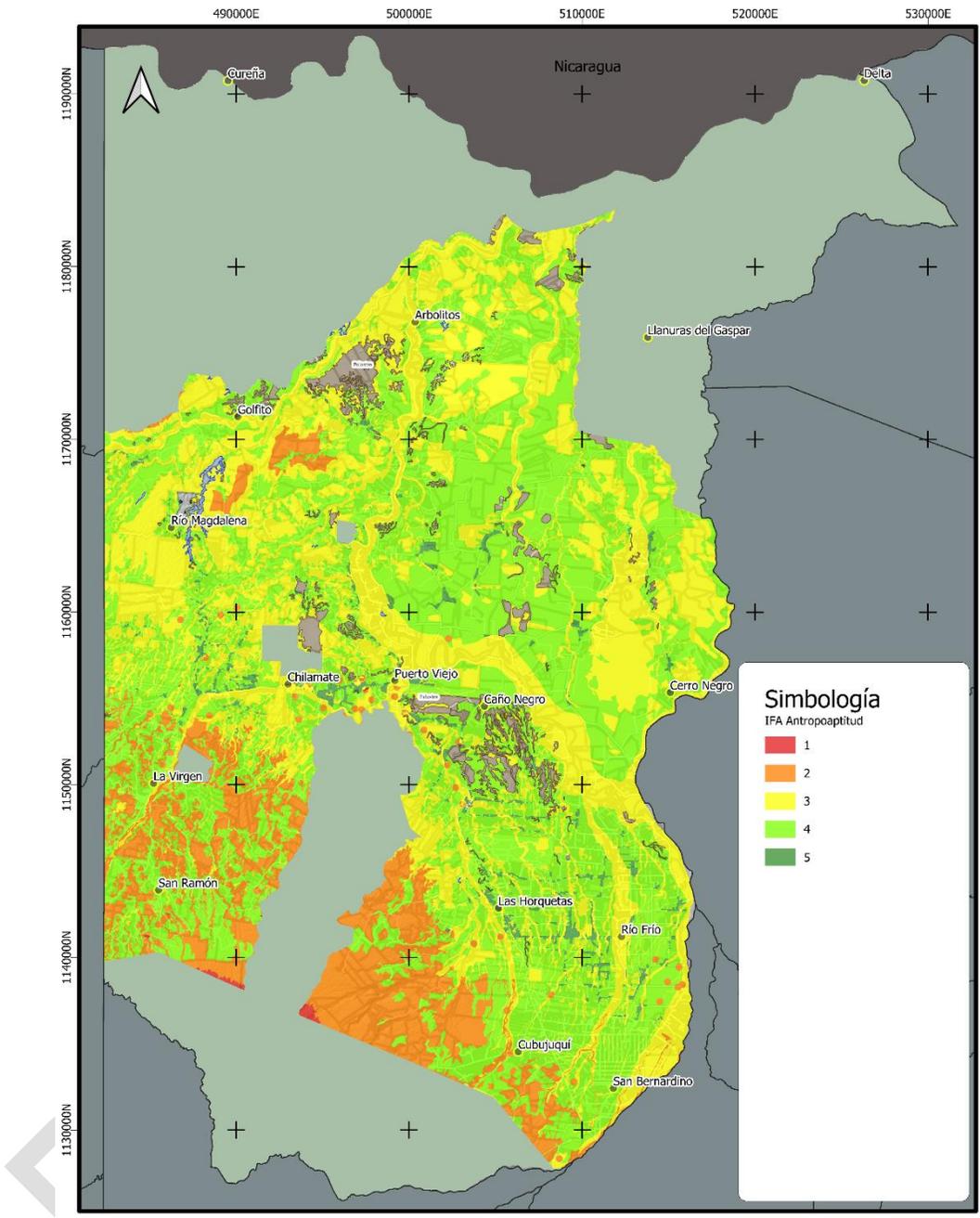
5.8. Propuesta Conceptual: Proyecto de Regeneración Urbana-Rural

Además de las actividades económicas propias de la dinámica rural en el cantón de Sarapiquí, como la agricultura y ganadería, mencionadas anteriormente, también se encuentran diferentes empresas dedicadas a la industria alimentaria como Tropicfrost y Alimentos Bermúdez S.A. Con lo anterior se evidencia una mezcla entre las actividades productivas urbanas como de las rurales. Por lo anterior se propone un modelo de coexistencia entre ambos modelos en el cantón generando una importante diversificación en las actividades productivas y una promoción diversa de la oferta laboral.

