

PLAN · A

**TERRITORIOS RESILIENTES
ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO**

Producto N° 2 Diagnóstico del cantón de Parrita, perfil local, perfil climático y oportunidades



El presente documento fue elaborado para la Municipalidad de Parrita en el marco del proyecto Plan-A: Territorios Resilientes ante el Cambio Climático. Este es implementado por el Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), con financiamiento del Fondo Verde para el Clima (GCF) y bajo la supervisión estratégica del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) de Costa Rica.

Febrero de 2022, San José, Costa Rica

Contrato:

Consultoría para la integración efectiva de estrategias de adaptación al cambio climático en procesos de planificación en los cantones de Buenos Aires, Montes de Oro, Parrita y Osa. CONT-2021-010 ATLAS 412

Elaboración técnica:

Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE)
Sistemas Geoespaciales S.A. (SGSA)

EQUIPO TÉCNICO:

Javier Saborío Bejarano, M.Sc.

Coordinador de la firma consultora CATIE-SGSA - Responsable de calidad de productos
Manejo de cuencas hidrográficas, hidrología; Sistemas de información geográfica, cartografía y teledetección

Jorge Faustino Manco, Ph.D. - Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas

Geison Elizondo, M.Sc. - Planificación rural - Geógrafo

María del Mar Saborío, M.Sc. - Sostenibilidad, Gestión del Riesgo y sistemas de información geográfica

Ronald McCarthy M.Sc. - Gobernabilidad

Ana Viquez, PhD - Componente social

María José Bermúdez, Licda. - Componente social, especialista en talleres

Sergio Mora, PhD. - Control de calidad

Marianela Hidalgo, MBA. - Asistente administrativo

Título del producto:

Producto 2. Diagnóstico del cantón de Parrita, perfil local, perfil climático y oportunidades

Asesoría y revisión técnica:

Kattia Castro Hernández, Equipo técnico Municipalidad de Parrita

Ximena Apéstegui Guardia, Coordinadora del proyecto Plan A

Raquel Gómez Ramírez, Asesora técnica en adaptación al cambio climático proyecto Plan A

Natalia Gómez Solano, Asistente técnica del proyecto Plan-A

Apoyo institucional:

El proceso de formulación del presente documento contó con el valioso apoyo del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible, así como de la Alcaldía y el Concejo Municipal de Parrita. Agradecemos a cada uno de los actores clave que han formado parte del proceso de construcción de este documento: sectores gubernamentales, gobierno local y a los representantes de los actores no estatales: academia, jóvenes, mujeres, sector privado, cooperación internacional y sociedad civil organizada que participaron en la formulación de este documento por su compromiso y arduo trabajo, así como por su asistencia técnica a CATIE y SGSA.

SIGLAS

AMCC	Acuerdo Marco sobre Cambio Climático
ADI	Asociaciones de Desarrollo Integral
APR	Áreas de pesca responsables
ARESEP	Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos
ARS	Área Rectora de Salud
ASADAS	Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados Comunes}
ASP	Áreas Silvestres Protegidas
ASIS	Análisis de la Situación de Integral de Salud
AyA (ICAA)	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BM	Banco Mundial
CAC	Centro Agrícola Cantonal
CAACR	Cámara de Agricultura y Agronegocios de Costa Rica
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CB	Corredores Biológicos
CCSS	Caja Costarricense de Seguro Social
CNE	Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias
CNP	Consejo Nacional de Producción
CDB	Convención sobre Diversidad Biológica
CCCI	Consejo Cantonal de Coordinación Interinstitucional
CORFOGA	Corporación Ganadera
COSEL	Consejo Sectorial Local
DINADECO	Dirección Nacional de Desarrollo de la Comunidad
EBAIS	Equipos Básicos de Atención Integral en Salud
ECODES	Estrategia de Conservación para el Desarrollo Sostenible de Costa Rica
FONAFIFO	Fondo Nacional de Financiamiento Forestal
GRD	Gestión del Riesgo de Desastres
GIZ	Cooperación alemana para el desarrollo
GWP	Global Water Partnership
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad
ICT	Instituto Costarricense de Turismo
IMAS	Instituto Mixto de Ayuda Social
INA	Instituto Nacional de Aprendizaje
INDER	Instituto de Desarrollo Rural
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
INTA	Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria
INVU	Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo
ITCR	Instituto Tecnológico de Costa Rica
KBA	Áreas Claves para la Biodiversidad, por sus siglas en inglés
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MEP	Ministerio de Educación Pública
MIDEPLAN	Ministerio de Planificación
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
MIVAH	Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos
MOPT	Ministerio de Obras Públicas y Transportes
MS	Ministerio de Salud
NA	No aplica
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ONG	Organizaciones No Gubernamentales
PSA	Programa de Servicios Ambientales
PRODUS	Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible
PYMES	Pequeños y Medianos Empresas

SC	Segmento censal
SGSA	Sistemas Geoespaciales SGSA
SENARA	Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento
SERSA	Sistema Estandarizado de Regulación de Salud
SETENA	Secretaría Técnica Nacional Ambiental
SNIT	Sistema Nacional de información Territorial
SPNDU	Secretaría del Plan Nacional de Desarrollo Urbano
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
UCR	Universidad de Costa Rica
UNA	Universidad Nacional Autónoma
UTN	Universidad Técnica Nacional
UGM	Unidad Geoestadística Mínima
UNED	Universidad Estatal a Distancia

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Generalidades	9
1.1 Introducción	9
1.2. Antecedentes respecto a territorios resilientes	10
1.3. Alcance de la consultoría	10
1.4. Objetivos	11
2. Metodología	11
2.1 Perfil Climático	12
2.1.1 Revisión a detalle de la información suministrada.....	12
2.1.2 Amenazas consideradas	12
2.1.3 Condiciones de exposición / vulnerabilidad.....	13
2.1.4 Consideraciones de los impactos y análisis de riesgos	14
2.1.5 Formulación del modelo alternativo	14
2.2 Explicación de la metodología	16
2.2.1. Índice de exposición	16
2.2.2 Índice de Vulnerabilidad (IV)	17
2.2.3 Amenaza integrada	17
2.2.4 Uso de la tierra.....	17
2.2.5 Capacidad de uso de los suelos y divergencias	18
2.2.6 Áreas impactadas	18
2.2.7 Priorización por microcuenca, subcuenca y por ASP, incluyendo RI.....	18
2.2.8 Escenarios P10 y P90, y forma de utilizarlos.....	18
2.2.9 Oportunidades y debilidades por la VC y el CGA	19
2.3 Similitudes y diferencia de enfoques respecto al estudio UCR (2021).	20
3. Perfil local	20
3.1 Localización geográfica del cantón de Parrita	21
3.2 Subcuencas hidrográficas en el cantón de Parrita	21
3.3. Climatología - variables climáticas	23
3.3.1 Precipitación promedio anual.....	23
3.3.2. Precipitaciones diarias máximas.....	24
3.3.3 Temperatura.....	25
3.3.4 Evapotranspiración potencial EVTp.....	26
3.3.5 Erosividad de la lluvia en el cantón de Parrita.....	26
3.3.6 Eventos de El Niño y La Niña.....	27
3.3.7 Zonas de vida de Holdridge	28
3.3.8 Uso de la tierra.....	29
4. Características socioeconómicas del cantón de Parrita	32
4.1 Etnicidad	33
5. Síntesis de los instrumentos vigentes para la planificación del cantón	34
6. Perfil climático	38
6.1 Síntesis de amenazas e impactos climáticos que afectan o afectarán al cantón en el futuro.	38
6.1.1 Inundaciones.....	40
6.1.2 Inundación costera.....	41
6.1.3 Inestabilidad de laderas, CNE	41
6.1.4 Inestabilidad de laderas, metodología Mora y Vahrson.....	42
6.1.5 Erosión laminar.....	43
6.1.6 Incendios forestales.....	45
6.1.7 Amenazas integradas	o
combinadas	46
6.1.8 Conflictos del uso de la tierra.....	47
6.1.9 Precipitación extrema.....	48
7. Síntesis de condiciones de vulnerabilidad que prevalecen en el cantón.	52
7.1 Índice de Vulnerabilidad (IV) del cantón por UGM	52
7.2 Ajuste por densidad de infraestructura y por densidad vial	53

7.3 Síntesis de factores de exposición a los peligros climáticos identificados.	55
7.3.1 Exposición actual.....	56
7.3.2 Exposición futura.....	57
7.4 Síntesis de principales impactos climáticos y “riesgos” identificados en el cantón.	58
7.4.1 Impactos climáticos por cuenca – subcuencas - microcuencas.....	59
7.4.2 Impactos climáticos por áreas especiales.....	59
8. Oportunidades.....	60
9. Identificación y análisis de actores clave y sus roles en el cantón de Parrita.....	62
10. Capacidad adaptativa.....	63
11. Conclusiones.....	64
12. Recomendaciones.....	66
13. Bibliografía consultada.....	67
Anexo 1. Glosario.....	71
Anexo 2. Inestabilidad de laderas.....	74
A2.1 Factor de pendientes o de relieve relativo (SP o SR).....	76
A2.2 Factor litológico (SL).....	79
A2.3 Factor de humedad (SH).....	80
A2.4 Susceptibilidad potencial a deslizamientos, factor SUSC.....	81
A2.5 Disparo por sismicidad DS.....	81
A2.6 Disparo por intensidad de lluvia (Dp).....	83
Anexo 3 Erosión laminar.....	87
A3.1 Factor R.....	87
A3.2 Factor erodabilidad de los suelos (factor K).....	89
A3.3 Factor LS.....	90
A3.4 Factor C.....	92
A3.5 Factor de prácticas de conservación (P).....	93
A3.6 Erosión laminar.....	93
Anexo 4 Suelos - capacidad de uso de la tierra.....	94
A4.1 Uso actual u ocupación del uso de la tierra.....	95
A4.2 Divergencias en el uso de la tierra.....	98
Anexo 5 Análisis de exposición en el cantón de Parrita.....	101
A5.1 Exposición por inundaciones de la CNE.....	101
A5.2 Exposición por deslizamientos / coronas y flujos de lodo de la CNE.....	101
A5.3 Exposición a la inestabilidad de laderas por la metodología Mora&Vahrson.....	102
A5.4 Exposición por puntos de calor.....	103
A5.5 Exposición por erosión laminar.....	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema metodológico propuesto para el desarrollo del análisis de los conflictos en el uso de la tierra y de la exposición ante las amenazas relacionadas con los procesos de origen hidrometeorológico y de la geodinámica externa.....	16
Figura 2. Ubicación del cantón de Parrita y su distrito único del mismo nombre.....	21
Figura 3. Cantón de Parrita y sistema de drenaje por subcuencas.....	22
Figura 4. Precipitación promedio anual en las cuencas de interés.....	23
Figura 5. Precipitación promedio anual en el cantón de Parrita.....	24
Figura 6. Intensidad de lluvia diaria para un periodo de retorno de 100 años.....	25
Figura 7. Temperatura promedio anual en cantón de Parrita.....	26
Figura 8. Evaporación potencial promedio anual en el cantón de Parrita.....	26
Figura 9. Factor R (erosividad de la lluvia), cantón de Parrita.....	27
Figura 10. Zonas de vida en el cantón de Parrita.....	28
Figura 11. Uso de la tierra en el área del cantón de Parrita.....	29
Figura 12. Áreas de los principales usos de la tierra en el cantón de Parrita.....	30
Figura 13. Sistema de discos en Parrita.....	31
Figura 14. Instrumentos de la Planificación Municipal.....	37
Figura 15. Inundaciones en el cantón de Parrita.....	40
Figura 16. Inundaciones costeras en el cantón de Parrita.....	41
Figura 17. Inestabilidad de laderas-CNE, en el cantón de Parrita.....	42

Figura 18. Inestabilidad de laderas-metodología Mora&Vahrson, en el cantón de Parrita.....	42
Figura 19. Áreas y porcentajes de la inestabilidad de laderas en el cantón de Parrita	43
Figura 20. Erosión laminar en el cantón de Parrita.....	44
Figura 21. Áreas y porcentajes de erosión laminar en el cantón de Parrita	45
Figura 22. Incendios forestales en función de puntos de calor en el cantón de Parrita.	46
Figura 23. Multiamenaza en el cantón de Parrita.	47
Figura 24. Divergencias del uso de la tierra en el cantón de Parrita	47
Figura 25. Conflictos del uso de la tierra en el cantón de Parrita.....	48
Figura 26. Percentil 90 – actual.	49
Figura 27. Percentil 90 RCP2.6 ^a , horizonte cercano.....	49
Figura 28. Percentil 90 RCP2.6B, horizonte medio.	50
Figura 29. Percentil 90 RCP8.5A, horizonte cercano.....	50
Figura 30. Percentil 90 RCP8.5B, horizonte medio.	51
Figura 31. Diferencia del P90_RCP26B respecto P90_Hist, en porcentaje.....	51
Figura 32. Índice de vulnerabilidad por UGN, cantón de Parrita.	53
Figura 33. Densidad por infraestructura poblacional en el cantón de Parrita.	54
Figura 34. Densidad por infraestructura vial en el cantón de Parrita	54
Figura 35. Índice de vulnerabilidad ajustado por infraestructura y vialidad en el cantón de Parrita	55
Figura 36. Exposición actual integrada o combinada en el cantón de Parrita.....	57
Figura 37. Exposición futura en el cantón de Parrita.....	57
Figura 38. Priorización por microcuencas, en el cantón de Parrita.	59
Figura 39. Áreas Silvestres Protegidas por exposición integrada, en el cantón de Parrita.	60

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Valores de Intensidad de la lluvia para diferente periodo de recurrencia en años	25
Cuadro 2. Zonas de Vida de Holdridge en el cantón de Parrita	29
Cuadro 3. Áreas y porcentajes del uso de la tierra en el cantón de Parrita.....	30
Cuadro 4. Índice de Desarrollo Social (IDS) en el cantón de Parrita	32
Cuadro 5. Calificación del IDS por MIDEPLAN, 2017 y de IDH, 2018 por PNUD.....	32
Cuadro 6. Población urbana/rural y por distrito al 2011,.....	33
Cuadro 7. Proyección de la población al 2025, por INEC, 2014	33
Cuadro 8. Indicadores económicos por distrito, INEC 2011.	33
Cuadro 9. Áreas inundadas reportadas por CNE.....	40
Cuadro 10. Inestabilidad de laderas en el cantón de Parrita.....	43
Cuadro 11. Erosión laminar en el cantón de Parrita	44
Cuadro 12. Áreas y porcentajes de los conflictos del uso de la tierra	48
Cuadro 13. Variables utilizadas para el cálculo del índice de vulnerabilidad (UCR, 2021).....	52
Cuadro 14. Estrategias de adaptación en el cantón de Parrita.....	61
Cuadro 15. Roles de los actores, con respecto a la gestión ambiental y del recurso hídrico.	62

ÍNDICE DE FIGURAS EN ANEXO 2

Figura A2-1. Esquema del proceso Mora & Vahrson.....	75
Figura A2-2. Modelo numérico del terreno del cantón de Parrita.....	76
Figura A2-3. Pendientes, en grados, en el cantón de Parrita.....	77
Figura A2-4. Factor Sp, metodología Mora & Vahrson, en el cantón de Parrita.....	78
Figura A2-5. Geología en área de análisis del cantón de Parrita.....	79
Figura A2-6. Factor LS, en área de análisis del cantón de Parrita.....	79
Figura A2-7. Factor de humedad (Sh) de la metodología Mora & Vahrson, en el cantón de Parrita.....	80
Figura A2-8. Susceptibilidad potencial a deslizamientos – Mora & Vahrson, en el cantón de Parrita.....	81
Figura A2-9. PGA en Gales, período de recurrencia de 500 años, para el cantón de Parrita.....	82
Figura A2-10. Factor de disparo - sismicidad, método Mora & Vahrson, para el cantón de Parrita.....	83
Figura A2-11. Lámina de lluvia (Dp) para D=24 horas y PR=100 años, método Mora & Vahrson en el cantón de Parrita.....	84
Figura A2-12. Disparo por intensidad de lluvia (Dp), método Mora & Vahrson, en el cantón de Parrita.....	84
Figura A2-13. Disparo total (Ds+Dp), método Mora & Vahrson.....	85
Figura A2-14. Inestabilidad de laderas, método Mora & Vahrson.....	86

ÍNDICE DE CUADROS EN ANEXO 2

Cuadro A2-1. Valores para obtener el factor SP, a partir de las pendientes en grados.....	78
Cuadro A2-2. Relación entre el Índice Modificado de Mercalli (IMM) y la aceleración pico del terreno (PGA).....	82
Cuadro A2-3. Calificativo para la precipitación máxima de 24 horas, para Tr= 100 años.....	83
Cuadro A2-4. Reclasificación de la amenaza por deslizamientos, según el método Mora&Vahrson.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS EN ANEXO 3

Figura A3- 1. Factor R (erosividad de la lluvia), cantón de Parrita.....	88
Figura A3- 2. Suelos a nivel de primer orden, en el cantón de Parrita.....	89
Figura A3- 3. Factor K (erodabilidad de los suelos), área de Parrita.....	89
Figura A3- 4. Ilustración sobre el concepto de longitud del terreno.....	91
Figura A3- 5. Factor LS en el cantón de Parrita.....	91
Figura A3- 6. Factor C (uso y tipo de cobertura) en el área de Parrita.....	92
Figura A3- 7. Erosión laminar en el cantón de Parrita.....	93

ÍNDICE DE CUADROS EN ANEXO 3

Cuadro A3- 1. Valores de “C” y tipo de cobertura.....	92
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS EN ANEXO 4

Figura A4- 1. Capacidad de uso de la tierra para el cantón de Parrita.....	94
Figura A4- 2. Uso de la tierra en el área del cantón de Parrita.....	96
Figura A4- 3. Áreas de los principales usos de la tierra en el cantón de Parrita.....	97
Figura A4- 4. Divergencias del uso de la tierra en el cantón de Parrita.....	99
Figura A4- 5. Conflictos a nivel de en el cantón de Parrita.....	100

ÍNDICE DE CUADROS EN ANEXO 4

Cuadro A4- 1. Áreas y porcentajes del uso de la tierra en el cantón de Parrita.....	97
Cuadro A4- 2. Criterios de divergencias del uso de la tierra.....	98
Cuadro A4- 3. Áreas y porcentajes de las divergencias del uso de la tierra.....	100

ÍNDICE DE FIGURAS EN ANEXO 5

Figura A5- 1. Exposición a las inundaciones de la CNE, en el cantón de Parrita.....	101
Figura A5- 2. Exposición a la inestabilidad de laderas de la CNE, en el cantón de Parrita	102
Figura A5- 3 Exposición a la inestabilidad de laderas Mora&Vahrson, en el cantón de Parrita.....	102
Figura A5- 4. Exposición a la densidad de puntos de calor, en el cantón de Parrita.....	103
Figura A5- 5. Exposición la erosión laminar respecto a áreas de conflictos de uso de la tierra, en el cantón de Parrita	104

1. Generalidades

1.1 Introducción

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (ONU Medio Ambiente) ejecuta el Proyecto "Construyendo capacidades subnacionales para la implementación del Plan Nacional de Adaptación en Costa Rica" (también conocido como Plan – A: Territorios Resilientes ante el Cambio Climático), con financiamiento del Fondo Verde para el Clima (GCF) y bajo la supervisión estratégica del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) de Costa Rica.

El objetivo final del proyecto es reducir la vulnerabilidad del país ante los impactos del cambio climático y la variabilidad, mediante el desarrollo de capacidades adaptativas y resiliencia, y la integración de la adaptación a la planificación regional y municipal; incluidas las entidades gubernamentales, el sector privado y la sociedad civil.

El proyecto busca fortalecer la capacidad del país para integrar la adaptación ante el cambio climático en la planificación regional y municipal, por medio de:

- Fortalecimiento de los marcos de planificación actuales a nivel regional y cantonal, reconociendo el papel crucial de las autoridades subnacionales en la adaptación al cambio climático;
- Involucramiento de actores clave en los procesos de planificación e implementación de la adaptación a nivel subnacional;
- Producción de evaluaciones de riesgo cantonal para identificar necesidades de adaptación;
- Desarrollo de capacidades institucionales y técnicas en distintos niveles;
- Desarrollo de mecanismos adecuados para el monitoreo y reporte de avances en adaptación a nivel subnacional.

Este proyecto apoya la implementación de la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) (Decreto Ejecutivo N°41091) y los compromisos internacionales de adaptación del país.

Por un lado, la PNACC reconoce la importancia de ejecutar acciones, en los ámbitos nacionales y subnacionales, para poder enfrentar los desafíos del cambio climático. De acuerdo con la visión de la PNACC se busca: i) transformar las amenazas en oportunidades; ii) fortalecer las capacidades locales y condiciones de resiliencia social, ambiental y económica; iii) reducir la vulnerabilidad, y iv) prevenir y recuperarse ante los efectos adversos del cambio climático. Además, la PNACC se sustenta en cuatro enfoques: derechos humanos; pueblos indígenas; igualdad de género; adaptación integrada (ecosistema, comunidad y gestión del riesgo). Por último, la PNACC promueve las soluciones basadas en naturaleza, adaptación basada en ecosistemas, adaptación basada en comunidades, y el ordenamiento territorial, como temas sustantivos de la adaptación.

En 2020 Costa Rica actualizó su Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC), en donde una de sus principales áreas de acción es Desarrollo y Ordenamiento Territorial. A través de este instrumento, Costa Rica se comprometió con incorporar criterios de adaptación en los diferentes ámbitos de la planificación de los territorios para reducir la vulnerabilidad y la exposición, tanto de las personas como de los sistemas productivos ante los eventos climáticos intensos actuales y futuros.

Bajo este contexto surge esta consultoría, cuyo objetivo es brindar asistencia técnica a cuatro municipalidades de la Provincia de Puntarenas, Costa Rica, para la integración efectiva de estrategias de adaptación al cambio climático y variabilidad en sus procesos de planificación del

desarrollo local, incluyendo medidas se deben alinear con una política cantonal para la gestión del riesgo, como parte de sus instrumentos estructurales y no-estructurales.

El diseño de las estrategias de adaptación estará alineado a la visión, enfoques y temas sustantivos de la PNACC y de cada municipalidad. Así, se contemplarán, entre otras medidas: a) soluciones basadas en naturaleza, adaptación basada en comunidades y que procurarán un manejo adaptativo de los recursos naturales y de la biodiversidad de los cantones y b) de la gestión del riesgo, con énfasis en medidas preventivas, incluidas las llamadas medidas de obras grises (estructurales).

1.2. Antecedentes respeto a territorios resilientes

Para este diagnóstico, se realizó una revisión de diversos instrumentos de planificación y estudios existentes para el cantón de Parrita. Los instrumentos de planificación fueron suministrados por la municipalidad y el proyecto Plan A y comprenden las herramientas típicas con que cuentan los gobiernos locales, las cuales se detallan más adelante.

La Municipalidad cuenta con un Plan Regulador que se encuentra desactualizado. Actualmente, se desarrollan insumos técnicos del diagnóstico territorial y se busca financiamiento para realizar una actualización completa. Es importante el apoyo brindado en el marco del proyecto Plan A a través de estudios complementarios en el ámbito local:

1. Análisis social, económico y espacial para el fortalecimiento de capacidades de adaptación al Cambio Climático del Cantón de Parrita (Quesada Thompson, G.T., Villalobos M. G, López M., D., 2021).
2. Propuesta metodológica costo-efectiva para la generación de evaluaciones de riesgo ante impactos relacionados a la variabilidad y el cambio climático (UCR, 2021).

El Análisis social, económico y espacial para el fortalecimiento de capacidades de adaptación al Cambio Climático del Cantón de Parrita (Quesada Thompson, G.T., Villalobos M. G, López M., D., 2021) incluyó la realización de los mapas del Atlas Cartográfico del Plan Regulador, de acuerdo con los lineamientos del Manual de Planes Reguladores de INVU. Esto son: mapa base de planificación, los mapas temáticos sociales y los mapas temáticos económicos; además, se realizó el diagnóstico del eje social completo, así como el diagnóstico del eje económico completo actualizado al 2021, según lo establecido a la fecha por el INVU.

En el cantón, se han realizado diferentes estudios relevantes pero localizados o parciales. Sobre todo hay información de la CNE (2013) y el ICE por los estudios del Proyecto Hidroeléctrico Pirrís, que incluyeron las cuencas de los ríos Pirrís, Parrita y Candelaria. Estos estudios se han logrado recopilar e incorporar en los modelos presentados en este documento.

1.3. Alcance de la consultoría

El alcance está dado por los términos de referencia y la Guía para la planificación de la adaptación ante el cambio climático desde el ámbito cantonal (DCC MINAE, 2020), que presenta una propuesta de estructura y esquema general de planificación, cuyo fin es el lograr la identificación de las necesidades y oportunidades de adaptación al cambio climático, así como la promoción e integración de las medidas de adaptación en los instrumentos de planificación territorial y estratégica, lo que conlleva a la unificación y priorización de las medidas por parte de los actores locales.

En línea con la PNACC, se deben determinar las oportunidades para el establecimiento de soluciones basadas en naturaleza, servicios públicos, infraestructura y economía resilientes.

Para lograr este producto, que es un insumo fundamental para los siguientes productos de la consultoría, y de acuerdo con los Términos de Referencia, se debe contar con un **perfil local**, que incluya:

- Síntesis de los instrumentos vigentes para la planificación del cantón, incluida la visión, objetivos principales y ejes estratégicos para el desarrollo local.
- Síntesis de la información socioeconómica, ambiental y territorial disponibles para el cantón, y preparación de un modelo espacial aproximado de la exposición.

Se elabora un **perfil climático**¹ a partir de la información disponible de la evaluación de “riesgo” derivado de las amenazas hidrometeorológicas y climáticas del cantón, donde se hace énfasis en:

- Principales amenazas e impactos hidrometeorológicos que afectan o afectarán al cantón, en la actualidad y el futuro;
- Factores de exposición a las amenazas hidrometeorológicas y climáticas identificadas;
- Condiciones de vulnerabilidad prevalentes en el cantón, incluida la información sobre los sistemas y sectores más sensibles, así como las capacidades de adaptación existentes;
- Efectos e impactos derivados de las amenazas hidrometeorológicas y climáticas identificadas en el cantón. Esta información se completará con los datos adicionales recopilados y aportados por los actores locales.

Así mismo, para los siguientes productos de la consultoría, se incluirá un mapeo de necesidades y oportunidades.

A partir del perfil climático y del perfil local, se determinan las necesidades y oportunidades de adaptación al cambio climático del cantón. En línea con el PNACC, se consideran oportunidades para la implementación de soluciones basadas en naturaleza, servicios públicos e infraestructura resiliente, y una economía resiliente. Además, se identifican oportunidades de puntos de entrada y arreglos institucionales, que permitan la promoción y la integración de medidas de adaptación en los instrumentos de planificación territorial y estratégica.

1.4. Objetivos

- Elaborar un perfil climático y del perfil local, basado en la Gestión del Riesgo, con énfasis en la planificación local.
- Determinar las necesidades y oportunidades, para la gestión del riesgo, con énfasis en la adaptación al cambio climático, del cantón.
- Valorar las oportunidades para la implantación de soluciones basadas en la naturaleza, los servicios públicos, infraestructura y economía resilientes.
- Identificar las oportunidades para actuar en áreas de impacto actual y futuras y los arreglos institucionales, que permitan la promoción e integración de medidas de adaptación en los instrumentos de planificación territorial y estratégica.

2. Metodología

La metodología se basa en la continuidad de las actividades y avances del proyecto Plan A, partiendo de: a) Insumos para el diagnóstico territorial (social y económico), b) Panel de control con información e indicadores de capacidad adaptativa, c) Mapas y evaluaciones de riesgo climático, por lo que la metodología empleada consideró la revisión de la información de los estudios previos.

¹ Siguiendo la propuesta de Plan A, expresada en los términos de referencia la consultoría analizó el informe socioeconómico (Quesada Thompson, G.T., et al, 2021) y la propuesta metodológica costo-efectiva para la generación de evaluaciones de riesgo ante impactos relacionados a la variabilidad y el cambio climático, para Plan A, (UCR, 2021).

2.1 Perfil Climático

Respecto al perfil local, se revisó la información que fue provista por la contraparte municipal, y se complementó a partir de una entrevista informal *in situ* al personal municipal, así como la revisión de los documentos con que cuentan.

En cuanto a la definición del perfil climático de Parrita, se siguieron los pasos siguientes, en los que se realiza señalan algunas consideraciones y se realiza un análisis de supuestos:

1. Revisión a detalle de la información suministrada, en particular el estudio de riesgo climático (UCR, 2021) y de bases de datos de escenarios suministrados.
2. Amenazas consideradas.
3. Condiciones de vulnerabilidad
4. Situaciones de exposición/vulnerabilidad
5. Consideraciones de los impactos y análisis de riesgos.
6. Formulación de modelo alternativo.

2.1.1 Revisión a detalle de la información suministrada.

Consideraciones. La información climatológica a la que se tuvo acceso como parte del estudio de la UCR (2021), fue información anual. Esto es, no se contó con información climatológica con variables como precipitación promedio, máxima y mínima mensuales, e igual para temperaturas, radiación solar, evaporación, humedad relativa, viento (magnitud y dirección), entre otras. Un análisis futuro más detallado deberá considerar esta información, como información de eventos de tormentas máximos y mínimos, tanto para definir la línea base como el modelado de los escenarios futuros.

El estudio de la UCR (2021) presenta mapas de percentiles y los define como “percentil P90 o de extremos húmedos de todos los días lluviosos del año y P10 de los días lluviosos (considerados cuando la lluvia diaria es mayor a 1 mm) de la parte época lluviosa (de abril a noviembre) para considerar sequías de escalas de tiempo cortas, para la lluvia máxima y mínima, definidos estadísticamente, para el periodo base actual de 20 años”. El mismo estudio define estos parámetros para escenarios de cambio climático: escenarios de concentraciones RCP2.6 (escenario optimista) y RCP8.5 (escenario pesimista) para el 2030 (periodo 2015-2039) y 2050 (periodo 2040 -2069). Esto es, dado que el periodo actual es de 20 años los periodos de los escenarios también representan 20 años y se les denomina con 2030 y 2050 como la mitad de ambos periodos considerado.

Análisis de supuestos. El supuesto derivado del estudio UCR (2021), es que el índice estimado P90 representa la condición de lluvia máxima o extrema en el territorio y de igual forma el P10 la lluvia mínima o de sequedad, con la adición de un índice de aridez.

2.1.2 Amenazas consideradas

También proveniente de las bases de datos georreferenciada del estudio UCR (2021), se contó con información de amenazas de la CNE², que corresponde a eventos registrados históricamente de inundaciones, flujos de lodos, deslizamiento y coronas de deslizamientos, fallas y otras, aunque para este estudio en particular el alcance contempla lo relacionado con la climatología. También se contó con información de la amenaza costera en forma espacial. Además, se suministró información sobre amenazas por el P90 y P10 actual y futuro.

Las amenazas se llevaron a nivel de UGM, tanto para la condición de lluvia máxima P90 como para la condición de lluvia mínima P10.

²Información disponible en el SNIT, página: [SNIT \(snitcr.go.cr\)](http://snitcr.go.cr), consultada en junio del 2021.

Consideraciones. La amenaza climática es un factor puramente climático que corresponde a índices que identifican los eventos extremos del clima (Retana *et. al.*, 2012), citados por UCR (2021); por lo que este estudio calculó el riesgo en las condiciones límites o extremas que pueden causar efectos negativos o positivos en una población.

Análisis de supuestos. El presente estudio considera que aún debe profundizarse en los análisis para determinar las relaciones directas entre eventos como inundaciones o deslizamientos y los indicadores P90 y P10 para que estos últimos sean considerados como amenazas sobre la población y el ambiente.

2.1.3 Condiciones de exposición / vulnerabilidad

En torno a las condiciones de exposición / vulnerabilidad, el estudio Quesada Thompson, G.T., *et al.*, (2021) procesó información disponible del INEC³, tanto en el ámbito cantonal, distrital, como de UGM, definiendo indicadores socioeconómicos. La vulnerabilidad fue definida por UCR (2021), utilizando los criterios resumidos a continuación, normalizados y dependiendo de si la variable aporta vulnerabilidad (relación directa indicada) o si reduce la vulnerabilidad (relación inversa) que aplica a una UGM (máximos y mínimos corresponden a la UGM del cantón el valor máximo o mínimo de cada variable):

1. El valor asignado de UGM directamente según el censo de 2011, de las variables: porcentaje asistencia a la educación regular (secundaria), población infantil, población adulta mayor, población desempleada, población con limitaciones físicas o mentales, necesidades básicas insatisfechas, proveniencia de agua potable, promedio ponderado de viviendas, según cantidad de viviendas que reciben agua de proveedor institucional (factor 0,06), comunal (factor 0,03) o no regulado (factor 0,01).
2. En forma inversa el Área Silvestres Protegidas (ASP), porcentaje de área que está dentro del área silvestre protegida, por UGM.
3. En forma inversa Servicios Ecosistémicos (SE), porcentaje de área que está cubierta por SE identificados por CENIGA, por UGM.
4. En forma inversa: caminos y Carreteras, kilómetros del total del área del distrito, por distrito, según mapa de calles 1:5000 del SNIT, valor llevado a la UGM.
5. Pérdidas económicas por eventos hidrometeorológicos (colones), sistematizados por MIDEPLAN, por distrito. Se asigna el mismo peso a cada distrito.

Para este estudio, se retomaron los detalles a nivel de UGM, porque es la unidad censal espacial que refleja un análisis local, limitados por la población censada distribuida en forma espacial, como se explica más adelante.

Consideraciones. La estimación de la vulnerabilidad es adecuada cuando la densidad de la población censada es alta por UGM, caso contrario cuando la densidad es baja, ya que no es representativa.

Análisis de supuestos. Se propone una corrección considerando elementos de la infraestructura que se superpongan (viviendas y red vial) y modifiquen el límite de la UGM, produciendo nuevas unidades espaciales. Esto es una diferencia metodológica importante que aporta este estudio, pues en el estudio UCR (2021) se lleva el valor de la variable y modifica a la UGM.

³ No contamos con la información base del INEC, sino ya estandarizada.

2.1.4 Consideraciones de los impactos y análisis de riesgos

La propuesta del estudio de riesgo es aplicar la fórmula $R = f(A, V) = A * V$, donde R= riesgo, A= amenaza, expresada en rango estándar y V = vulnerabilidad, igualmente se expresada en el mismo rango estándar. Esto se ha utilizado en estudios de riesgo basados en indicadores.

Consideraciones. La obtención del riesgo para el extremo húmedo actual se validó contra las amenazas históricas de la CNE, con uso de Google Earth y con consulta al personal de municipalidad. Para el caso del extremo seco, se validó con 20 años de registros diarios de puntos de calor de CONABIO y con consulta al personal de la municipalidad. Esto condujo a detectar inconsistencias con respecto a las amenazas conocidas.

Análisis de supuestos. El considerar el P90 o el P10 como las amenazas climáticas por humedad extrema o por sequía extrema respectivamente, es una hipótesis no probada y aún debe profundizarse en las relaciones entre estos y las amenazas climatológicas y sus impactos en el territorio.

Lo anterior conlleva a replantear el modelo para poder describir los impactos en el territorio.

2.1.5 Formulación del modelo alternativo

Ante las consideraciones y supuestos descritos, se plantea una metodología alternativa basada en un índice de exposición $IE = F(A, IVse)$, donde A es la amenaza en sitio (inundación, flujo de lodo, incendio forestal, otra) y el IVse es un indicador de vulnerabilidad socioeconómica

Consideraciones. Para reforzar y abordar algunos de los hallazgos derivados del análisis de los insumos básicos disponibles, se proponen los puntos siguientes:

- La información y datos sociodemográficos y socioeconómicos representan una sola variable estandarizada por Unidad Geoestadística Mínima (UGM), puede complementarse en el aspecto económico, ampliándose la selección de variables para robustecer el análisis. Esto solo puede ser realizado si y solo si se cuenta con la información base del INEC.
- La información de las UGM considera un análisis que permite aproximarse a la exposición social económica y al que se le podría denominar "índice de vulnerabilidad socioeconómica".
- Se toma como supuesto el acceso a la información existente, generada para el cantón:
 - Uso/cobertura de la tierra, el cual debe actualizarse.
 - Análisis de los suelos, incluida su taxonomía. En el caso de Parrita se cuenta con un mapa preliminar para este análisis realizado por Vásquez, A (1980).
 - Información de las amenazas naturales de la CNE, actualizada (representación esquemática preliminar de un sitio donde hay evidencia de eventos hidrometeorológicos y climáticos destructivos, que en sentido estricto no representan a las amenazas); se puede estandarizar en 5 rangos, con escenarios de profundidades de inundación.
- Se considera que el IVse, es para la sociedad. En un intento por considerar el uso de la tierra, se incorpora la erosión laminar por medio de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (USLE) y el análisis de conflictos del uso de la tierra.
- Será modelada la amenaza de la inestabilidad de laderas mediante la metodología de Mora y Vahrson, no así las inundaciones que requieren de un análisis probabilístico de tormentas, para diferentes periodos de recurrencia.

- Se toman en cuenta las amenazas costeras para los cantones con áreas costeras (Lizano, O., 2014). Igualmente, si corresponde será considerada la amenaza de los incendios forestales.
- Se construye un índice de amenaza (IA) sin integrarlas pues lo conveniente es tratar cada amenaza en forma individual para revisar su exposición.
- Del estudio de la UCR (2021), se utiliza la información relacionada con la vulnerabilidad por UGM, considerada como aceptable, siendo que no se cuenta con las memorias de cálculo ni con los insumos para su revisión o reelaboración.
- Este diagnóstico debe crear información útil para el Plan Regulador y para las estrategias locales. Por esta razón la información por cantón o distrito no es funcional para modificar la UGM.
- El propósito es el de concebir y proponer las medidas de adaptación basadas en la naturaleza y para la gestión del riesgo en las áreas impactadas.
- Dado que se cuenta con indicadores de las condiciones climáticas extremas actuales y de las proyecciones derivadas de los escenarios de trayectoria de concentración representativa (RCP, por sus siglas en inglés), el supuesto es que para el P90 se tiene un IA, que produce un índice de Exposición por amenaza e integrado. Se revisa qué sucedería en el futuro al considerar la diferencia de los escenarios, e igual la lluvia mínima. Esto se realizó sólo para el extremo lluvioso y con información del IMN.

Limitantes del modelo:

- Es importante señalar que este modelo es limitado; como se expresó, lo ideal es trabajar con una climatología mensual, que permita elaborar variables bioclimáticas y de indicadores de los principales cultivos. Además, es deseable una modelación probabilística de las inundaciones, de la inestabilidad de laderas, de la erosión y de otras amenazas, para el escenario actual y para los escenarios futuros considerados. Esto permitiría analizar los adelantos o atrasos en la lluvia que afectan a los cultivos (estudio agrometeorológico del impacto del CGA), a los ecosistemas, a la sociedad y a sus medios de vida.
- El alcance de la vulnerabilidad es muy limitado si se visualiza en el marco del concepto de vulnerabilidad global, que está compuesta por el aporte de once dimensiones de vulnerabilidad: natural, física, económica, social, política, técnica, ideológica, cultural, educativa, ecológica, institucional (Chaux, W, 1993). Para la elaboración del perfil, se proponen mejoras en la dimensión natural; las otras dimensiones deben incorporarse en un futuro si los investigadores lo consideran conveniente y si se desarrolla esta información en forma espacial.