Por otra parte, se propone que el gobierno local promueva la reubicación de las comunidades ubicadas actualmente en zonas de vulnerabilidad ante desastres naturales, y específicamente a las afectadas de forma reiterada por inundaciones. Del mismo modo se recalca la importancia de considerar, en este proceso, los escenarios del cambio climático sobre el territorio y las comunidades que lo habitan.

5.9. IFA Antropoaptitud Integrada

A continuación, se muestra el mapa antropoaptitud integrada.



IFA Antropoaptitud

Plan Regulador de Sarapiquí
Introducción de la Variable Ambiental (IFA)

Diagrama de ubicación:

PROVINCIA: Heredia
 CANTÓN: Sarapiquí
 Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5

PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR
 PARA COSTA RICA (CRTPM)
 Elipsoida WGS84
 Datum CRUS

Escala:
 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km

Desarrollador:

Fuente:
 Instituto Geográfico Nacional IGN
 Sistema Nacional de Información Territorial
 SNIT
 Municipalidad de Sarapiquí
 Datos de campo
 Sistema Nacional de Áreas de Conservación
 SINAC -
 ACAHN, ACC y ACTO
 Fundación para el Desarrollo de la Cordillera
 Volcánica Central FUNDECCR
 Comisión Nacional de Emergencias CNE

NOTAS:
 Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABLES. Tanto de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.

Simbología

Poblados	ASP	RNH
Red Vial	AEE	Lacustre
Mapa Catastral	TINDER	Palustre
Diámetro		

FECHA DE ELABORACIÓN: 2023
 ELABORADO POR:

Mapa 56. IFA Antropoaptitud del cantón de Sarapiquí, Heredia.

5.10. Potencialidades, incertidumbres y limitaciones

En el siguiente cuadro se muestra las potencialidades, limitaciones e incertidumbres en el cantón de Sarapiquí para el factor Antropoaptitud.

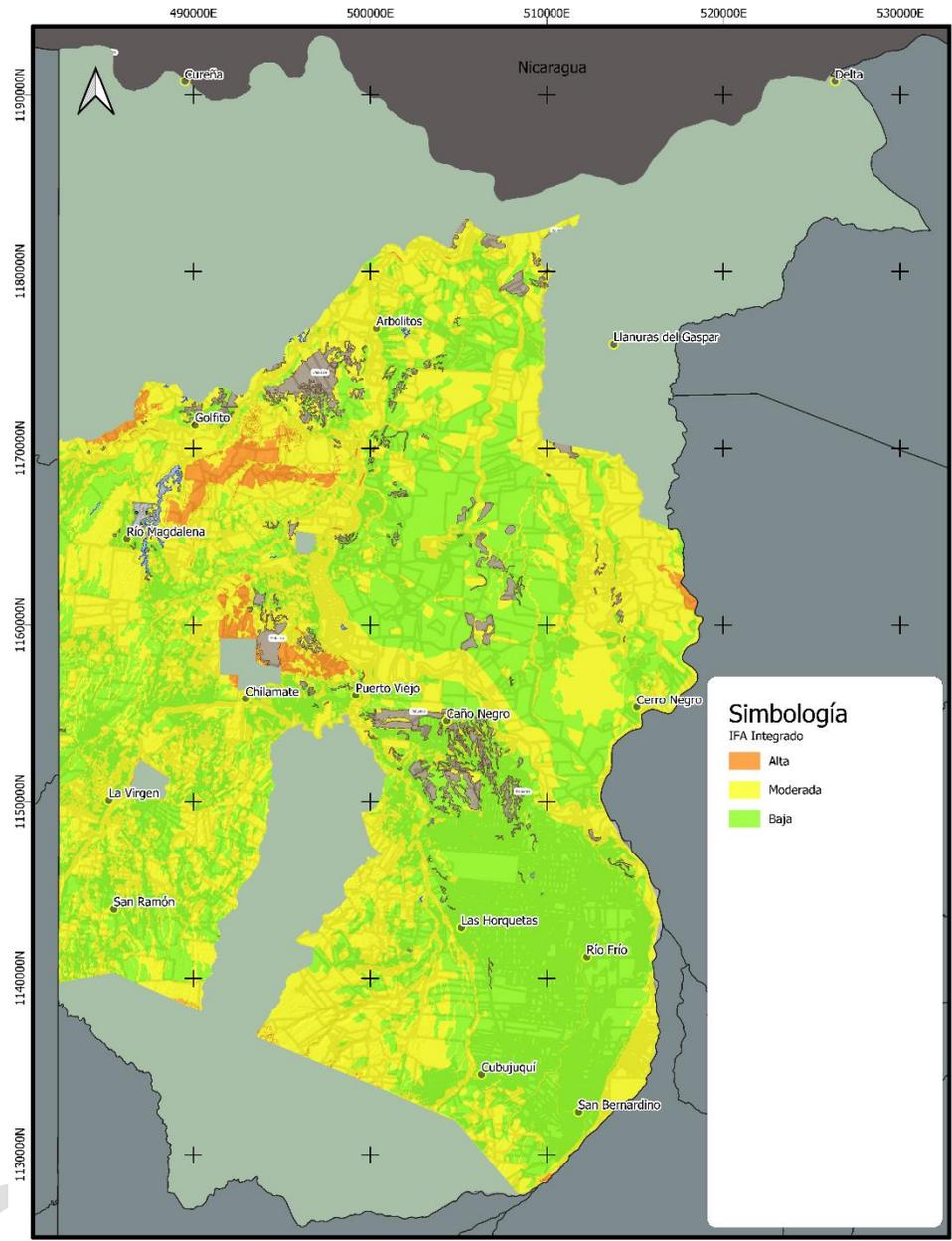
Cuadro 54. Limitantes y Potencialidades técnicas del cantón de Sarapiquí, Heredia.