De esta forma, la Figura 1 esquematiza una propuesta para obtener indicadores de exposición que permitan definir algunas medidas de adaptación y provean las áreas donde se debe actuar. Por supuesto, se requiere del conocimiento local por mejorar este producto y como parte de esta metodología se propuso el realizar talleres a nivel distrital, esto forma parte de un siguiente producto. Para interpretar el esquema, se recomienda revisar el glosario en el Anexo 1.

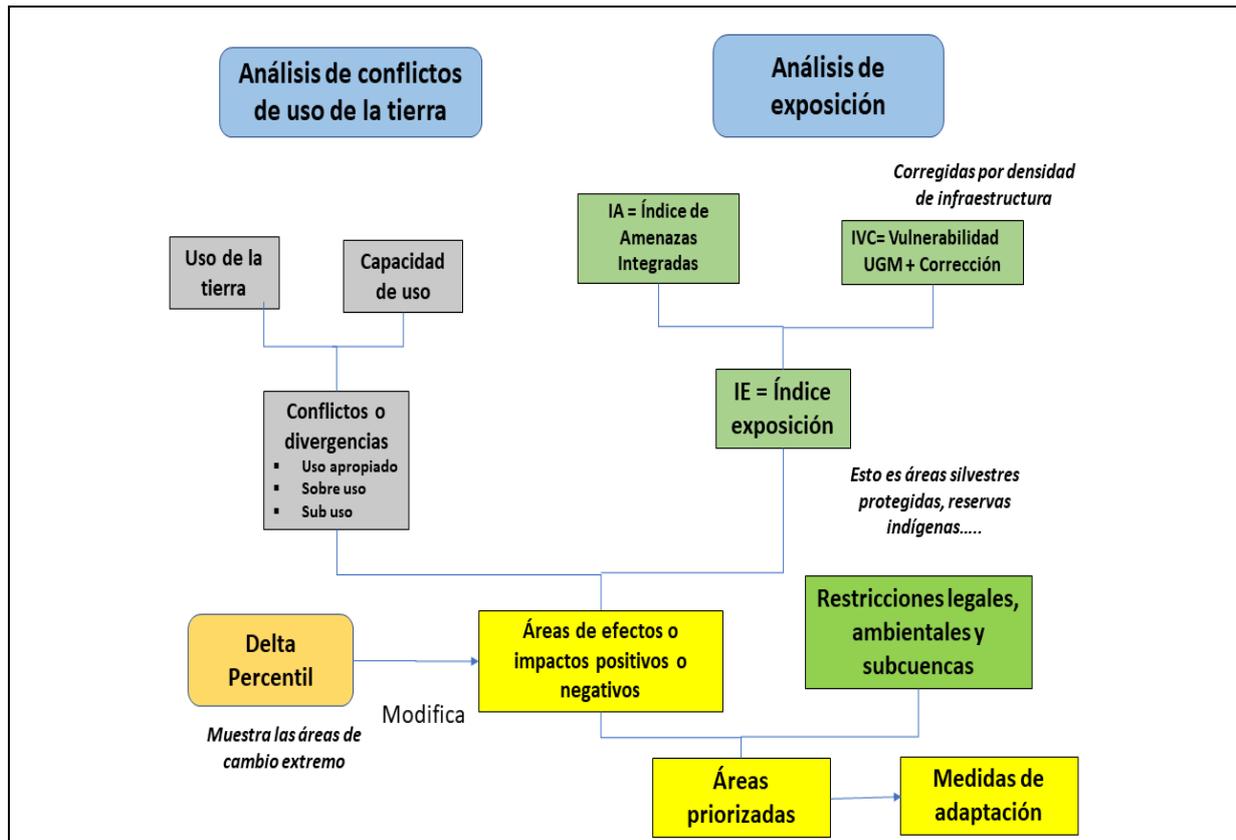


Figura 1. Esquema metodológico propuesto para el desarrollo del análisis de los conflictos en el uso de la tierra y de la exposición ante las amenazas relacionadas con los procesos de origen hidrometeorológico y de la geodinámica externa.

2.2 Explicación de la metodología

En este apartado se introduce la metodología, siguiendo la Figura 1 anterior.

2.2.1. Índice de exposición

Se propone diseñar y aplicar un “índice de exposición”, el cual tomará en cuenta las amenazas integradas y/o combinadas y un índice de vulnerabilidad basado en indicadores ya escogidos por el estudio de la UCR (2021). La expresión que será utilizada será:

$$\sum IE_i = \sum_{j=1}^m IA_j * ISeUGM_i, \text{ para cada UGM},$$

... en donde

IE_i = índice de exposición; el cual se definirá en rangos de 5 niveles

IA_j = índice de amenazas integradas o multi-amenaza, de j=1,..., m

ISeUGM_i=índice socioeconómico por UGM, de i = 1,..., n segmentos en el cantón

2.2.2 Índice de Vulnerabilidad (IV)

El índice de vulnerabilidad se tomará del estudio de la UCR, (2021) y se expresará como un índice socioeconómico por UGM. Se parte del hecho que refleja condiciones de pobreza, falta de servicios, niveles de ingresos y propias de la composición etaria.

2.2.3 Amenaza integrada

Con objeto de tomar en cuenta todas las amenazas en forma combinada, se procederá a construir un índice. Utilizando el concepto de la fórmula general de los modelos de aptitud (Srinivas E., et al, (1994), expresada por Saborío, J., ICE, (2002), como:

$$IA = \left(\sum_{i=1}^n w_i * Amenazai \right) * \left(\prod_{j=1}^m Amenazaj \right)$$

Donde:

IA = índice compuesto de amenaza

Wi = peso para la amenaza i, en este caso $W_i = 1$

Se consideró un peso igual para cada amenaza, en todos los casos la ($\sum W_i = 1$)

Amenaza_i = la amenaza continua i siendo considerada, en este caso i = 1, 2, para amenazas modeladas: a) por inestabilidad de laderas y b) la amenaza por erosión laminar, otra.

Amenaza_j = la amenaza discreta j, siendo considerada, en este caso j = 1..., m, con 1) amenaza por inundación de la CNE, 2) amenaza por deslizamientos por la CNE, 3) flujos de lodos, 4) áreas de inundación por CNE, 5) inundación costera por Lizano, O (2017), 6) incendios forestales y cualquier otra amenaza que aplique al cantón.

Este índice se realiza por un análisis combinatorio, donde una vez integradas las amenazas, se presente por la variable IA_Integrada, pero a la vez se tiene la posibilidad de responder cuál(es) amenaza(s) contribuyen al valor del IA_Integrada.

Nota: La amenaza de la sequía se trata independientemente, considerando el P10 o el Índice de aridez.

2.2.4 Uso de la tierra

El análisis del uso de la tierra permite establecer la forma y distribución espacial y valorar los activos y bienes expuestos a las amenazas. Este análisis permitirá determinar los elementos expuestos relevantes a los efectos e impactos respectivos. Igualmente, la determinación de las áreas, bajo conflictos de uso de la tierra, aporta información relevante para la identificación y georreferenciación de las medidas de adaptación que correspondan.

2.2.5 Capacidad de uso de los suelos y divergencias

La taxonomía de los suelos, expresada por clases de capacidad, según el decreto N° 33957-MINAE-MAG permite, en forma cruzada con los usos de la tierra, determinar las áreas con los conflictos del uso: apropiado, subuso y sobreusos.

$$ID = \text{índice de divergencias} = f(\text{uso, capacidad})$$

Este índice se realiza por una cruce o producto cartesianos del uso de la tierra y la capacidad, de donde se obtienen las divergencias.

2.2.6 Áreas impactadas

El cruce del índice de exposición con las divergencias produce las áreas impactadas:

$$AI = \text{áreas impactadas} = IE * ID$$

2.2.7 Priorización por microcuenca, subcuenca y por ASP, incluyendo RI

Para los cantones en estudio, se presentarán las áreas impactadas a nivel de cuenca o microcuenca, esto para el territorio municipal. Las áreas especiales contempladas por las ASP que comprenden 14 áreas ambientales frágiles: 1) Parques Nacionales, 2) Refugios Nacionales de Vida Silvestre, 3) Humedales, 4) Reservas Biológicas, 5) Reservas Forestales, 6) Zonas Protectoras, 7) Monumentos Naturales, 8) Cuerpos y cursos de agua naturales superficiales permanentes (espejo de agua), 9) Áreas de protección de cuerpos de agua, cuerpos de agua naturales, y nacientes o manantiales, de acuerdo a la Ley Forestal, 10) Zona marítimo-terrestre, 11) Áreas con cobertura boscosa natural, 12) Áreas de recarga acuífera definidas por las autoridades correspondientes, 13) Áreas donde existen recursos arqueológicos, arquitectónicos, científicos o culturales considerados patrimonio por el Estado en forma oficial, y 14) Áreas consideradas de alta a muy alta susceptibilidad a las amenazas naturales, por parte del CNE. También, se consideran los territorios o reservas indígenas.

2.2.8 Escenarios P10 y P90, y forma de utilizarlos

Los escenarios del cambio climático⁴ para el cantón de Parrita fueron suministrados por el estudio y geo bases de datos UCR (2021). Siguiendo el Quinto Informe IPCC⁵, se cuenta con 2 de los 4 escenarios de concentración de emisiones en la atmósfera, denominadas Trayectorias de Concentración Representativas (RCP, por sus siglas en inglés). Éstas se caracterizan por su Forzamiento Radiativo (FR) total para los años 2030 y 2050, denominados RCP 2.6 con un nivel de forzamiento muy bajo 2,6 W/m²; este se considera un escenario optimista bajo el cual las emisiones de GEI disminuyen en el tiempo, y, por lo tanto, su concentración en la atmósfera, con lo que se cumpliría la meta de los 2°C al final del siglo. Por su parte, el escenario llamado RCP8.5, tiene un nivel muy alto de emisiones de Gases Efecto Invernadero GEI, con un forzamiento radiactivo de 8,5W/m²; este es considerado el escenario base, el cual no considera ninguna medida de mitigación climática específica.

⁴ Los escenarios de cambio climático son una representación plausible y a menudo simplificada del clima futuro, basados en un conjunto internamente coherente de relaciones climatológicas, que se construyen para ser utilizados de forma explícita en la investigación de las consecuencias potenciales del cambio climático antropogénico, y que sirven a menudo de insumo para las simulaciones de los impactos (IPCC, 2014).

⁵ <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>

A pesar de que el estudio de la UCR (2021) presenta varios escenarios considerando diversas tendencias, los mismos conducen a mejores situaciones de lluvia, sea máximas representadas por el percentil P90 y mínimas por el percentil P10; los escenarios convergen en sus valores, aunque con variaciones espaciales, como se explicará más adelante.

Por lo anterior, se optó por utilizar el escenario RCP2.6 del IMN, al 2030 con los estadísticos P90 y P10, que representan una escala viable de comparar el clima actual con el del escenario. Esto permitiría establecer medidas de adaptación, teniendo en cuenta el marco de planificación (planes reguladores o planes de desarrollo humano cantonal, estratégicos o POAS) de las municipalidades, que requieren un trabajo en los próximos años (2030) y visión a un medio-largo plazo (2050). Sin embargo, hay que aclarar que aún deben determinarse las relaciones directas entre P90 y las amenazas que se dan en sitio, relacionada con la variabilidad climática (VC) y el calentamiento global antropogénico (CGA), según el análisis realizado de la información suministrada.

Con los extremos se propone obtener un “delta del cambio o diferencia del cambio” de los escenarios para la variable de lluvia extrema y/o de lluvia mínima (sequía o aridez), que según el percentil estará dado.

- Delta máximo = [Lluvia P90_2030 – P90 Lluvia actual], esta diferencia debe dar valores positivos y negativos, dependiendo la extensión del área, que representan un porcentaje de más o de menos. Los resultados indicarían “no variación” cuando están muy próximos a 0; en caso de valores negativos, la lluvia disminuye y si son positivos, la lluvia aumenta.
- Delta mínimo = [Lluvia P10_2030, - P10 Lluvia actual], en forma similar el mínimo. Se prevé que la aridez o “sequía” se confronte por aparte con las divergencias y con el índice de amenazas integrado, en este sentido por opinión de expertos pareciera el P10 es un mejor escenario para representar la aridez meteorológica. Sin embargo, debe aclararse que son estadísticos anuales, y que la sequía se da en época de verano.
- Se crea un mapa de restricciones legales y ambientales, así como subcuencas o microcuencas donde sea factible. Esto para responder acerca del impacto en estas áreas.

2.2.9 Oportunidades y debilidades por la VC y el CGA

Para el escenario actual, este estudio determina las áreas que requieren de atención en dos sentidos:

- Aquellas en condición de uso no apropiado o sobreuso. En ellas corresponden las medidas AbE, orientadas a un reordenamiento para la recuperación del ambiente y de los recursos naturales, a la protección/conservación del ecosistema, a su vocación forestal, recarga y descarga hidrogeológica, corredores biológicos y a mejorar el manejo y conservación de los suelos,
- Las áreas expuestas a las amenazas, en donde serán aplicadas las medidas de adaptación y prevención estructural y no estructural, para la reducción de la vulnerabilidad, la protección de los activos expuestos, zonificación segura del territorio, medidas de rehabilitación de manglares y de bosque ripario, y la construcción de obras grises, como complemento a las medidas AbE.
- Esto permite realizar una aproximación a la matriz con las medidas que sean consideradas eficaces y factibles desde los puntos de vista social, ambiental, técnico y económico, valoradas en los ámbitos de cada localidad.
- Lo anterior aplica al escenario actual, y con los cambios en los indicadores de lluvia P90 y P10, se puede valorar preliminarmente el futuro.

2.3 Similitudes y diferencia de enfoques respecto al estudio UCR (2021).

Índice de vulnerabilidad (IV) por unidades geoestadísticas mínimas (UGM). Se mantiene el enfoque de priorizar cada cantón por UGM, respecto a las variables utilizadas para estimar el índice de vulnerabilidad. Para comprender mejor la vulnerabilidad, es necesario expresar los resultados en 5 clases, del 1 al 5, para representar los valores de los rangos: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto.

Índice de multi-amenaza (IA). Al realizar el análisis por amenazas y no incluirla en la UGM, se rescata la amenaza histórica local, a escala 1:50 000, de la CNE. Esto puede ser mejorado, cartográficamente, por medio de un modelo de elevación del terreno, escala 1:5 000 del IGN-RN, (2017). En estudios futuros, se pueden considerar otras amenazas a las cuales está expuesto el cantón, con lo que se obtendría la representación espacial de las amenazas, en un rango de clases similar de 1 a 5.

Índice de exposición (IE). Como paso antecesor a un cálculo del riesgo, se propone el establecimiento de un índice de exposición, derivado de una relación entre el índice de vulnerabilidad y el índice de multiamenaza. Esto, aunque guarda similitud con el enfoque de la UCR (2021), produce una representación más realista de la forma espacial con la que sea representada la exposición independiente de la UGM. Alternativamente, se calcula una multi-exposición, producto de considerar cómo afecta cada amenaza el territorio, donde actúa.

Divergencias o conflictos por el uso de la tierra (DUT). Se propone elaborar el uso de la tierra y la taxonomía de suelos, para obtener las divergencias, esto es, las áreas con sobreuso o sobreexplotadas, las áreas subutilizadas, y las áreas con uso conforme. De esta forma las medidas de adaptación se enfocarán en la protección y recuperación de las áreas con sobreuso y en propiciar el uso de las áreas subutilizadas con sistemas de conservación de suelos.

Áreas de efecto o impacto. Las DUT combinada con el IE, producen áreas de impacto, que al cruzarse sea con las áreas protegidas, territorios indígenas, y subcuencas y/o microcuencas hidrográficas, permitirán priorizar las acciones. Cabe señalar que las áreas de impacto, al ser cruzadas con el uso de la tierra, permitirían una estimación preliminar de las pérdidas y/o ganancias de este efecto o impacto.

Cambios en el clima, delta percentiles. Aunque se ha indicado que no hay una correlación directa entre los escenarios basados en percentiles y las posibles amenazas de inundación, inestabilidad de laderas y otras, asociadas a los mismos, y en el supuesto de que el P90 represente la situación actual y el escenario más crítico, por el P90_85(al 2050), el delta lluvia establecido por la diferencia entre el P90_85A y el P90, permitiría verificar si procede la revisión y/o modificación de las áreas de impacto.

De la misma manera habría que considerar la situación del P10 y de la evolución de la exposición socioeconómica. Este ejercicio implicaría también que, según el caso, algunas amenazas podrían aumentar o disminuir con respecto a la situación histórica y actual. Por lo tanto: menos lluvia implicaría menor erosión e inestabilidad de ladera, aunque más sequía y más lluvias implicarían mayores inundaciones, erosión, e inestabilidad de laderas, pero implicarían mayor productividad agropecuaria.

3. Perfil local

Aunque en el cantón se han realizado diversos estudios, la información digital es escasa pues muchos de los estudios no están disponibles, o bien solo parcialmente. Existen estudios parciales a nivel de cuenca hidrográfica por la CNE (2013), y estudios técnicos del ICE relacionados al PH Pirrís. También, hay algunas investigaciones que incluyen información LIDAR para la zona costera levantada por la CNE. Al no contar con información de los Índices de Fragilidad Ambiental (IFAs),

se carece de las variables que componen este estudio y de igual forma las del Plan Regulador. Se ha logrado recopilar información que sirve para caracterizar el perfil local del cantón de Parrita.

3.1 Localización geográfica del cantón de Parrita

Parrita es el cantón número 9 de la provincia de Puntarenas. Está localizado en la región Pacífico Central del país. Posee un área de 478,79 km² y es el último cantón costarricense con la particularidad de constituir un distrito único, también llamado Parrita (Figura 2). Limita al este con el cantón de Quepos, al norte con Puriscal, Acosta y Aserrí, al noreste con Tarrazú, al noroeste con Turrubares, al sur con el Océano Pacífico y al oeste con Garabito.

De acuerdo con el X Censo Nacional del INEC (2011), la población del cantón era de 16.115 habitantes, de los cuales, el 7,6% nació en el extranjero. El mismo censo destaca que había 4.833 viviendas ocupadas, de las cuales, el 51,4% se encontraba en buen estado y había problemas de hacinamiento en el 6,3% de las viviendas. El 53,2% de sus habitantes vivían en áreas urbanas. Entre otros datos, el nivel de alfabetismo del cantón es del 94,6%, con una escolaridad promedio de 6,5 años.

Las coordenadas geográficas medias del cantón de Parrita están dadas por 09°33'02" latitud norte y 84°20'54" longitud oeste.



Figura 2. Ubicación del cantón de Parrita y su distrito único del mismo nombre.

3.2 Subcuencas hidrográficas en el cantón de Parrita

El sistema fluvial del cantón de Parrita corresponde a la vertiente del Pacífico, el cual pertenece a las cuencas de los ríos Damas, Tusubres y Pirris.

El sistema del río Damas está compuesto por los ríos Damas, Pocaritos, Seco, Palo Seco y Negro; el primero con sus afluentes los ríos Valeria y Damitas. Los cursos de agua nacen en el cantón, en las laderas de fila Chonta y los cerros Cabeza de Chancho y San Jerónimo; los cuales presentan un rumbo de noreste a suroeste. Los ríos Damas y Negro son límites cantonales; el primero con Aguirre; y el otro con Tarrazú de la provincia de San José.

La cuenca del río Tusubres es alimentada por el río Chires, que se origina con el nombre de río Negro al que se le unen las quebradas San Julián y Marín. El río Chires se junta al río Tulín y éste al Tusubres; otro río que drena esta área es Jicote, así como las quebradas Visita, Palma, Bejuco y Aserradero. Estos cursos de agua, excepto Tulín y Tusubres, nacen en el cantón; los cuales presentan un rumbo de noreste a suroeste hasta desembocar en el océano Pacífico. Los ríos Negro, Chires, Tulín y Tusubres son límites cantonales; los dos primeros con Puriscal; el tercero con Turrubares, ambos cantones de la provincia de San José; y el último con Garabito.

La cuenca del río Pirrís es irrigada por este río, al que se le unen el río Grande de Candelaria y las quebradas Surubres, Tigrillo, Pilas, Palma, Bijagual, Sardinal y Cacao. Estas quebradas nacen en el cantón, en la ladera de las filas Surubres y Aguacate; cuyas aguas van de noreste a suroeste y de noroeste a sureste; el río Pirrís va de norte a sur. El río Grande de Candelaria y la quebrada Bijagual son límites con el cantón de Acosta de la provincia de San José. También se encuentran en el área las lagunas Ortega.

En la Figura 3 se presentan las subcuencas principales que comprende el territorio del cantón de Parrita. Al ubicarse el cantón en forma paralela al océano Pacífico, recibe agua proveniente de un drenaje superficial amplio, con 42,5 Km que limitan a la costa; esto conlleva a eventos de desbordamientos de los ríos y quebradas que han incidido en un riesgo latente. La CNE ha levantado un dique para minimizar los impactos; sin embargo, esto podría provocar cambios en el flujo normal del agua, con una continuidad de reforzamiento y de cambios en el mismo con objeto de proteger contra aguas que quedan expuestas por la misma solución de la obra.

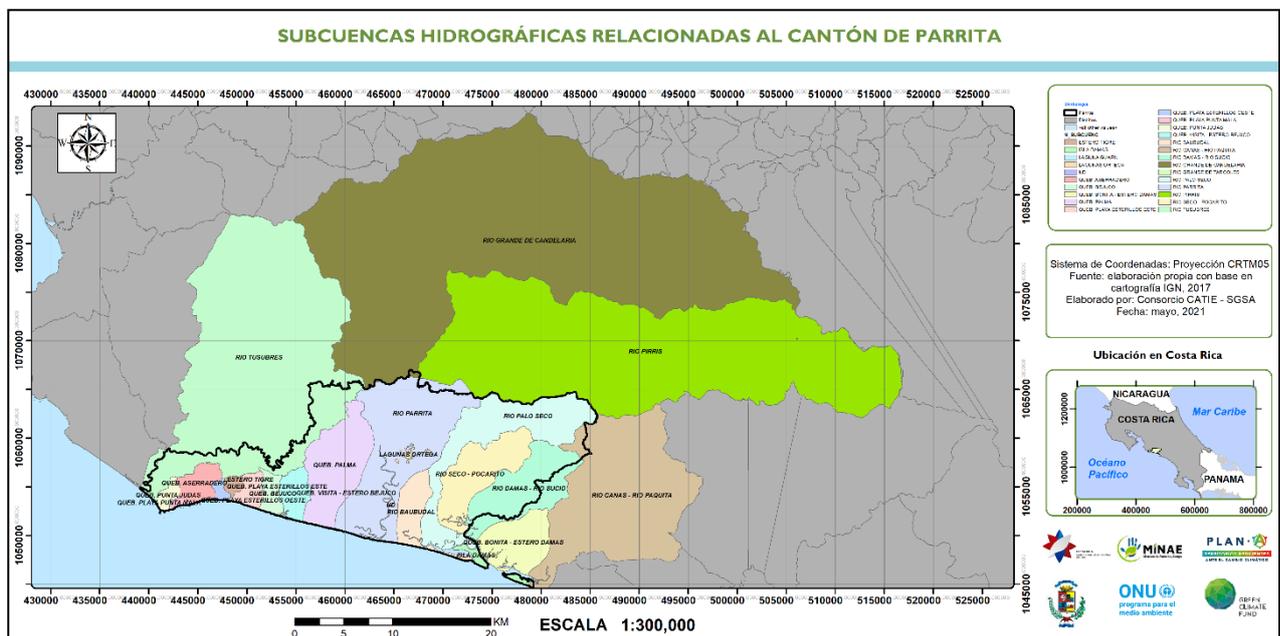


Figura 3. Cantón de Parrita y sistema de drenaje por subcuencas

Un análisis por microcuencas en un sistema de drenaje tan amplio escapa los fines del estudio. Por lo tanto, se recomienda un análisis del sistema de drenaje en forma probabilista para producir las áreas de inundaciones por magnitud, intensidad, temporalidad, para diferentes periodos de recurrencia.

3.3. Climatología - variables climáticas

La descripción de las variables climáticas en el área de interés incluye: a) precipitación, a) temperatura, b) humedad relativa, c) evaporación, d) viento, las cuales se han recopilado de diferentes informes o bases de datos del ICE, del IMN y del ITCR.

3.3.1 Precipitación promedio anual

Con base en el mapa de precipiación a nivel anual correspondiente a la líneas base para Costa Rica y desarrollado por el IMN para el periodo 1961-1990, tomado de El Clima, su variabilidad y Cambio Climático en Costa Rica (IMN, 2008). Para el área de interés, la precipitación media anual es de 2946 mm, con un máximo de 5500 mm y un mínimo de 1750 mm, con un período seco entre diciembre y abril, y una temperatura media anual entre 16°C y los 22.6 °C.

Las condiciones de relieve hacen que se presente un máximo de precipitación localizado en la región central- hacia el SO del área, debido al ascenso orográfico del aire húmedo procedente del Pacífico; a medida que éste asciende hacia el Norte la precipitación disminuye hasta alcanzar el mínimo en la divisoria del área, que a su vez es divisoria continental de la vertiente del Caribe y del Pacífico (Figura 4).

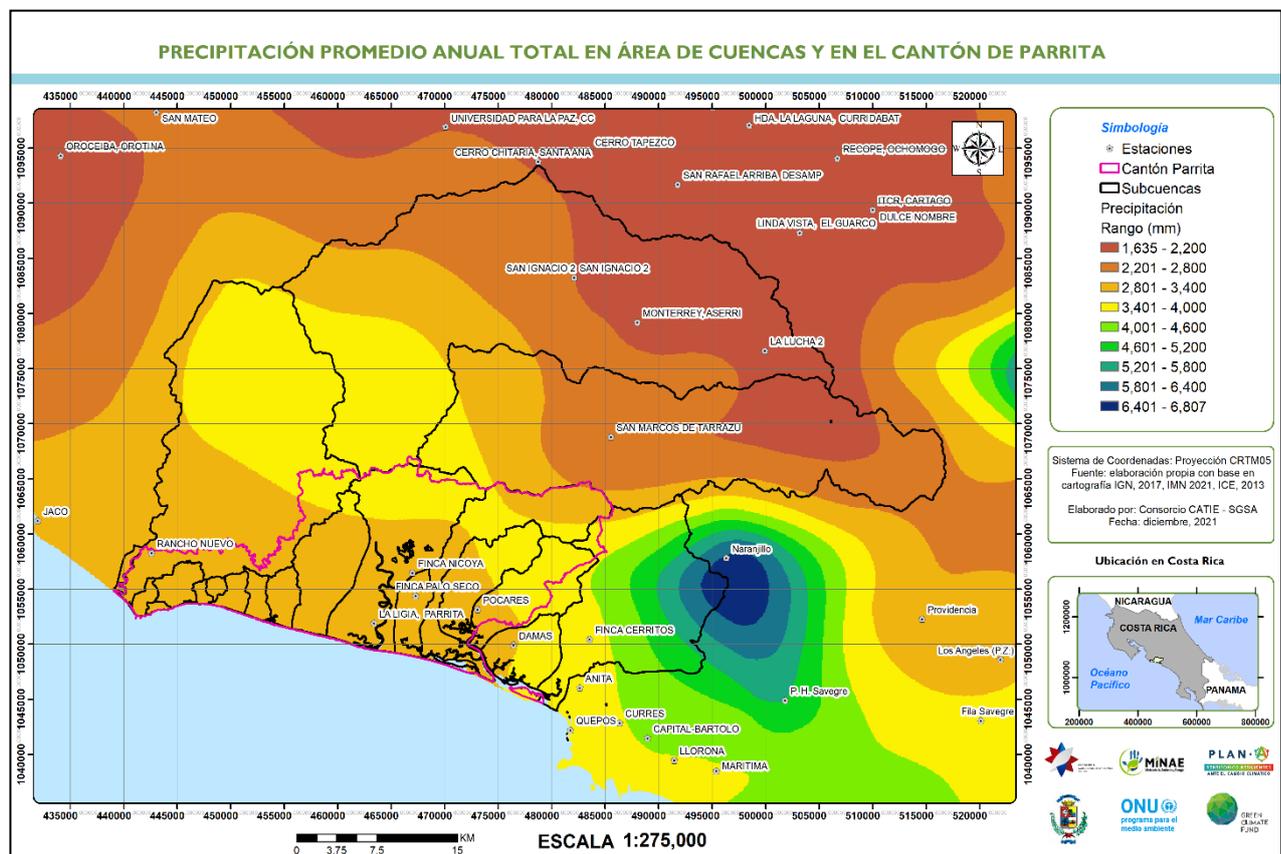


Figura 4. Precipitación promedio anual en las cuencas de interés
Fuente: Elaborado por SGSA para el diagnóstico Biofísico de Costa Rica, 2009.

A partir de la información anterior, se presenta la Figura 5, que muestra la precipitación promedio anual proyectada en el cantón de Parrita.

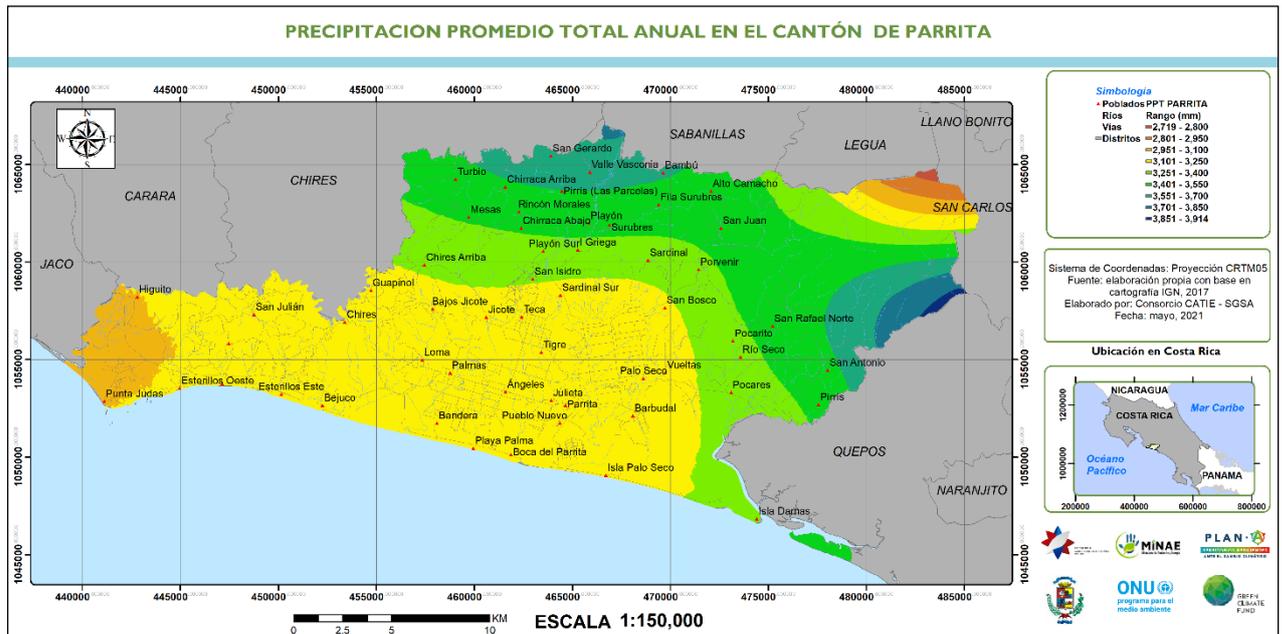


Figura 5. Precipitación promedio anual en el cantón de Parrita

Fuente: IMN (2008). Elaborado por SGSA a partir del diagnóstico Biofísico de Costa Rica (2009).

La precipitación promedio anual proyectada para el cantón de Parrita varía entre 2719 mm y 3914 mm, con un promedio de promedio se mantiene muy similar, su distribución espacial cambia haciendo que el núcleo actual de 3,292.11 mm. Se aprecia que un cinturón verde indicativo de las máximas precipitaciones, con las mínimas en amarillo naranja al NE y SW del cantón.

3.3.2. Precipitaciones diarias máximas

En el “Estudio integral de la cuenca de los ríos Pirrís-Parrita-Candelaria, Cantón de Parrita y zona de los Santos” (CNE, 2012), se realizó un análisis de frecuencia para las precipitaciones diarias máximas anuales con el fin de obtener la distribución por área de la precipitación en la región de interés, para una condición extrema asociada con diferentes periodos de recurrencia

En el Cuadro 1 se incluyen los valores de intensidad de lluvia, con diferentes periodos de recurrencia para las estaciones en el área de las cuencas de los ríos Candelaria, Pirrís y Parrita y alrededores

Cuadro 1. Valores de intensidad de la lluvia para diferente periodo de recurrencia en años

NUMERO	NOMBRE	PERIODO	ELEV	LAT	Lon	PPT5	PPT10	PPT20	PPT25	PPT50	PPT100	
88002	Finca Tigre	1941-2006		12	9.55000000	-84.33333333	210.5	282.5	335.3	380.0	445.4	534.2
88004	Finca Palo Seco	1941-2006		15	9.53333333	-84.30000000	205.1	242.5	275.4	322.0	350.0	402.7
88013	Finca La Palma	1941-1971		12	9.53333333	-84.38333333	235.2	295.2	360.5	420.0	480.5	562.1
88015	Playón	1975-2006		65	9.53333333	-84.28333333	180.5	218.5	255.5	290.0	365.5	385.2
73033	Villa Mills	1942-2002	3000		9.56666667	-83.71666667	97.2	123.5	164.1	123.5	236.0	284.0
94003	Silencio	ND	ND		9.56666667	-84.03333333	114.6	147.0	179.1	147.0	255.8	295.6
94005	Providencia	1978-2002	1490		9.51666667	-83.86666667	140.2	178.2	236.8	275.0	340.5	409.8
94006	P. H. Savegre	1982-2002	200		9.45000000	-83.98333333	210.4	285.6	380.5	450.0	520.1	640.1
94008	Los Angeles (P.Z)	1981-2002	1100		9.48333333	-83.80000000	140.3	175.5	235.6	260.0	290.5	351.3
94012	Fila Savegre	1980/2002	1280		9.43333333	-83.81666667	195.0	270.0	380.0	480.0	575.6	763.1
98061	San Ramón Norte	1975-2002	1160		9.43333333	-83.71666667	84.2	116.5	164.0	116.5	248.5	329.4

Fuente: Datos ICE, 2002 y 2007, para Villa Mills, se uso Gev= Distribución General de valores extremos, para el resto LM= Método de momentos lineales. Los valores en rojo estimados por aproximación a la estación más próxima

La Figura 6 muestra la intensidad de la lluvia en 24 horas para un periodo de retorno de 100 años.



Figura 6. Intensidad de lluvia diaria para un periodo de retorno de 100 años.

La distribución de la precipitación máxima diaria para un período de retorno de 100 años muestra una máxima precipitación de 695 mm. al O del cantón. El valor mínimo entre 228 a 334 mm. se concentra en la parte NE del cantón, hacia la parte central, poblado La Julieta el valor es de 485 mm.

3.3.3 Temperatura

En la Figura 7 se incluye la distribución de la temperatura en el cantón de Parrita. Las temperaturas están asociada a las elevaciones del terreno. Presentan un rango de 14,56 °C a 27,04 °C, con un promedio de 25,03 °C. Su distribución espacial está asociada a las elevaciones del terreno, así hacia el NE del cantón se tienen las temperaturas más bajas, en la parte central al S del cantón en la Boca de Parrita y en la costa supera los 26 °C.

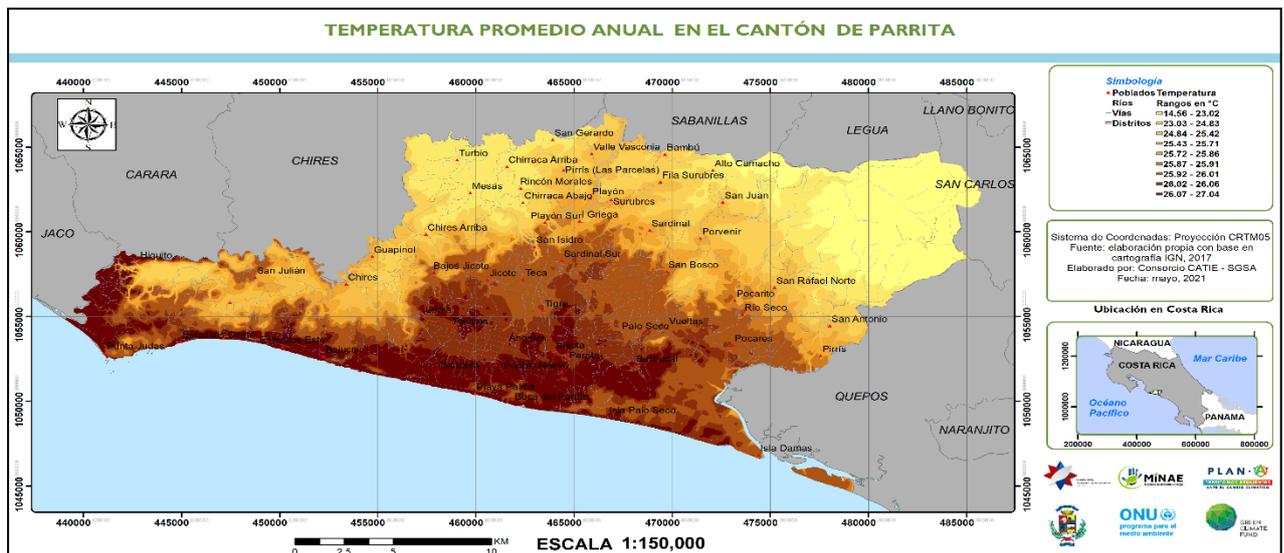


Figura 7. Temperatura promedio anual en cantón de Parrita
Fuente: Elaboración propia, con base en CNE (2012), ICE, IMN.

3.3.4 Evapotranspiración potencial EVT_p

En el estudio del Balance Hídrico para Costa Rica se proveyó la evapotranspiración potencial EVT_p. De estos estudio se muestra, en la Figura 8 el comportamiento espacial de la evaporación potencial en el cantón de Parrita.

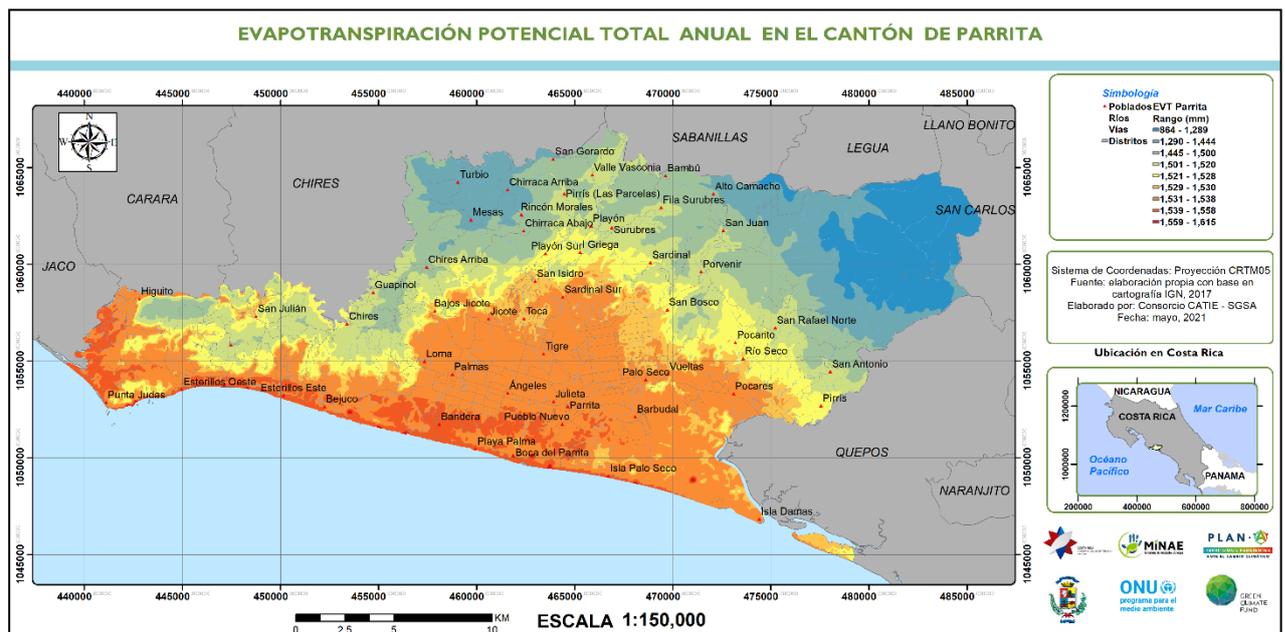


Figura 8. Evaporación potencial promedio anual en el cantón de Parrita
Fuente: Elaboración propia, con base en CNE, 2013.