	Limitantes Técnicas	Atributos Técnicas
I	Restringe el uso a estas áreas por encontrarse en Áreas ambientalmente frágiles según el anexo 3 del Reglamento General EIA	Muy alto potencial paisajístico, tiene una gran cobertura de bosque primario, así como secundario, ríos y lagunas. Y se ubica el PN Braulio Carrillo y la Reserva Forestal Cordillera Central.
II	Son zonas de Bajo y Moderado potencial paisajístico.	Comprende aproximadamente un 12% de la extensión del cantón, son áreas sin intervención antrópica, principalmente cubierta por bosque primario y secundario, así como cobertura de pastos y pastos arbolados, Y se ubica el PN Braulio Carrillo, la Reserva Forestal Cordillera Central y el refugio Nacional de Vida Silvestre Maquenque.
III	Son zonas de Moderado potencial paisajístico y restricciones de uso en ASP.	Abarca tan solo un 36,8% de la extensión del cantón, y principalmente está cubierto de bosque secundario y pasto arbolado, así como charral y tacotal. Y se ubica el refugio Nacional de Vida Silvestre Maquenque y el Refugio Nacional de Fauna Silvestre Barra del Colorado.
IV	Son zonas de Bajo Potencial paisajístico por actual uso urbano.	Áreas definidas como posible ocupación antrópica a corto y mediano plazo, principalmente las áreas de pasto y pasto arbolado.
V	Son zonas de Bajo Potencial paisajístico, restricciones de ley 7575.	La Muy Baja Fragilidad abarca tan solo un 1,7% de la cobertura del cantón, aproximadamente 2 141,7 ha. que se distribuyen las áreas de bosque, ríos y lagunas.

Fuente: Equipo Consultor PPS-UNA

6. IFA INTEGRADO

Una vez analizados y obtenidos los IFAS en el campo de la Geoaptitud, Bioaptitud, Edafoaptitud y Antropoaptitud se elaboró el IFA integrado.



Simbología
IFA Integrado

- Alta
- Moderada
- Baja

<p>IFA Integrada</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p>	<p>Desarrollador:</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas a nivel de estudio subsiguiente, NO SON RESPONSABILIDAD de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p>
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>	<p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distritos: 1, 2, 3, 4 y 5</p> <p>PROYECCIÓN: TRANSVERSAL, MERCATOR PARA CORTA ESCALA (GRTM2) Elipsoide: WGS84 Datum: CH1950</p> <p>Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de campo Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAIN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Poblados — Red Vial — Mapa Catastral ■ Distritos ■ ASP ■ AEE ■ ZINER ■ RNH ■ Estuario ■ Lacustre ■ Palustre <p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2023 ELABORADO POR: INGEFOR</p>

Mapa 57. IFA Integrado del cantón de Sarapiquí, Heredia.

Los resultados de este documento son de carácter general, por lo tanto, sirve como guía para la gestión del uso del suelo y el ordenamiento territorial. Se recomienda realizar estudios específicos para la construcción de estructuras y evaluaciones de impacto ambiental.

Es necesario recomendar las tecnologías verdes, así como cultivos orgánicos, principalmente en las zonas más vulnerables a la contaminación acuífera (GOD), como también la limitación de pesticidas y agroquímicos en general que puedan perjudicar las aguas subterráneas.

La calidad de los resultados obtenidos se encuentra ligada a las limitaciones técnicas e información disponible.

7. SUBCLASES

Describiendo cada una de las categorías resultantes de la integración en el Sistema de Información Geográfica de los Factores de Geoaptitud integrado, Edafoaptitud, Bioaptitud y Antropoaptitud se obtienen las subclases, tal como se indica en el Decreto Ejecutivo N° 32967-MINAE.

Estas zonas definidas como subclases tienen la intención de establecer orientaciones para el desarrollo territorial, considerando las particularidades ambientales que las caracterizan.

Para cada una de las zonas analizadas se detallan lineamientos ambientales que deben ser acatados en las propuestas de los usos de la tierra que determine el Plan Regulador del cantón de Sarapiquí.

Las áreas que mayoritariamente abarcan el cantón corresponden a la categoría de Baja Fragilidad Ambiental IV-A y Moderada Fragilidad Ambiental III-A y III-B. Mientras que la Alta Fragilidad Ambiental II-A y II-B.

II-A. Alta Fragilidad Ambiental: Corresponden a áreas de bosque primario y cursos fluviales, no comprenden áreas pobladas.

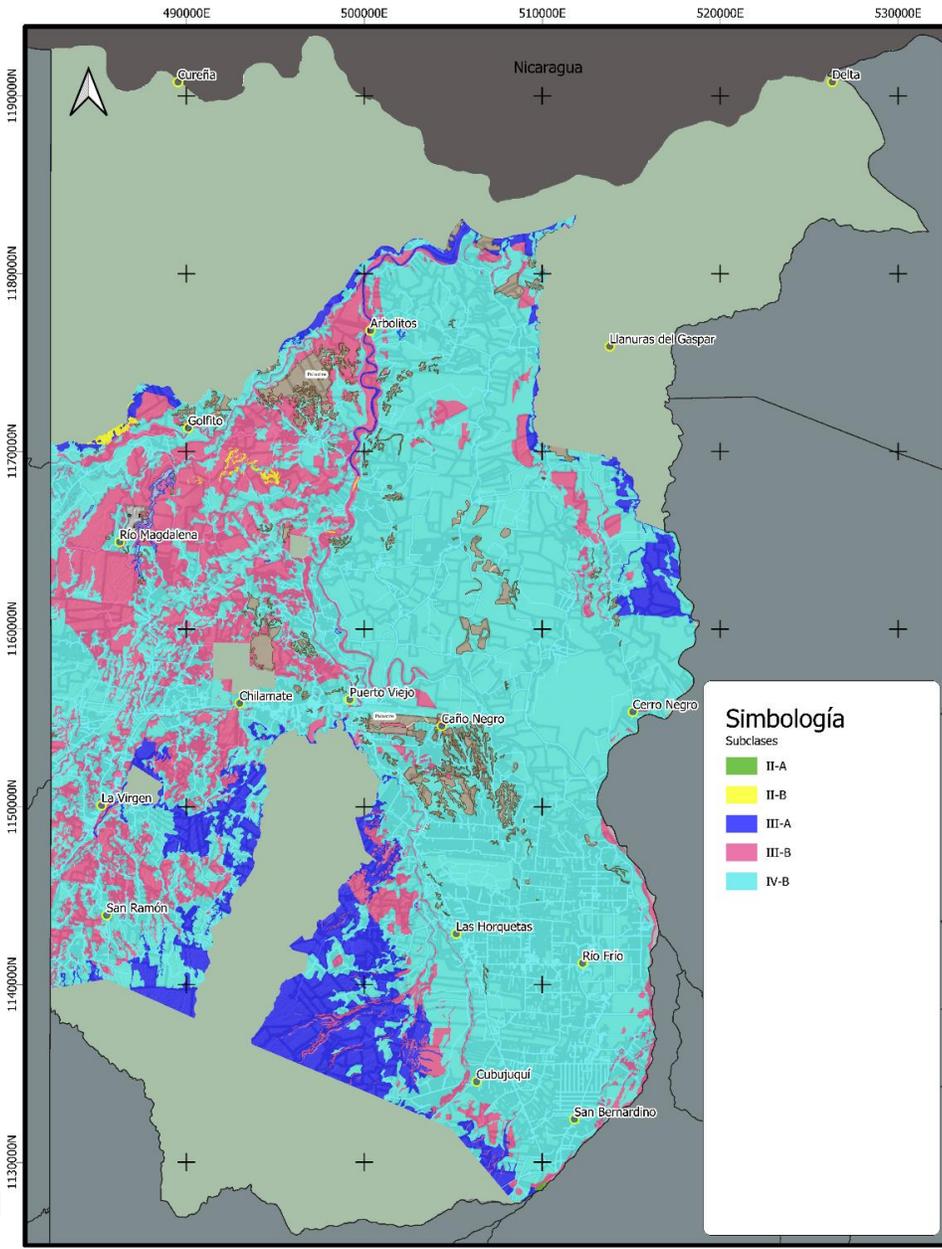
II-B. Alta Fragilidad Ambiental: Esta categoría comprende a áreas de bosque secundario, en las cercanías de las lomas Sardinal y Chaparron, cerca de la Hacienda Tierra Buena, esta dentro del Refugio Nacional de Vida Silvestre Mixto Maquenque y parte de curso fluvial del río Sarapiquí.