3.3.5 Erosividad de la lluvia en el cantón de Parrita

El factor o índice de erosividad se puede definir como la capacidad que tiene la lluvia de producir erosión en un área desprovista de vegetación y se le utiliza para el cálculo de la Ecuación Revisada Universal de Pérdida de Suelos (EUPS), por sus siglas en inglés RUSLE (“Revised Universal Soil

Loss Equation”). La potencialidad erosiva de las lluvias (factor R), que representa la erosividad de la precipitación y la escorrentía, se considera como un elemento importante para la estimación de pérdida de suelos por erosión hídrica.

Según investigaciones realizadas por Wischmeier y Smith (1958), citados por Kirkby y Morgan (1984), el factor R o índice de erosividad de la lluvia, está en función de dos características de la lluvia tempestuosa: (1) la energía de la lluvia, que se considera como el mejor elemento para estimar la capacidad erosiva de las mismas y (2) la intensidad máxima durante treinta minutos. El resultado de este producto lo denominó EI₃₀, el cual logró explicar de 72 a 97% de la variación de la erosión en tormentas individuales y el 94% de las pérdidas de suelo anual.

Para el caso del cantón de Parrita, se utilizó el mapa de isoerodentas (factor R), de FAO, mostrado en la Figura 9. factor R en unidades de [MJ mm / (Ha hr yr)], también llamadas unidades EI, con valores entre 475 a 871 con una media de fr en unidades



Figura 9. Factor R (erosividad de la lluvia), cantón de Parrita
 Fuente: elaboración propia con modelo de Vahrson, estimado por FAO, 1980.

3.3.6 Eventos de El Niño y La Niña

Durante la presencia del evento “El Niño” la precipitación en toda el área es deficitaria. Durante el evento de febrero 1991 a junio 1992 la precipitación mensual estuvo por debajo del promedio con porcentajes que variaron entre un 10 y 100 %. A nivel anual, la precipitación registrada fue un 22 % inferior al promedio. El comportamiento de los caudales mensuales es deficitario durante todo el período de febrero 1991 a junio 1992. A nivel mensual, los porcentajes varían entre un 10 y un 60 % por debajo del promedio. Los meses más críticos fueron mayo y junio 1992 con porcentajes de un 50% por debajo del promedio. A nivel anual los caudales estuvieron un 25 % por debajo del promedio. CNE (2012).

Durante la presencia del evento “La Niña”, la precipitación registrada en la cuenca tiene una tendencia a incrementarse, principalmente por la presencia de fenómenos meteorológicos como los huracanes y depresiones tropicales. Durante el período de marzo a diciembre 1996, la precipitación

mensual alcanzó porcentajes hasta de un 150 % sobre el promedio en el caso del mes de julio donde se dio la presencia del huracán César que provocó lluvias los días 27 y 28 de julio con valores que variaron entre 450 y 737 mm. A nivel anual, la precipitación del período marzo – diciembre 1996 superó al promedio entre un 23 y 31 %. Los caudales mensuales del período marzo – diciembre 1996 superaron al promedio con porcentajes que variaron entre un 25 y un 225%. A nivel anual, el período marzo – diciembre 1996 superó al promedio con porcentajes que variaron entre un 52 y un 63 % CNE (2012).

3.3.7 Zonas de vida de Holdridge

Respecto a Zonas de Vida, se utilizó el Mapa Ecológico de Costa Rica, según el Sistema de Clasificación de Zonas de Vida del Mundo de L. R. Holdridge, elaborado por el Centro Científico Tropical. En la Figura 10 se muestran las 9 zonas de vida, que se presentan en el área de interés.

Las zonas de vida van de bosque húmedo (25,85) rango de 1,000 a 2,000 mm, a bosque muy húmedo (39,6%) de 2,000 a 4,000 muy bosque pluvial (34.6%) de 4,000 a 6,000 mm, por año. Esto ratifica la lluvia promedio anual total.



Figura 10. Zonas de vida en el cantón de Parrita
Fuente: Elaboración propia, con base información CATIE, CCT (1990).

En el Cuadro 2 se incluye el resumen de las áreas de las 5 zonas de vida presentes en el cantón bajo estudio.

Cuadro 2. Zonas de Vida de Holdridge en el cantón de Parrita

No	Zona	Nombre Zona	Piso	Biotemperatura	Precipitación	Area Km ²	Porcentaje
1	bh-T2	Bosque húmedo tropical transición a perhúmedo	Basal	24-30	2000-4000	149.54	31.52%
2	bmh-P6	Bosque muy húmedo Premontano transición a Basal	Premontano	18-24	4000-8000	237.19	49.99%
3	bmh-T	Bosque muy húmedo tropical	Basal	24-30	4000-8000	45.52	9.59%
4	bp-MB	Bosque pluvial Montano Bajo	Montano Bajo	12-18	8000- +	3.32	0.70%
5	bp-P	Bosque pluvial Premontano	Premontano	18-24	8000- +	38.91	8.20%
Total						474.47	100.00%

El 59,58% o 282,70 Km² del cantón se califica como bosque muy húmedo, con 31,52% o 149,54 Km² en bosque húmedo, y un 8,9% o 42,23 Km² en bosque pluvial, esto es, impera el bosque húmedo y muy húmedo en 91,10% o 432,34 Km², en el cantón de Parrita

3.3.8 Uso de la tierra

Para elaborar el mapa del área que comprende el cantón de Parrita, se utilizó la foteinterpretación de la Ortofoto, del IGN-RN (2017), produciéndose el uso de la tierra, que se muestra en la Figura 11.

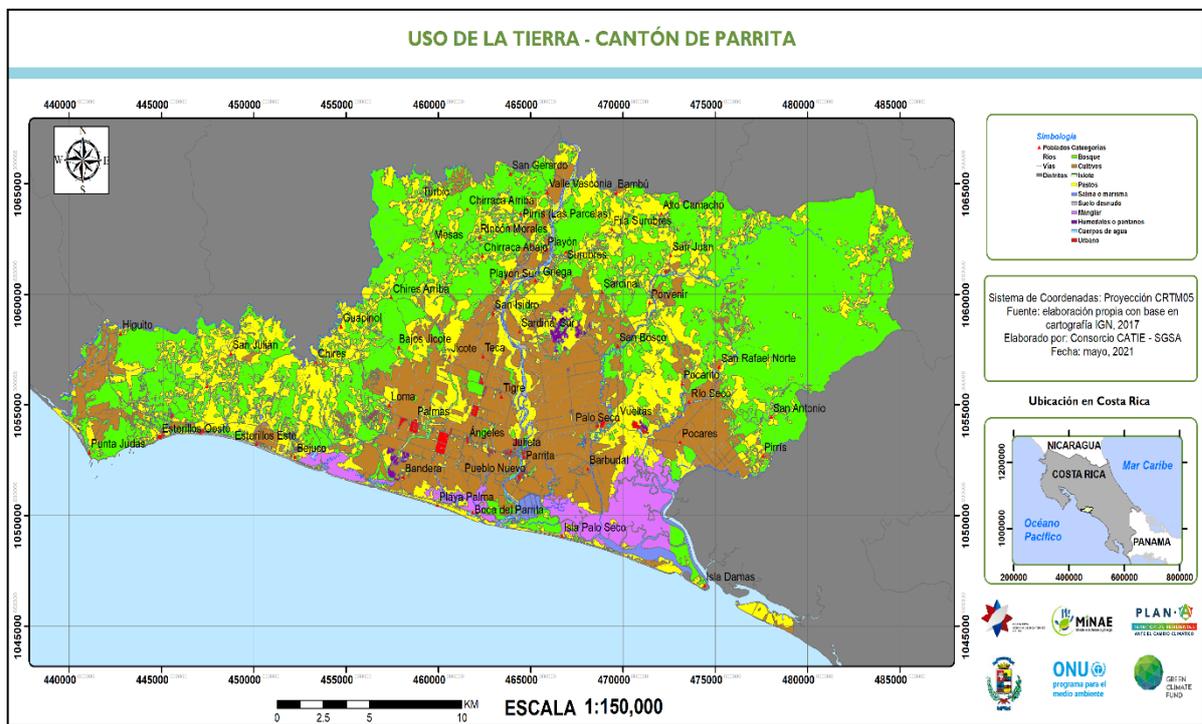


Figura 11. Uso de la tierra en el área del cantón de Parrita
Fuente: Elaboración propia, con mapas e información Ortofoto, 2017.

En el Cuadro 3, se resumen las áreas de las categorías de uso de la tierra en el cantón de Parrita. Y en la Figura 12 las áreas del uso de la tierra para el cantón en forma de diagrama pastel. En uso urbano, se tiene un 0,8%, en cultivos 22,32 %, en bosque se tiene un 45,06 %, en pastos un 26,85%, con 0,71% para suelos desnudos o descubiertos, y un 3,89% para manglares o áreas anegadas. Esto es, la mayor intervención en el cantón es a nivel de pastos, en fuerte competencia con los cultivos.

Cuadro 3. Áreas y porcentajes del uso de la tierra en el cantón de Parrita

Uso de la tierra	Area Km2	Porcentaje
Bosque	203.59	42.06%
Cuerpos de agua	9.51	1.97%
Cultivos	108.04	22.32%
Humedales o pantanos	1.63	0.34%
Manglar	18.85	3.89%
Pastos	129.96	26.85%
Salina o marisma	5.09	1.05%
Suelo desnudo	3.46	0.71%
Urbano	3.87	0.80%
Total	484.01	100.00%

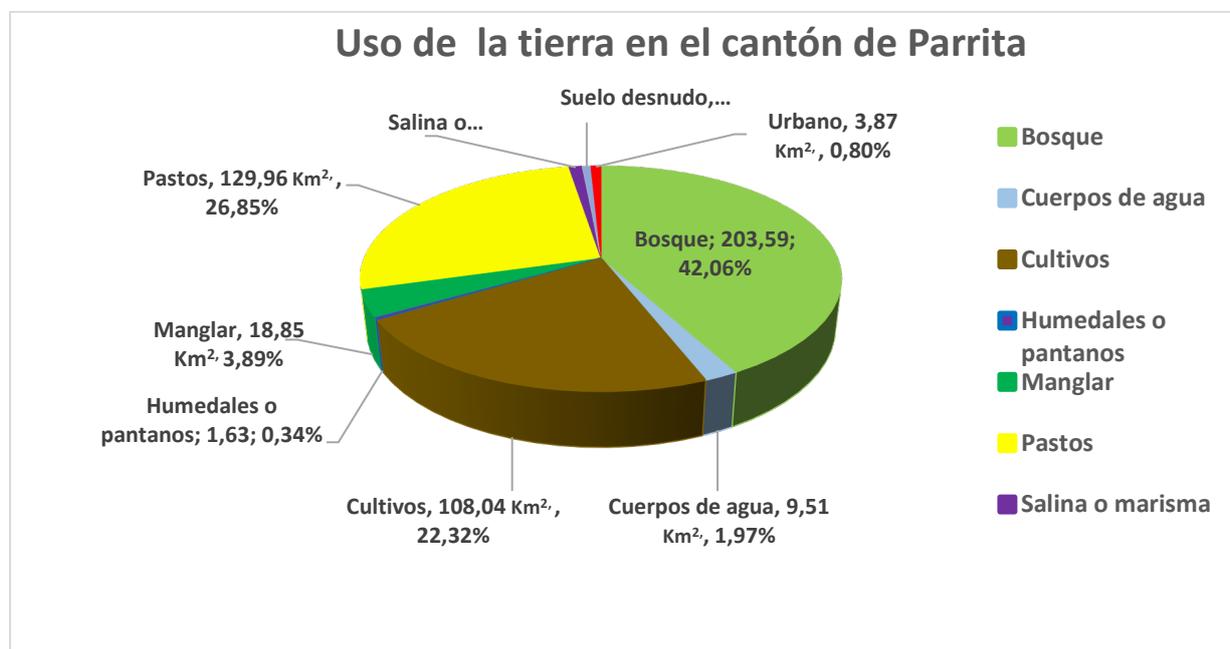


Figura 12. Áreas de los principales usos de la tierra en el cantón de Parrita

Fuente: elaboración propia.

El 26,9% equivalente a 130 Km², del área son pastos, con 50,03% o 242 Km², en condición natural (bosque, terreno descubierto, anegados y cuerpos de agua), o bien un 49,97% o 1241,9 Km² en condición de otro uso no natural. Esto es indicativo de que el área del cantón se ha degradado por la tala en áreas de montaña en búsqueda de pastos o terrenos de cultivos con malas prácticas agrícolas. La urbanización se extendió a áreas de inundación, y en 1980 el gobierno inicia la construcción de un dique de protección⁶ de 1,5 Km de largo y de 12 m de ancho y 8 m de profundidad.

⁶ <https://www.cne.go.cr/CEDO-CRID/pdf/spa/doc1204/doc1204-4ane.pdf>

En el año 1998, se determinó que se requería una longitud de 4,681 metros de dique para proteger las poblaciones de Pueblo Nuevo, Parrita, Sitradique y Palma Tica. En la Figura 13, se puede visualizar el sistema de diques en Parrita.

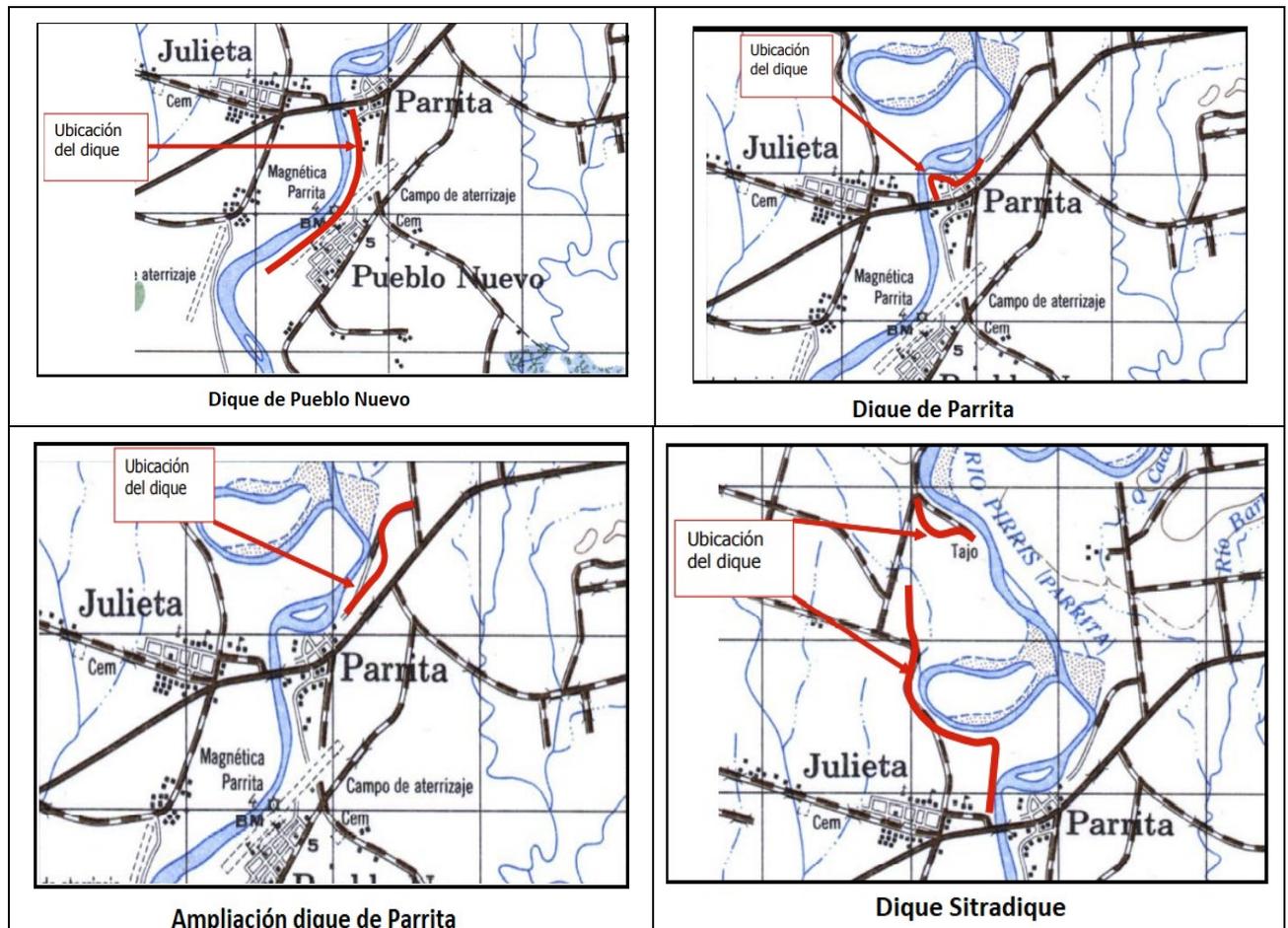


Figura 13. Sistema de diques en Parrita
Fuente: Martínez M. (2010).

En el 2005, debido a fracturas del dique del río Parrita, propiamente en el sector entre Sitradique y El Tigre, se realizó una reparación que tuvo un costo de €20 millones⁷. En el 2008, el presidente de la CNE indica que se requiere una inversión de casi €971 millones en la reparación y ampliación del dique⁸. El 4 de noviembre del 2010 se da una ruptura de dique, lo que provocó una inundación total en Parrita, la estructura cedió en la madrugada y provocó graves daños en la ciudad⁹. El 1 de octubre del 2017, el dique cedió a la crecida del río y el caudal se abalanzó sobre casas y fincas¹⁰. En la actualidad, SENARA tiene a cargo el mantenimiento y ampliación del sistema de diques, con una longitud que supera los 5 Km.

Por lo anterior, debe analizarse si el sistema de diques es realmente una medida de adaptación, pues podría fomentar una falsa seguridad en la población ante los impactos de eventos externos.

⁷ <https://www.nacion.com/el-pais/reparan-dique-en-rio-parrita/JYFHXF5MD5ENTJ6ZZIS3TKJKOM/story/>

⁸ http://www.aldia.cr/ad_ee/2008/mayo/09/nacionales1529373.html

⁹ <https://www.nacion.com/el-pais/servicios/ruptura-de-dique-permitio-inundacion-total-en-parrita/P5HKA6AXSNHPRDDE3ZTVRAHGQA/story/>

¹⁰ <https://www.nacion.com/sucesos/desastres/parrita-el-dique-se-rompio-en-cuestion-de-30-minutos-el-agua-estaba-a-la-altura-de-las-rodillas/S2YFYFLJCF AHL PUE4VHAH3PK3Y/story/>

4. Características socioeconómicas del cantón de Parrita

El índice de desarrollo humano (IDH) se considera un indicador que provee información valiosa sobre las condiciones sociales y económicas de un cantón. Es elaborado por el PNUD y se calcula teniendo en cuenta varias medidas correspondientes a la esperanza de vida, educación y riqueza. Cada año el PNUD recoge datos de diferentes programas de la ONU para elaborar este indicador. Para el cantón de Parrita, el IDH al 2018 es de 0,802 compuesto por una esperanza de vida (ODS 4.3) de 83,25 con años, se tiene un 11,8 en años esperados de escolaridad (ODS 4.3), en años promedio de escolaridad (ODS4.6) un valor de 7,6, años y en consumo eléctrico per cápita 654, ubicándose el cantón de Parrita en lugar 40 de 82 cantones¹¹, considerado como muy alto (PNUD, 2018), valor que induce a sobre calificativo si se compara con indicadores de límites administrativos de mayor detalle como el distrital que es superado a su vez por el segmento censal y éste por la UGM.