III-A. Moderada Fragilidad Ambiental: Esta categoría corresponde a bosque primario y secundario, así como pastizales y plantaciones forestales. El área de ocupación antrópica corresponde a cultivos, comunidad rural.

III-B. Moderada Fragilidad Ambiental: esta categoría corresponde a bosque primario y secundario, así como pastizales, curso fluvial, charral y tacotal. El área de ocupación antropica corresponde a cultivos, comunidad rural, red vial, etc; abarcando las comunidades de Santa Delia, Caño San José, El Progreso, Las Delicias, Tres Rosales, Muelle y Palmitas.

IV-A. Moderada Fragilidad Ambiental: corresponde a las áreas con mayor ocupación antrópica actual (pastizales, cultivos, comunidad rural, plantaciones forestales) como las comunidades de Puerto Viejo, La Virgen, Horquetas, el sector de Río Frio, etc. Asimismo cuenta con pequeñas áreas de humedales, lagunas y bosques secundarios y primarios.

En conclusión, los estudios técnicos elaborados con la metodología de IFA presentan un panorama para el cantón de Sarapiquí con potencial desde el punto de vista ambiental, para el desarrollo de diversas actividades económicas. Estas deben de tomar en consideración las limitantes técnicas que para caso particular se presenten, según las características del terreno y siguiendo las políticas de desarrollo territorial que se definan como convenientes dentro del Plan Regulador y que tengan contempladas las indicaciones normativas que a nivel de país rigen el ordenamiento territorial.



Simbología

Subclases

- II-A
- II-B
- III-A
- III-B
- IV-B

<p>Subclases</p>	<p>Diagrama de ubicación:</p> <p>PROVINCIA: Heredia CANTÓN: Sarapiquí Distrito: 1, 2, 3, 4 y 5</p>	<p>Desarrollador:</p> <p>Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN Sistema Nacional de Información Territorial SNIIT Municipalidad de Sarapiquí Datos de campo Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC - ACAIN, ACC y ACTO Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central FUNDECOR Comisión Nacional de Emergencias CNE</p>	<p>NOTAS: Este mapa es de consulta. Las decisiones que se tomen con estos mapas sin un estudio adecuado, NO SON RESPONSABLES de la autora ni de las organizaciones involucradas en su elaboración.</p>
<p>Plan Regulador de Sarapiquí Introducción de la Variable Ambiental (IFA)</p>	<p>PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR PARA COSTA RICA (GTMCR) Elipsoide WGS84 Datum CHUS</p> <p>Escala: 0 1,5 3 4,5 6 7,5 km</p>	<p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> Pobladors Red Vial Mapa Catastral Distritos ASP AEE INDER RNIH Estuario Lacustre Pakustre 	<p>FECHA DE ELABORACIÓN: 2023 ELABORADO POR: INGEFOR</p>

Mapa 58. Subclases del cantón de Sarapiquí, Heredia.

En el siguiente cuadro se muestra las subclases junto con las recomendaciones de uso del suelo.

Cuadro 55. IFA Subclases y recomendaciones de uso del suelo del cantón de Sarapiquí, Heredia.