PNUD, también presenta el índice de desarrollo humano ajustado por desigualdad (IDHD), con valor de 0,7188 con calificativo de alto.

El índice de desarrollo por género (IDG) tiene un valor de 1,020, con calificativo de medio. Este índice refleja las desigualdades entre hombres y mujeres en los logros de las tres dimensiones básicas de desarrollo humano:

- Salud, medida por la esperanza de vida al nacer de mujeres y hombres.
- Conocimiento, medido por los años esperados de escolaridad de niños y los años promedio de escolaridad de mujeres y hombres de 25 años y más.
- Dominio sobre los recursos económicos, medido por una estimación del bienestar material de mujeres y hombres.

El IDS con valor de 53,79 para Parrita está compuesto por componente económico 28,0, en participación social 52,24, en salud 70,17, educación 46,68, seguridad 78,37.

En el Cuadro 4 se muestra el Índice de Desarrollo Social (IDS) de MIDEPLAN (2017). Esto indica que el cantón se califica como bajo.

Cuadro 4. Índice de Desarrollo Social (IDS) en el cantón de Parrita

Cantón y distrito	Código Distrito	Mujeres 2011	Hombres 2011	Población Total 2011	Área Km ²	Densidad hab./Km ²	IDS Distrito, MIDEPLAN, 2017	Posición IDS	Nivel
Parrita	60901	7880	8235	16115	478.79	34	53,79	345	Bajo

En el cuadro anterior se ha tomado en cuenta el IDS distrital, calificada por MIDEPLAN (2017) con los rangos de valores mostrados en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Calificación del IDS por MIDEPLAN, 2017 y de IDH, 2018 por PNUD

Nivel	Rango	Nivel IDH	Rango
Muy bajo	0 - 47,44	Alto	0.713 a 0.795
Bajo	47,45-62,01	Muy alto	0.795 a 0.924
Medio	62,02-76,87		
Mayor	76,88-100		

¹¹ En la actualidad Costa Rica posee 84 cantones.

La población urbana/rural y por distrito al 2011, se resume en el Cuadro 6. La población total fue de 16115 habitantes, con 53.24% en zona urbana y 46,76% en zona rural, con una densidad del 33,7 hab./Km².

Cuadro 6. Población urbana/rural y por distrito al 2011,

Cantón / Distrito	Urbano			Rural			Total		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Área (Km ²)	Densidad (hab./Km ²)
Parrita	8579	4286	4293	7536	3949	3587	16115	478.79	33.7
Porcentaje	53.24%	26.60%	26.64%	46.76%	24.51%	22.26%	100.00%		

Fuente: elaboración propia con datos del INEC (2011).

Ante la falta de datos censales más actuales, se considera la proyección de la población al 2025, presentada en el Cuadro 7 indica que pasara de 22109 al 2011 a 16115, con una densidad de 46,2 hab./Km², aumentando en 12,5 hab./km².

Cuadro 7. Proyección de la población al 2025, por INEC (2014)

Disrito	Total	0 a 4	Mayor 65	Total GV	Porcentje GV	Área (Km ²)	Densidad (Hab./Km ²)
Parrita	22109	1 605	2 012	3 617	16.36%	478.79	46.2

GV: grupo vulnerable

En el Cuadro 8, se desglosan indicadores económicos que reflejan la condición del empleo de la población mayor de 15 años en el cantón y distrito de Parrita, según datos del INEC al 2011. Aproximadamente, la mitad de la población trabajadora se encontraba en condición económicamente inactiva 49,6% (5881 personas).

Cuadro 8. Indicadores económicos por distrito, INEC 2011.

Parrita Indicadores económicos, según cantón y distrito									
Cantón y distrito	Población de 15 años y más	Tasa neta de participación	Tasa de ocupación	Tasa de desempleo abierto	Porcentaje de población económicamente inactiva	Relación de dependencia económica	Porcentaje de población ocupada		
							Sector Primario	Sector Secundario	Sector Terciario
Parrita	11 857	50.4	48.8	3.3	49.6	1.7	24.8	19.0	56.2

4.1 Etnicidad

Según datos del INEC, al 2011 el 83% de la población nacional se declara blanca o mestiza con diversas ascendencias, mientras que existen tres grupos minoritarios de indígenas, afrodescendientes, mulatos y chinos. En Parrita, los principales grupos étnicos que se encuentran son: blancos o mestizos con el 80.6%, población indígena con el 1.8%, población afrodescendiente con el 0.6% y la población mulata con el 9.1%.

5. Síntesis de los instrumentos vigentes para la planificación del cantón

El perfil local hace énfasis en los instrumentos de planificación que posee el cantón.

El artículo 1 del Código Municipal, vigente desde 1981, establece que el cantón promueve y administra sus propios intereses por medio del gobierno municipal.

Así, los instrumentos vigentes comprenden:

- I. Plan operativo de trabajo o Plan de Gobierno 2016-2020, presentado por el alcalde Municipal ante el Concejo Municipal.
- II. Plan de Desarrollo Estratégico 2020-2029.
- III. Plan vial quinquenal.
- IV. Plan Regulador del cantón de Parrita (parcial de usos de suelos, las zonas de alto, mediano y bajo riesgo del cantón de Parrita).
- V. Plan Regulador Costero, para los sectores, a. Isla Damas b. Isla Palo Seco Actualización, c. Playa Bejuco, Playa Esterillos Oeste, e. Playa Esterillos, f. Playa Palma.
- VI. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales.
- VII. Plan de Gestión Ambiental Institucional.

La Municipalidad de Parrita incluye en los instrumentos, la visión, misión, principio y valores que se resumen a continuación.

Misión. Propiciar la transparencia en los procesos municipales de forma eficiente y eficaz por el bienestar de la ciudadanía. La Municipalidad de Parrita es un gobierno local con autonomía propia para el cumplimiento de sus fines, destinado a brindar servicios eficientes que fortalezcan el desarrollo integral de la comunidad mediante una adecuada organización administrativa, financiera y social que propicia la participación democrática de los ciudadanos en procura de una mejor calidad de vida de nuestros habitantes

Visión Ser generadores de cambio económico, sociocultural y ambiental para el progreso de la ciudadanía parriteña. Ser un gobierno local comprometido con el progreso socioeconómico del cantón, de la mano con el desarrollo sostenible, deportivo y recreacional, con igualdad de oportunidades y equidad de género, que satisfaga las necesidades de los administrados con el apoyo de un recurso humano capacitado; orientado a la búsqueda de una mejor calidad de vida de nuestros habitantes.

Principios. 1) Tener los mismos derechos con equidad de género, 2) Respetar las leyes gubernamentales, 3) Democracia Activa, 4) Desarrollo sostenible

Valores. 1) Capital humano orientado en el servicio a la ciudadanía, 2) Responsabilidad social y ambiental, 3) Equitativos y tolerantes, 4) Lealtad, 5) Compromiso y transparencia

I. Plan operativo de trabajo o Plan de Gobierno 2016-2020. Este es un instrumento de planificación política; sin embargo, no fue mencionado por Parrita o está en proceso de actualización

II. Plan de Desarrollo Estratégico Municipal 2020-2029

Se desarrollo en colaboración con Instituto de Formación y capacitación Municipal y Desarrollo Local, de la Universidad Estatal a Distancia.

Sigue áreas estratégicas:

- A. Desarrollo y Gestión Institucional,
- B. Desarrollo Socioeconómico,
- C. Ordenamiento territorial y ambiental

III. Plan Vial Quinquenal de Conservación y Desarrollo de la Municipalidad de Parrita. Es un instrumento de Instrumento de planificación estratégica, que debiera apoyarse en ejes estratégicos:

- 1- Seguridad vial
- 2- Control técnico
- 3- Participación ciudadana
- 4- Planificación
- 5- Inclusión de la variable ambiental

IV. Plan regulador del cantón de Parrita

Es un instrumento de planificación territorial cantonal, que debe cumplir las escalas apropiadas indicadas por la legislación.

Se cuenta con un Reforma al Reglamento de Zonificación del Plan Regulador de Usos del Suelo y las Zonas de Alto, Mediano y Bajo Riesgo del Cantón de Parrita, que fue realizado por INVU en 1997, debido a los efectos provocados por el huracán Cesar de 1996. En este reglamento se permite convivir con la inundación adecuado la ubicación y la construcción en forma adecuada.

Se han dado modificaciones al reglamento en 2005, 2008 y 2011.

De loa anterior y aunque se habla de riesgo, no se encontraron las áreas de amenazas del cantón, salvo los mapas históricos de la CNE, ni enforques por cuenca hidrográfica, ni análisis de vulnerabilidad local, por lo que la actualización del Plan Regulador con enfoque de Riesgo acorde a la Ley 8488 se vuelve en un instrumento necesaria para regula los usos del territorio.

V. Consejo Territorial de Desarrollo Rural Garabito-Quepos-Parrita

El Consejo Territorial de Desarrollo Rural Garabito-Quepos-Parrita cuenta con el “Plan de Desarrollo Rural Territorial 2016-2021, del Consejo Territorial”, el cual tiene por objetivo establecer un marco operativo para la acción sectorial y local en el desarrollo rural del Territorio. Este permite encontrar soluciones bajo una planificación, coordinación y ejecución articulada con entidades gubernamentales y la sociedad civil como los propios beneficiarios de las políticas públicas del país. De manera consensuada y mediante un amplio proceso de participación ciudadana, se priorizaron las principales necesidades del territorio con el fin de establecer las líneas estratégicas del plan.

Las dimensiones del desarrollo del plan son: económica, ambiental, infraestructura, cultural y social. Los objetivos estratégicos que se ejecutarán para cada de las dimensiones son los siguientes (INDER, 2016):

- 1. Promover el desarrollo económico de los diferentes sectores del territorio contribuyendo así con la generación de fuentes de empleo y mejorar la calidad de vida de los habitantes del territorio Garabito-Quepos-Parrita.
- 2. Impulsar el desarrollo ambiental sostenible, la preservación de la biodiversidad tomando en cuenta el potencial productivo existente en el territorio Garabito-Quepos-Parrita.

3. Promover el desarrollo integral de la infraestructura vial, productiva y de servicios que permitan mejorar la competitividad del territorio Garabito-Parrita-Quepos.
4. Promover la cultura, el rescate de valores, tradiciones y el deporte para mejorar la calidad de vida de los habitantes del territorio Garabito-Quepos-Parrita.
5. Promover la ejecución de inversiones en el territorio Garabito-Quepos-Parrita, que permita el desarrollo integral e inclusivo de habitantes contribuyendo así con el mejoramiento en su calidad de vida.

Para cumplir con estas acciones, el comité directivo del CTDR incluye en su plan operativo anual el conjunto de actividades y tareas con sus responsables para dar cumplimiento a estos objetivos propuestos. Esto hace que este espacio de organización sea sostenible en el tiempo.

VI. Plan de Gestión Ambiental Institucional

Se han procesado residuos valorizables y se han recolectado residuos no tradicionales en Los Ángeles, La Palma, La Julieta, Sitradique y Pueblo Nuevo, se obtuvo el galardón de Bandera Azul Ecológica, se realiza la feria ambiental Hojita Verde, charlas educativas en diferentes centros educativos y jornadas de reforestación, entre otras iniciativas., específico en protección acuíferos: se elaboró un Plan de Acción para el manejo y protección del acuífero de Parrita.

La Municipalidad de Parrita, estableció bajo los lineamientos del Código Municipal, la inclusión en su plan estratégico y en todos sus planes operativos la prevención, reducción y mitigación de la contaminación derivada de las actividades en las áreas administrativas, sociales, operativas, culturales y deportivas donde se incluya las siguientes acciones: 1. Eficiencia energética y ahorro de energía, 2. Disminución de uso de papel 3. Disminución de los gases de efecto invernadero, 4. Utilización de las prácticas de las 3R: reducir, reutilización, reciclaje, 5. Uso eficiente del agua, 6. funcionarios ambientalmente alfabetizados.

Así como el cumplimiento de la jurisdicción ambiental vigente y de la aplicación de las buenas prácticas ambientales en el marco del mejoramiento continuo y en la constante búsqueda de un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado

Social. Fortalecimiento de Guías y Scouts, ha apoyado a estudiantes de música, en el lanzamiento de la unidad móvil del Patronato Nacional de la Infancia (PANI) y en la creación de la junta de protección de la niñez de Parrita, entre otras iniciativas de desarrollo local.

VII. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales.

Cuenta con un Reglamento del Servicio de Recolección de Residuos Sólidos del Cantón de Parrita desde el 2012.

VIII. Proyectos Municipales (tomado del estudio socio/económico).

A partir de los Informes de Labores de la Alcaldía de Parrita de los años 2016 y 2017, la Municipalidad de Parrita con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los habitantes, ha realizado diversos proyectos.

Infraestructura. En el periodo 2016-2017, se mejoró la infraestructura y la iluminación del parque La Julieta, se colocaron hamacas, se repararon toboganes y otros elementos en los parques de la comunidad de Pueblo Nuevo y se restauró el Mural Infantil. Se mejoraron y pintaron las bancas del parque de la comunidad de Los Sueños, en Loma Arriba y en Reformadores.

Servicios Comunes y Sociales. La municipalidad participó en las siguientes actividades: Bienestar Familiar, Ideas Productivas, Avancemos, Manos a la obra, Empléate, en procesos formativos para mujeres en riesgo social, en la administración del CECUDI, el Festival Navideño y en el Galardón de Plata.

A la fecha, en la Municipalidad de Parrita no está consolidada la gestión del riesgo. Esto obliga a la CNE e instituciones asociadas a sectores hídrico, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados ICAA (antes AyA), Ministerios de Salud (MS), SENARA, a actuar en forma reactiva con grandes costos anuales asociados. El plan de acción para la adaptación climática y las medidas de adaptación que paulatinamente se logren integrar en los instrumentos de planificación territorial existentes, deben asegurar la sostenibilidad de su ejecución a nivel local. En la Figura 14 se presentan los instrumentos asociados a los plazos de ejecución.

Los instrumentos existentes integran los resultados de análisis de riesgo por amenazas climáticas y otras, y proponen/integren medidas de adaptación desde la gestión del riesgo hacia obras civiles, como parte integral de sus propuestas de acción. Sin embargo, al igual que lo realizó la CNE, al traspasar por Ley la GIR a las municipalidades, debe asegurarse el financiamiento de las medidas de adaptación.



Figura 14. Instrumentos de la Planificación Municipal

Fuente: SGSA, CNE (2014)

Por su relación en la atención de emergencia, los planes viales se consideran instrumentos relacionados a la adaptación reactiva por su función el restablecimiento de los caminos, generalmente asociados a impactos de los eventos climatológicos. Esto debiera convertirse en una acción proactiva asociada al mantenimiento, lo que constituiría una medida de adaptación proveniente de la gestión del riesgo.

6. Perfil climático

El perfil climático se elaboró a partir de información disponible, suministrada por diversas instituciones y el proyecto Plan A, valorada y seleccionada para los propósitos de este trabajo. La cartografía base empleada es del IGN, RN (2017).

6.1 Síntesis de amenazas e impactos climáticos que afectan o afectarán al cantón en el futuro.

Según la CNE (2021), el cantón de Parrita posee una red fluvial bien definida, la misma cuenta con un grupo de ríos y quebradas que son el punto focal de las amenazas hidrometeorológicas del cantón. Esta red de drenaje está compuesta principalmente por los ríos: Tusubres, Chires, Pirrís (Parrita), Palo Seco, Barbudal, Jocote, Tulín y las quebradas Aserradero y Bejuco. Algunos de estos ríos y quebradas han disminuido el periodo de recurrencia de inundaciones, lo anterior por causa de la ocupación de las planicies de inundación y el desarrollo agrícola y urbano en forma desordenada y sin ninguna planificación, y al margen muchas veces de las leyes que regulan el desarrollo urbano y forestal. A lo anterior, se suma el depósito de desechos sólidos a los cauces, que reduce la capacidad de la sección hidráulica y provoca el desbordamiento de ríos y quebradas. Esta situación ha sido generada por la construcción de viviendas cercanas a los ríos en el cantón de Parrita. Las zonas o barrios que pueden ser más afectados (entre otros) y con alto riesgo por las inundaciones y flujos de lodo de los ríos y quebradas antes mencionadas son: Vista Mar, Chires, Playón, Parrita, Pueblo Nuevo, P. Palma, Julieta, Barbudal, Porvenir, Vueltas Palo Seco, La Loma, Esterillos oeste y Bejuco.

Otras amenazas consideradas o reportadas son:

- a) Inestabilidad de laderas, sobre todo hacia el Norte del cantón, donde la pendiente del terreno es más abrupta. Los poblados más vulnerables son: San Juan, Guapinol, Chirracá Arriba, Chires Arriba, San Gerardo, Bambú, Surubres. Además, son susceptibles a inestabilidad de suelos aquellos lugares donde se han practicado cortes de caminos y rellenos poco compactos. Los efectos más importantes de los deslizamientos serían: 1) sepultamiento de viviendas, b) daños a diversos caminos, c) flujos de lodo, generados por represamientos de ríos, afectando sobre todo aquella infraestructura localizada cerca del cauce del río o dentro de la llanura de inundación de estos, d) Daños a ganadería y cultivos.
- b) Licuefacción del suelo (comportamiento del suelo como un líquido debido a las vibraciones del terreno), sobre todo en aquellas áreas donde los terrenos están conformados por acumulación de arenas. Los poblados más vulnerables son: Esterillos Oeste y Este, Bejuco, Bandera, Julieta, Parrita, Pueblo Nuevo, Isla Damas.
- c) Tsunamis o maremotos, que afectarían aquellos poblados localizados a lo largo de la costa pacífica, tales como: Isla Damas, Palo Seco, Parrita, Pueblo Nuevo, Julieta, Bejuco, Esterillos Este y Oeste.
- d) Relacionados a la sismicidad. 1) Amplificaciones de la onda sísmica en aquellos lugares donde el tipo de suelo favorece este proceso (terrenos conformados por arenas, aluviones, etc.). Los poblados más vulnerables son: Esterillo Oeste, Bajo Chires, Esterillos, Bejuco, Bandera, Loma, Jicote, Julieta, Parrita, Pueblo Nuevo, Playón, Surubres, Sardinal, Barbudal, Vueltas, Palo Seco, Porvenir. 2) Asentamientos de terrenos, en aquellos sectores donde se han practicado rellenos mal compactos o existen suelos que por su origen son poco compactos (aluviones, arenas, etc.). 3) Fracturas en el terreno, con daños diversos a la infraestructura

Las recomendaciones de la CNE (2021) respecto a inundaciones y flujos de lodo es evitar la ocupación de las planicies de inundación de los ríos por asentamientos formales o informales, evitar así mismo la deforestación de las cuencas altas y medias e impulsar programas de uso sostenible de recursos naturales. Así, tomando en cuenta los lineamientos para amenazas de la Guía de Gestión Municipal del Riesgo¹² (SGSA y CNE, 2014a) y la Guía de Planificación y presupuestación¹³: (SGSA y CNE, 2014b), se realizan las siguientes recomendaciones. La última guía muestra la herramienta del Marco Lógico que se ha aplicado con buenos resultados en el quehacer de la gestión del riesgo municipal. A continuación se detallan algunas recomendaciones puntuales incluidas en las guías antes mencionadas:

- a. No permitir que continúe el desarrollo urbano en las planicies de inundación, velando porque todo uso del suelo se acoja a las restricciones señaladas en el plan regulador del cantón, si existiese. En caso de ausencia de plan regulador, acogimiento a las normativas de uso establecidas por la municipalidad o bien cualquier otra regulación particular que exista sobre sitios de alto riesgo, emitida por la CNE o las autoridades competentes. Se debe desalentar la ocupación atrás de los diques, previendo una falla de estos ante eventos extremos como ya se ha hecho costumbre
- b. Fomentar programas de educación ambiental y de uso de la tierra con fines de construcción, para evitar la contaminación de los ríos y quebradas, con desechos sólidos y otros, así como establecer brigadas de vecinos para la limpieza y mantenimiento de los desagües y cauces de agua.
- c. Planificar adecuadamente el envío de aguas servidas, negras y pluviales que fluyen de las diferentes urbanizaciones, y que aumentan el caudal de los ríos, provocando inundaciones y problemas de salud en períodos de lluvias intensas, y cuando se presentan otros eventos hidrometeorológicos tal como: frentes fríos, vaguadas, temporales, tormentas y depresiones tropicales, etc.
- d. Que la Municipalidad de Parrita busque los mecanismos adecuados con otras instituciones del Estado, Organismos no gubernamentales (ONG's), vecinos y empresa privada para poner en práctica obras de protección de las márgenes de los ríos o los cauces, para reducir la posibilidad de inundaciones, aunque cumpliendo el alejamiento del área de protección según la legislación.
- e. Que los grupos organizados del cantón de Parrita formen grupos de vigilancia de las cuencas de los ríos que pasan cerca de los centros de población para evitar que inundaciones y avalanchas tomen por sorpresa a la población en época de lluvia con alta intensidad.
- f. Evitar la concesión de permisos de construcción sobre laderas de fuerte pendiente o al pie de estas, igual restricción se debe aplicar para sectores donde existen antecedentes de inestabilidad.
- g. En sectores donde existan fallas geológicas es importante mantener una franja de no construcción a ambos lados de la traza de falla.
- h. Controlar el desarrollo de infraestructura cerca de las regiones costeras, evitando la concesión de permisos en terrenos arenosos y/o a un nivel cercano al nivel del mar.
- i. Dar seguimiento a los permisos de construcción o intervenir los mismos en los casos que se compruebe que la práctica constructiva o la calidad de los materiales no es la más adecuada, de tal manera que garantice su resistencia a los sismos y las inundaciones de bajo nivel y velocidad del flujo, al respecto incorporar estudios de modelación hidráulica (CNE, 2013 y Álvarez Ch., M., 2018).