IFA Subclases	IFA Geoaptitud	IFA Bioaptitud	IFA Edafoaptitud	IFA Antropoaptitud	Recomendaciones de uso del suelo
II-A	Corresponden con áreas montañosas, con geoaptitudes moderadas. Son áreas que han sufrido deslizamientos, flujos de lodo y presentan una alta probabilidad de reactivación. Presentas fuertes pendientes. Se compone por las laderas volcánicas Cacho Negro. Ningún tipo de asentamiento humano debe encontrarse en estas áreas ni en las cercanías ladera abajo.	Zonas de protección según ley forestal y ley de Biodiversidad. Se ubica dentro del Parque Nacional Braulio Carrillo, con coberturas de bosque que van desde primario hasta secundario.	Capacidades de uso de la tierra IV poseen severas limitantes por pendiente del terreno superior al 75 % y pedregosidad abundante, relieves fuertemente escarpados, y fertilidades bajas.	Antropoaptitud es muy altas, con cobertura de bosque primario y muy alto potencial paisajístico. Restringe el uso a estas áreas por encontrarse en Áreas ambientalmente frágiles según el anexo 3 del Reglamento General EIA.	Debido al confinamiento de esta zona, cobertura de uso correspondiente a bosque primario y estado de protección del PN Parque Nacional Braulio se recomienda limitar las actividades propias del parque, de investigación, turismo en esta zona debido a los riesgos existentes. Según la ley de Biodiversidad esta área es de competencia y administración del SINAC.
II-B	Corresponden a geoaptitud moderada y baja. Corresponde a litopetrofísica y geodinámica externa alta. Presenta fuertes	Zonas de protección según ley forestal y ley de Biodiversidad. Se ubica dentro del Refugio	Estos suelos presentan un relieve escarpado. (30-50%), moderadamente profundos. Drenaje excesivo y buena	Antropoaptitud alta, con cobertura de bosque secundario y alto potencial paisajístico. Restringe el uso a estas áreas por	Limitar el espacio para la construcción, debido a la predominancia de relieves escarpados y estabilidad de laderas sumamente

	pendientes, se compone por lomeríos denudacionales, con potencial erosivo.	Nacional de Vida Silvestre Mixto Maquenque con coberturas de bosque que van desde primario hasta secundario.	permeabilidad. Fertilidad media, con capacidad de uso de la tierra de VIIs1e12 con limitantes de profundidad, fuertes pendientes y erosión.	encontrarse en Áreas ambientalmente frágiles según el anexo 3 del Reglamento General EIA.	reducidas ya que terrenos de esta categoría se califican como zonas con altas limitaciones para la ocupación humana permanente por riesgo de deslizamiento. Se restringe el uso a estas áreas por encontrarse dentro del Refugio Nacional de Vida Silvestre Mixto Maquenque y presencia de bosque secundario y primario, según el anexo 3 del Reglamento General EIA.
III-A	Corresponden a geopotenciales bajas. En la unidad de las Laderas volcánicas Cacho Negro presenta relieves escarpados con inestabilidad de laderas alta, y geodinámica alta, por lo que presenta vulnerabilidad a la ocurrencia de deslizamientos.	Zonas de protección según ley forestal y ley de Biodiversidad. Se ubica dentro del PN Braulio Carrillo, RVS Mixto Maquenque, Barra del Colorado, Corredor Fronterizo, RF Cordillera Volcánica Central, ZP La Selva con coberturas de bosque	Capacidad de uso de la tierra de IVs2e1 y VIIs1e12 con limitantes de profundidad, fuertes pendientes y erosión, relieve escarpado, profundos, de drenaje bueno y moderada permeabilidad, y baja fertilidad.	Antoportunidad muy alta, alta y moderada, con cobertura de bosque secundario y alto y moderado potencial paisajístico. Restringe el uso a estas áreas por encontrarse en Áreas ambientalmente frágiles según el anexo 3 del Reglamento General EIA.	El área correspondiente al PN Braulio Carrillo y las RVS, RF y ZP son de competencia y administración del SINAC. En esta zona se encuentran las unidades Litopetrofísicas llanuras aluviales de Sarapiquí y Tambor las cuales presentan un elevado potencial hidrogeológico. El terreno es relativamente estable en las localidades donde la pendiente sea

	<p>En la unidad de llanuras aluviales de Sarapiquí y Tambor presenta materiales poco consolidados como limos y arcillas, y depósitos aluviales. Estas zonas no son aptas para la construcción debido a su pobre capacidad de soporte. Además, en el caso de los depósitos aluviales, estos pueden ser afectados por licuefacción.</p>	<p>que van desde primario hasta secundario.</p>			<p>moderada. Se recomienda realizar estudios de detalle para la construcción de cualquier estructura y para la evaluación de la estabilidad del terreno.</p> <p>La inestabilidad de las laderas es parte de un proceso natural que continuara dándose, principalmente en esta zona por sus condiciones, por lo es indispensable realizar gestión local del riesgo de desastre, a partir de la reducción de vulnerabilidades y fortalecimiento de capacidades locales, así como la identificación de la infraestructura más susceptible para su debido mantenimiento.</p>
III-B	<p>Corresponden a geopotitudes bajas. En la unidad de llanuras aluviales de Sarapiquí se presentan materiales poco consolidados como limos y arcillas, y</p>	<p>Se ubica en los corredores biológicos San Juan – La Selva, en los cuales su cobertura de uso de la tierra corresponde al Bosque secundario</p>	<p>Capacidad de uso de la tierra de IVs2e1 con limitantes de textura y erosión. Presentan relieves ondulados, profundos, con texturas moderadas y finas a finas,</p>	<p>Antopopaptitud que va desde muy alta, alta hasta moderada, con cobertura de bosque secundario, charral y tacotal. Presenta un moderado y</p>	<p>Dadas las condiciones de Geopotitud y Edapaptitud estas áreas presentan condiciones aptas para el desarrollo, sin embargo, las limitantes de Bioaptitud y Antropopaptitud restringen esta</p>