¹² [Gestión Municipal del Riesgo Ordenamiento Territorial.pdf \(cne.go.cr\)](#)

¹³ [Guía Municipal del Riesgo de Desastres planificación y presupuestación.pdf \(cne.go.cr\)](#)

- j. Controlar los permisos de construcción sobre rellenos, pues en general estos no reúnen las condiciones adecuadas para ello.
- k. Considerar aquellas áreas vulnerables a las diferentes amenazas cuando sean planeadas y diseñadas obras de infraestructura de importancia comunal (rellenos sanitarios, acueductos, caminos etc.)

A continuación, se analizan las amenazas relacionadas a la VC y del CGA, que se han detectado en el cantón de Parrita, incluyendo inundaciones, inundación costera, deslizamientos, inestabilidad de laderas, erosión laminar e incendios forestales. Se reconoce que existen otras amenazas, entre ellas disminución en la disponibilidad de agua para consumo y riego, contaminación por agroquímicos, afectación de la producción agropecuaria, entre otras. Estas requieren estudios específicos, probabilísticos, espacios temporales para su evaluación apropiada, que deberán ser de atención futura. En un enfoque integral, se deben considerar otras amenazas de la geodinámica externa y antrópicas.

6.1.1 Inundaciones

Las inundaciones han sido delimitadas por la CNE, y corresponden a eventos históricos máximos, sobre una base 1:50,000, que se presentan en la Figura 15. En el Cuadro 9 se dan las áreas respectivas.



Figura 15. Inundaciones en el cantón de Parrita

Cuadro 9. Áreas inundadas reportadas por CNE

Valor	Descripción	Area (Km ²)	Porcentaje
0	Sin inundación	329.37	68.45%
4	Áreas de agua permanente	18.03	3.75%
5	Inundación reportada CNE	133.80	27.81%
Total		481.20	100.00%

El 27,8% o 133 Km², han sufrido de inundaciones, y hay 3,75% o 18 km² con agua permanente.

6.1.2 Inundación costera

Las inundaciones costeras producto de marejadas y/o tsunamis, así como del levantamiento del nivel del mar, han sido estudiadas por Lizano (2017). Con esta consideración y dado que el efecto de este levantamiento obedece a una escala global, se ha utilizado el pronóstico al 2030 como indicativo de la actualidad. En la Figura 16 se incluye la inundación costera para el cantón de Parrita.



Figura 16. Inundaciones costeras en el cantón de Parrita

Aunque se prevén inundaciones costeras, estas fueron calificadas por niveles. El resultado en el escenario analizado es una amenaza baja (verde) y media (amarillo), con naranja y rojo valores 4 y 5 en la parte SE del cantón.

6.1.3 Inestabilidad de laderas, CNE

En la Figura 17 se incluye la información de la CNE en el cantón de Parrita, considerando las coronas con un buffer de 50 metros y los deslizamientos demarcados por la CNE. Esta reporta áreas de deslizamiento en los bordes de los cauces principales. Como se indicó anteriormente, los cortes y taludes en carreteras no se muestran en esta representación porque son pequeños, aunque de gran impacto en el transporte y daños locales y/o personales, en las partes altas. También, cabe señalar que, aunque hay reportes de deslizamientos y de flujos de lodo, pareciera que estos no están representados en la información de la CNE.



Figura 17. Inestabilidad de laderas-CNE, en el cantón de Parrita.

6.1.4 Inestabilidad de laderas, metodología Mora y Vahrson

En el Anexo 2, se incluye el análisis detallado de inestabilidad de laderas por la metodología Mora y Vahrson (1994). En la Figura 18 se presenta el producto final de este análisis.

En el Cuadro 10 se incluyen las áreas por categorías de inestabilidad de laderas y en la Figura 19 de presenta un gráfico tipo pastel con las áreas y porcentajes de cada categoría.

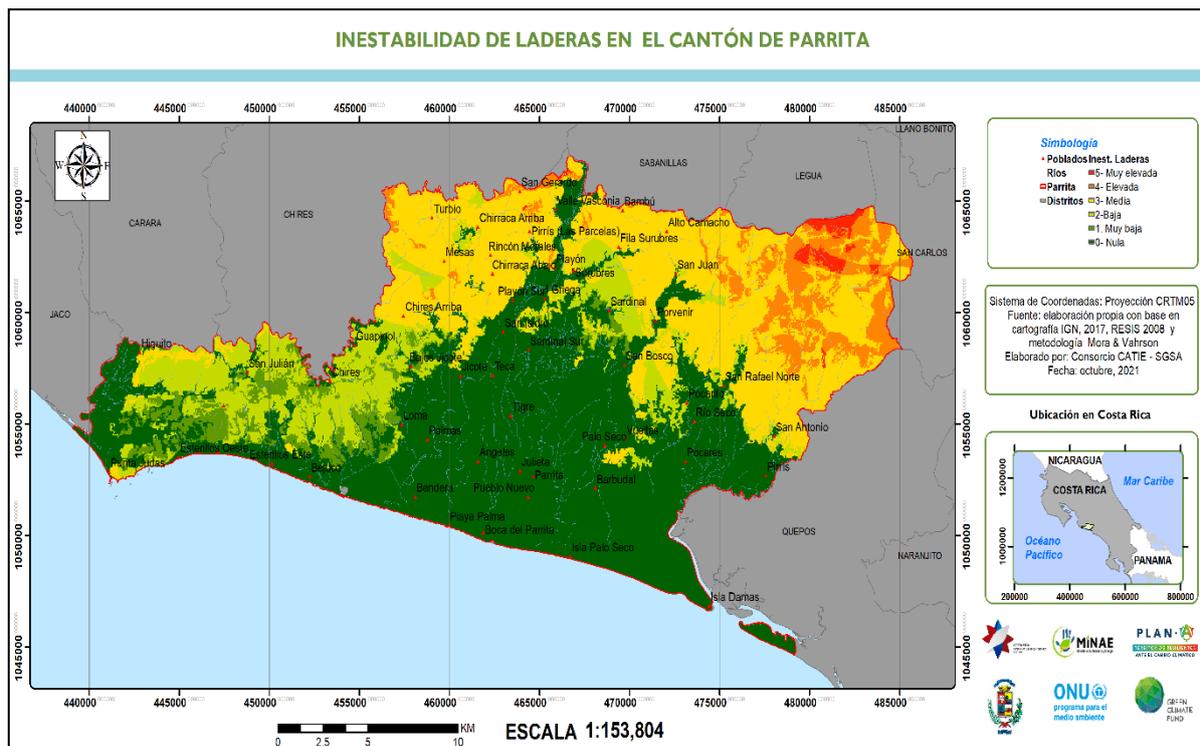


Figura 18. Inestabilidad de laderas-metodología Mora & Vahrson, en el cantón de Parrita

Cuadro 10. Inestabilidad de laderas en el cantón de Parrita

Código	Inestabilidad de laderas	Área Km ²	Porcentaje
1	Nula	218.92	45.72%
2	Muy baja	22.84	4.77%
3	Baja	66.76	13.94%
4	Media	136.75	28.56%
5	Elevada	29.73	6.21%
6	Muy elevada	3.78	0.79%
Total		478.78	100.00%

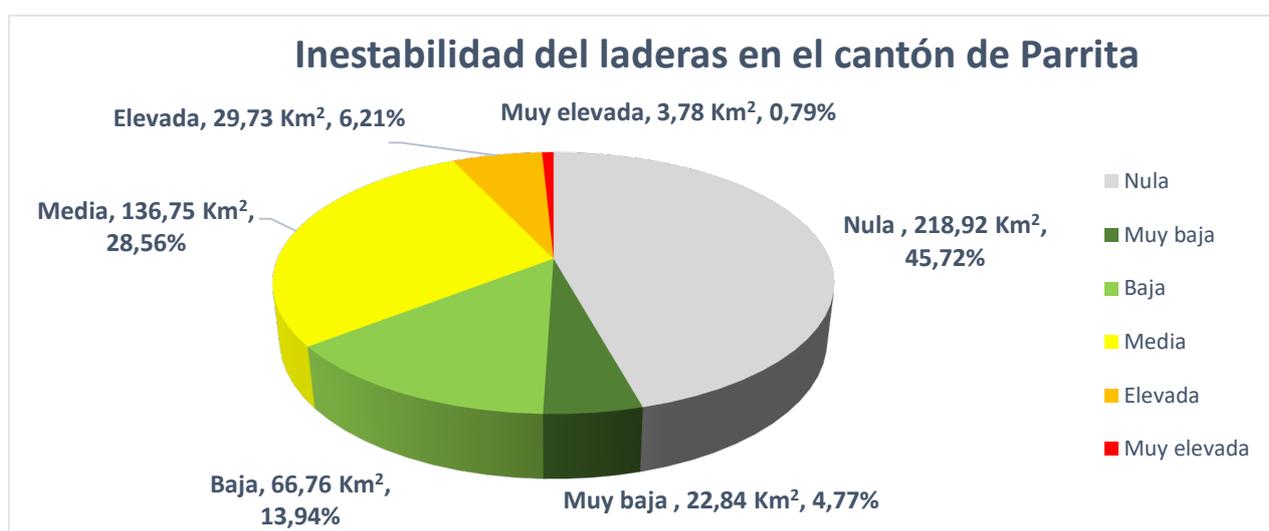


Figura 19. Áreas y porcentajes de la inestabilidad de laderas en el cantón de Parrita
Fuente: elaboración propia.

6.1.5 Erosión laminar

En el Anexo 3, se incluye un análisis de la erosión laminar con base en la metodología de pérdida universal de suelos (USLE, por sus siglas en inglés). En la Figura 20 se presenta la erosión laminar final de este análisis del cantón de Parrita.

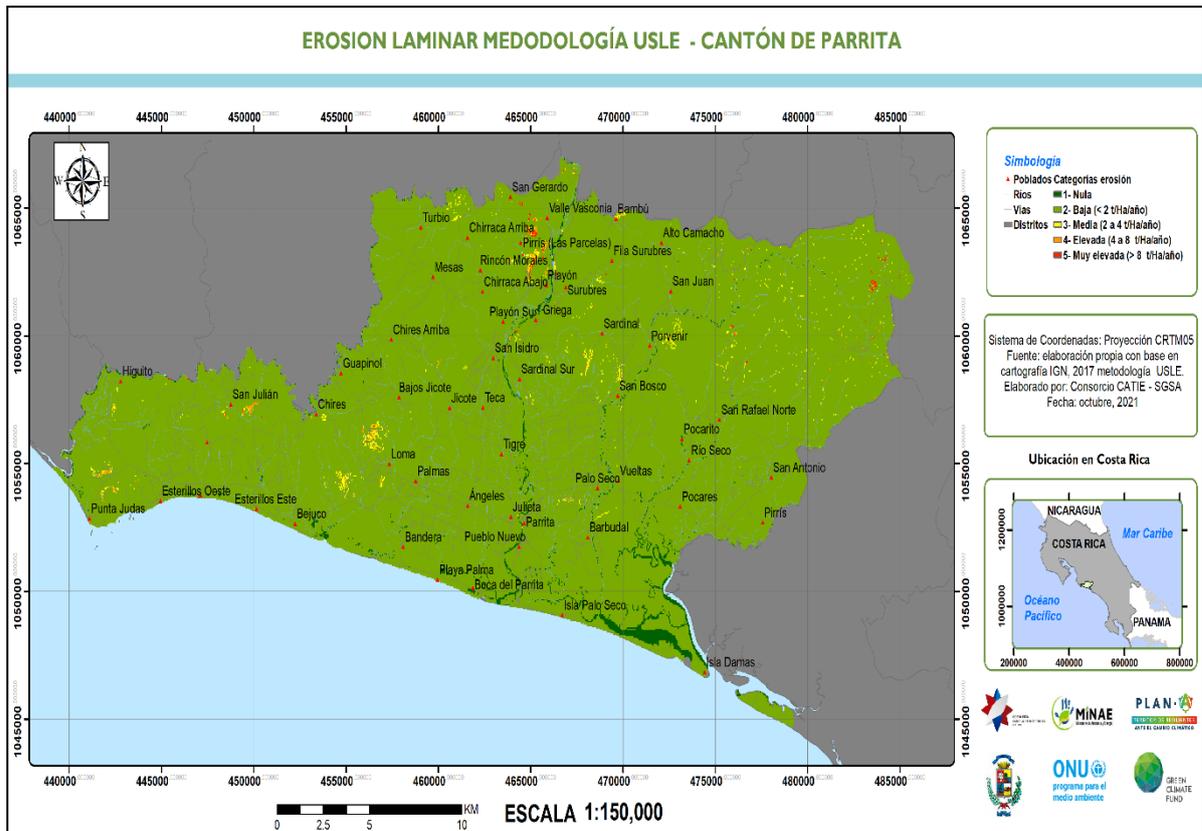


Figura 20. Erosión laminar en el cantón de Parrita

Esta es una aproximación sobre el estado de actualidad de la erosión laminar del suelo con los datos disponibles en cuanto a erosividad de la lluvia, erodabilidad de los suelos, pendientes y longitud de esta y la cobertura de la tierra. En el Cuadro 11 se resume la pérdida a suelos en el cantón de Parrita por rangos de erosión en Ton/Ha año. En la Figura 21 se muestran las áreas y porcentajes de la erosión.

Cuadro 11. Erosión laminar en el cantón de Parrita

Código	Erosión (Ton/Ha/Año)	Área Km ²	Porcentaje
1	Nula (<= 1)	7.595	1.60%
2	Baja (1 a 2 Ton/Ha/Año)	463	97.40%
3	Media (2 a 4 Ton/Ha/Año)	3.315	0.70%
4	Alta (4 a 6 Ton/Ha/Año)	0.985	0.21%
5	Muy alta (> 6 Ton/Ha/Año)	0.4475	0.09%
Total		475.3425	100.00%

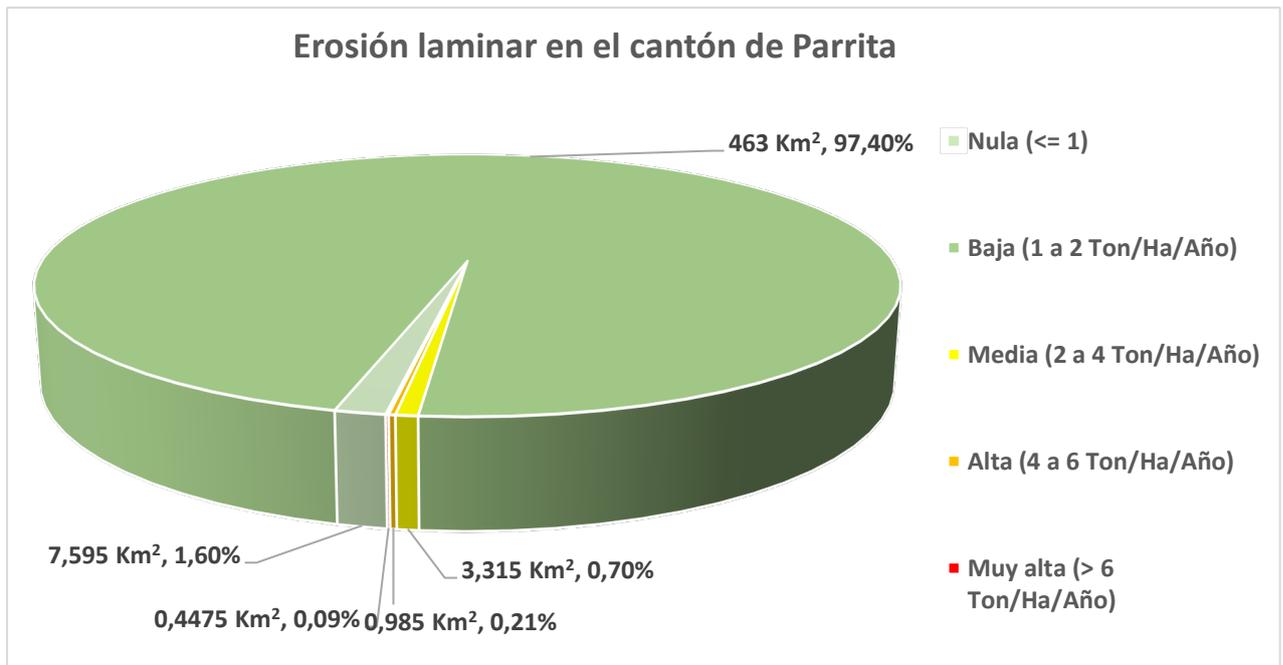


Figura 21. Áreas y porcentajes de erosión laminar en el cantón de Parrita
Fuente: elaboración propia.

La erosión en el cantón de Parrita es baja, producto de las bajas pendientes; se identifica un 0.3% o 1,43 Km² en condición elevada y muy elevada erosión. Aun así, debido a las tormentas, la erosión es transportada hasta la costa teniendo un problema de sedimentaciones que se acrecienta en los cauces y quebradas, dinámica que se aprecia en los cauces y que no se ha estudiado.

6.1.6 Incendios forestales

En cuanto a incendios se recurrió a los eventos de puntos de calor del 01 de enero 2003 al 01 de agosto 2021, registrados de forma diaria mediante el Programa para Detección de Puntos de Calor con Técnicas de percepción remota de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) de México (CONABIO, 2021¹⁴). Esta información se preparó desde el nivel diario a nivel anual, conservando la fecha de cada evento.

La Figura 22 muestra la distribución de puntos del calor e incendios registrados para el cantón de Parrita.