	depósitos aluviales. Estas zonas no presentan limitaciones en amenazas naturales, geodinámica externa, y estabilidad de laderas.	poco alterado.	drenaje bueno y moderada permeabilidad, así como baja fertilidad.	bajo potencial paisajístico.	condición, debido a que la cobertura de uso corresponde a bosques secundarios, charral, tacotal, bosque ripario. Se recomienda fortalecer el Corredor Biológico San Juan – La Selva a través de: a) pagos de servicios ambientales a propietarios privados por la conservación de bosques secundarios y por terrenos con proceso de regeneración natural. b) creación de proyectos de reforestación con especies nativas y pioneras con fines de conservación. c) Fomentar la presencia de cerca vivas en las propiedades de tal forma que se favorezca la diversidad de especies. Estos proyectos deben ser realizados en común acuerdo con los propietarios privados de la zona.
--	--	----------------	---	------------------------------	--

<p>IV-A</p>	<p>Corresponden a geopotenciales bajas y muy bajas. En la unidad de llanuras aluviales de Sarapiquí se presentan materiales poco consolidados como limos y arcillas, y depósitos aluviales. Estas zonas no presentan limitaciones en amenazas naturales, geodinámica externa, y estabilidad de laderas. La unidad de coluvios y aluviones San Bernardino, no presentan limitaciones en amenazas naturales, litopetrofísica, geodinámica externa, y estabilidad de laderas.</p>	<p>Corresponde a Bioapitudes bajas y muy bajas. Se ubica en los corredores biológicos San Juan – La Selva y abarca las áreas de usos de la tierra destinadas a las actividades productivas, que no se encuentran dentro de ninguna Área Silvestre Protegida del SINAC</p>	<p>Corresponden a una Edafopitud baja. Capacidad de uso de la tierra de II y IIIs12h1 con limitantes de profundidad, textura y drenaje. Presentan relieves planos, moderadamente profundos, de texturas moderadamente gruesas a gruesas, alta permeabilidad y Baja fertilidad.</p>	<p>Antopopitud que va desde muy moderada, baja hasta muy baja, con cobertura de pastos, cultivos, área de infraestructura rural. Presenta un moderado y bajo potencial paisajístico.</p>	<p>Estas zonas son aptas para el desarrollo se recomienda el criterio técnico para la construcción de estructuras. El actual uso de la tierra de cultivos de piña y banano son divergentes con las condiciones ambientales, debido a los problemas de contaminación por residuos líquidos y plaguicidas poniendo en riesgo la salud de los habitantes, por lo que en el caso de que las condiciones actuales se mantengan, sin las medidas correctoras, es probable que se incrementen los problemas de contaminación en los acueductos locales. Aplicar la ley de aguas, la política de buenas prácticas agrícolas, y fomentar la agricultura orgánica. Se recomienda fortalecer el Corredor Biológico</p>
-------------	--	---	--	--	---

					<p>San Juan – La Selva a través de:</p> <p>a) pagos de servicios ambientales a propietarios privados por la conservación de bosques secundarios y por terrenos con proceso de regeneración natural.</p> <p>b) creación de proyectos de reforestación con especies nativas y pioneras con fines de conservación.</p> <p>c) Fomentar la presencia de cerca vivas en las propiedades de tal forma que se favorezca la diversidad de especies.</p> <p>Estos proyectos deben ser realizados en común acuerdo con los propietarios privados de la zona.</p>
--	--	--	--	--	---

8. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Sistema Nacional de Áreas de Conservación, SINAC 2014

Fondo Nacional de Financiamiento Forestal FONAFIFO 2014.

Museo Nacional de Costa Rica, 2014

Atlas de Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2008

Villate, Rodrigo; Canet-Desanti, Lindsay; Chassot, Olivier; Monge-Arias, Guisselle. 2009. El Corredor Biológico San Juan-La Selva: una estrategia exitosa de conservación. San José, Costa Rica. 21 p.

CHASSOT Olivier, MONGE Guisselle. 2002. Corredor Biológico San Juan-La Selva. Ficha técnica. San José, Costa Rica: Centro Científico Tropical, 24p.

Base de datos Orígenes (sitios arqueológicos). Departamento de Antropología e Historia Museo Nacional de Costa Rica. <http://origenes.museocostarica.go.cr/>

Corrales, Francisco. 2001 Los Primeros Costarricenses. 1era edición, Museo Nacional de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Hartman, Carl. 1901 Archaeological Researches in Costa Rica. The Royal Ethnographical Museum, Ivar Haeggstroms Boktryckeri A.B., Stockholm.

----- 1991 Arqueología costarricense: textos publicados y diarios inéditos. Traducción Anita Ohlsson de Formoso. Editorial de la Universidad de Costa Rica.

Hurtado de Mendoza, Luis. 2006 Investigaciones Arqueológicas en el Proyecto Hidroeléctrico Cariblanco Informe Final presentado a la Comisión Arqueológica Nacional. Área de Gestión Ambiental, Arqueología Instituto Costarricense de Electricidad.

Instituto Geográfico Nacional. 1990 Hoja Río Cuarto 1: 50000, edición 2 IGNCR. Instituto Geográfico Nacional, San José, Costa Rica.

Instituto Geográfico Nacional. 1982 Hoja Río Sucio 1: 50000, edición 2 IGNCR. Instituto Geográfico Nacional, San José, Costa Rica.

Instituto Geográfico Nacional. 1991 Hoja Guápiles1: 50000, edición 2 IGNCR. Instituto Geográfico Nacional, San José, Costa Rica.

La Gaceta N° 111. 12 de junio de 1989 Legislación del Patrimonio Nacional arqueológico Ley N° 6703. En: Conociendo Nuestro Patrimonio. Boletín del Museo Nacional de Costa Rica.

Sol, Felipe. 2000 Asentamientos Prehispánicos en la Reserva Biológica La Selva, Sarapiquí Costa Rica: Sistema de Explotación de Recursos Naturales en un Bosque Tropical Lluvioso. Tesis de licenciatura presentada para optar al grado de Licenciatura en Antropología con énfasis en Arqueología. Universidad de Costa Rica, Facultad de Ciencias Sociales, Escuela de Antropología y Sociología.

Stone, Doris. 1958 Introducción a la Arqueología de Costa Rica. Museo Nacional de Costa Rica.

Hoops, John 1994 Arqueología del Guanacaste Oriental. En Vínculos 18 y 19 (1-2):69-89. Revista del Museo Nacional de Costa Rica.

Sheets, Payson. 1994 Percepción Remota y Exploraciones Geofísicas aplicadas a la arqueología en Áreas volcánicas de Costa Rica y el Salvador. En Vínculos 18 y 19 (1-2):31-53. Revista del Museo Nacional de Costa Rica.

BOWLES, S., 1982: Propiedades Geofísicas de los suelos. Traducción Eugenio Retamal y Hugo Cosme. Editorial Mc Graw-Hill Latinoamericana S.A. Bogotá. Colombia. 489 págs.

GAZEL, E., ALVARADO, A., OBANDO, J. & ALFARO, A. 2005: Geología y evolución magmática del Arco de Sarapiquí, Costa Rica. - Rev. Geol. América Central, 32: 13-31.

OBANDO, J., 1995: Estudio geológico del Arco de Sarapiquí: Contribución a las nuevas exploraciones mineras de la región. - 74 págs. Placer Dome de Costa Rica [Informe interno].

HAYES, W., 1899: Physiography and geology of the región adjacent to the Nicaragua canal route. - Geol. Soc. Amer. Bull. 10: 285-348

MALAVASSI, E. & MADRIGAL R., 1970. Reconocimiento geológico de la zona norte de Costa Rica. - Inf. Téc. y Notas Geol. 9 (38): 1-12, Direc. Geol. Min. Petról; San José.

MORA, R., CHAVES, J. & VÁSQUEZ, M., 2002: Zonificación de la susceptibilidad al deslizamiento: Resultados obtenidos para la península de Papagayo mediante la modificación del método Mora-Vahrson (Mora, R. et al., 1992). – Memoria del tercer curso internacional sobre microzonificación y su aplicación en la mitigación de desastres. Lima, Perú: 38-46.

VARGAS, F. & ALFARO, A., 1992: Presencia de serpentinitas, basaltos alcalinos y rocas volcánicas ácidas en al Zona Norte-Atlántica de Costa Rica. - Rev. Geol. América Central, 14: 105-107.

BORRADOR