¹⁴ Acceso a la base de datos en [Sistema de Alerta Temprana de Incendios \(conabio.gob.mx\)](https://conabio.gob.mx)

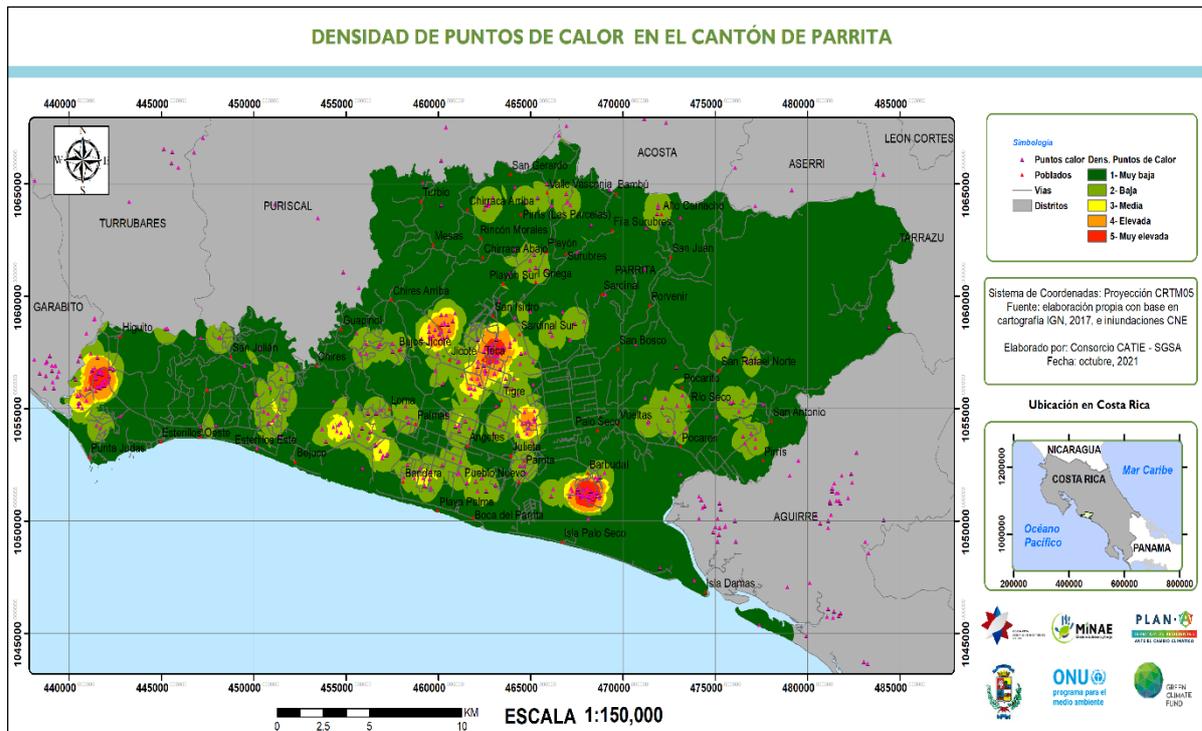


Figura 22. Incendios forestales en función de puntos de calor en el cantón de Parrita.

Aunque es un indicativo de los incendios forestales y se debe comprobar, brinda una aproximación de donde se han producido los mismos, y se pueden ver asociados a prácticas agrícolas relacionadas a cultivos o actividades de cacería principalmente en la parte media central y al oeste del cantón de Parrita.

6.1.7 Amenazas integradas o combinadas

Dado que las amenazas se han estandarizado a 5 niveles, el análisis multicriterio permite obtener su integración. En la Figura 23, se muestran las multi-amenazas del cantón de Parrita. Este producto se muestra como referencia, porque el análisis se integrará en este estudio a nivel de exposición.

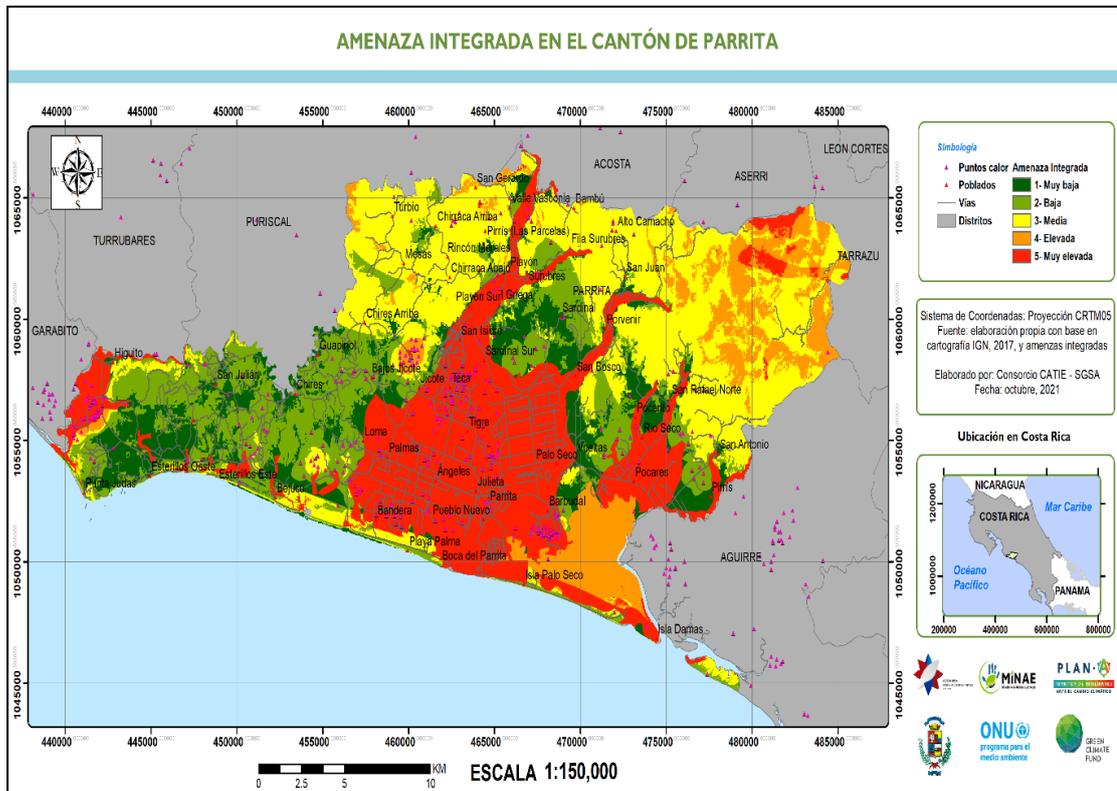


Figura 23. Multiamenaza en el cantón de Parrita.

6.1.8 Conflictos del uso de la tierra

Las divergencias o conflictos del uso de tierra se incluyen en la Figura 24 y el resumen de las áreas por categoría de conflictos en el Cuadro 12.



Figura 24. Divergencias del uso de la tierra en el cantón de Parrita
Fuente: Elaboración propia con base en mapas del uso y de capacidad de la tierra.

Cuadro 12. Áreas y porcentajes de los conflictos del uso de la tierra

Capacidad de uso	Area Km ²	Porcentaje
Conforme	335.05	69.63%
Subuso	111.09	23.09%
Sobreuso	32.39	6.73%
Grav. Sobreexplotado	2.68	0.56%
Total	481.20	100.00%

El análisis de conflictos muestra que un 69,63% aproximadamente 335,05 Km² están en condición de uso conforme, en condición de sobreuso hay un 6,73% o 32,39 Km², en condición de gravemente sobreexplotado hay un 0,56% o 2,68 Km² y en condición subutilizado un 23,09% o 111,1 Km². En la Figura 25 se presentan las áreas y sus porcentajes, para el cantón de Parrita.

Resulta evidente que hay que adaptarse a la condición la variabilidad del clima por conflictos de uso, como lo son aquellas áreas que no presenten un uso de bosque en altas pendientes. Estas se observan como pastos con problemas evidentes de erosión laminar y por surcos, derivando algunos en formación de cárcavas. Deben gestionarse con medidas de adaptación, utilizando técnicas de conservación y restauración de suelos.

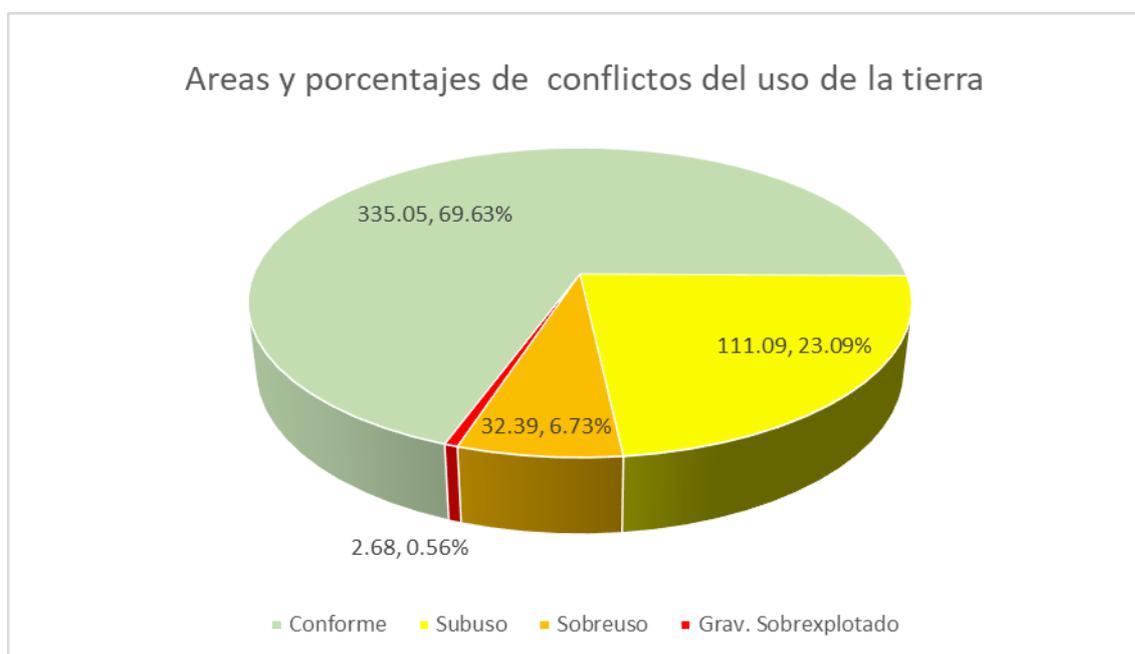


Figura 25. Conflictos del uso de la tierra en el cantón de Parrita.

6.1.9 Precipitación extrema

Con los extremos se propone obtener un Delta del cambio de los escenarios para la variable de lluvia extrema y/o de lluvia mínimas (sequía o aridez), que según el percentil estará dado:

- Delta máximo = Lluvia P90_2050, - Lluvia actual, esta diferencia debe dar valores positivos y negativos, que representan un porcentaje de más o de menos, este porcentaje podría asumirse en un 10%, con un riego en la diferencia por definir como de no cambio en un intervalo 0 a ± 5 .
- En forma similar el mínimo. Se prevé que la aridez o “sequía” se confronte por aparte con las divergencias y con el índice de amenazas integrado. En este sentido por opinión de expertos pareciera el P10 es un mejor escenario para representar la aridez meteorológica.

El percentil 90 de la lluvia extrema representada por el P90 actual se definió según se presenta en la Figura 26. Los valores del P90 van de un mínimo en 0 mm/día a un máximo en 14,0 mm/día con una media de 9,7 mm/día.

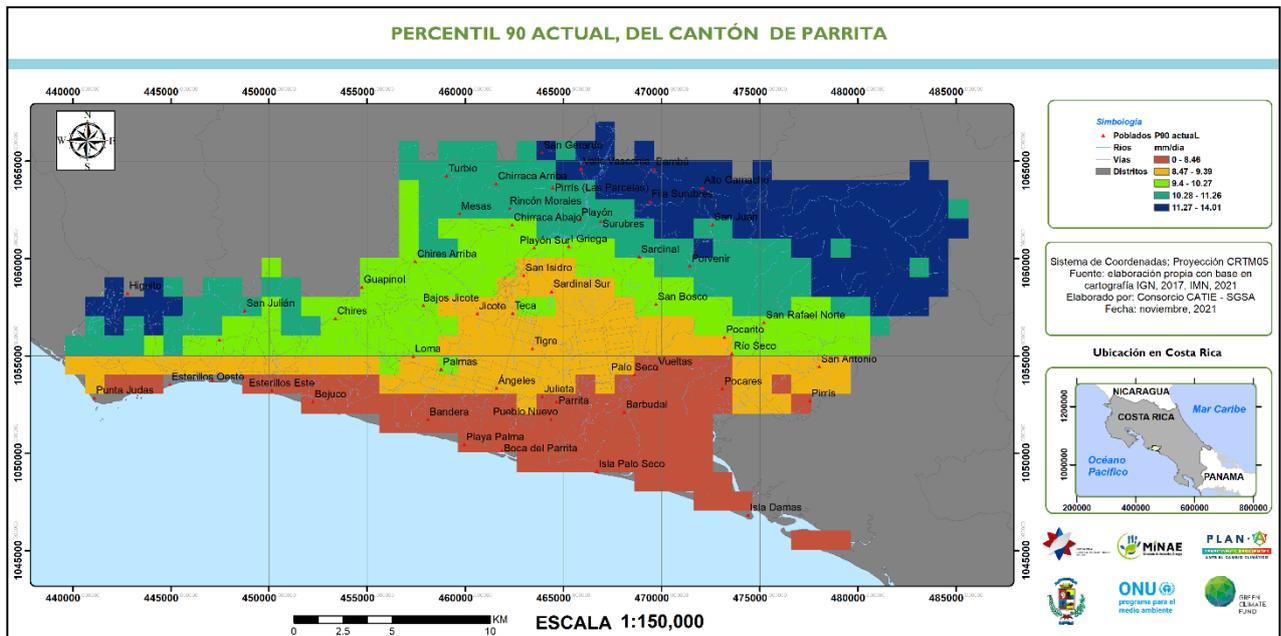


Figura 26. Percentil 90 – actual.

El IMN basado en PRECIS suministró escenarios de cambio climático, referidos a RCP2.6 cercano y medio y RCP8.5 cercano y medio, así como el actual. En las Figuras 27, 28, 29 y 30 se muestran los escenarios RCP2.6A, RCP2.6B, y RCP8.5A y RCP8.5B respectivamente. Para el RCP2.6^a, los valores van de un mínimo 0, a un máximo de 14,42, con una media de 9,76. Para el RCP2.6B, los valores van de un mínimo 0 a un máximo de 15,46, con una media de 10,51 mm/día.

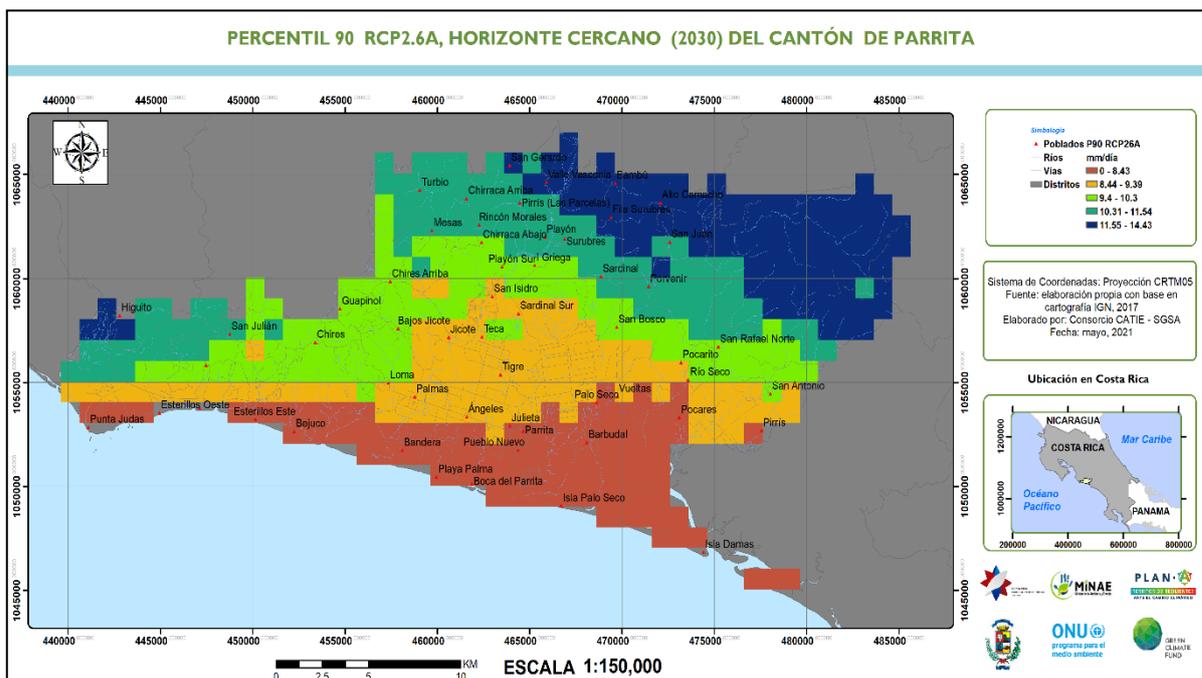


Figura 27. Percentil 90 RCP2.6A, horizonte cercano.

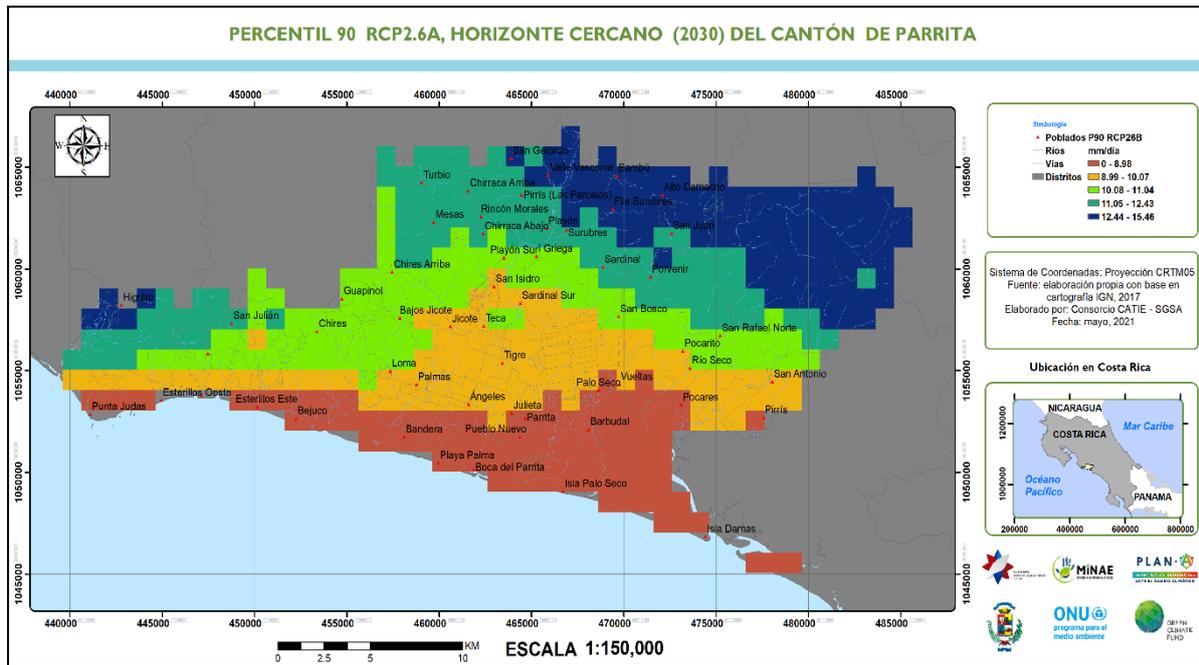


Figura 28. Percentil 90 RCP2.6B, horizonte medio.

Para el P90 RCP 8.5A, el mínimo es 3,98, el máximo 11,41 y la media 7,06. Para RCP8.5B se tiene mínimo es 0, el máximo 13,04 y la media 8,72.

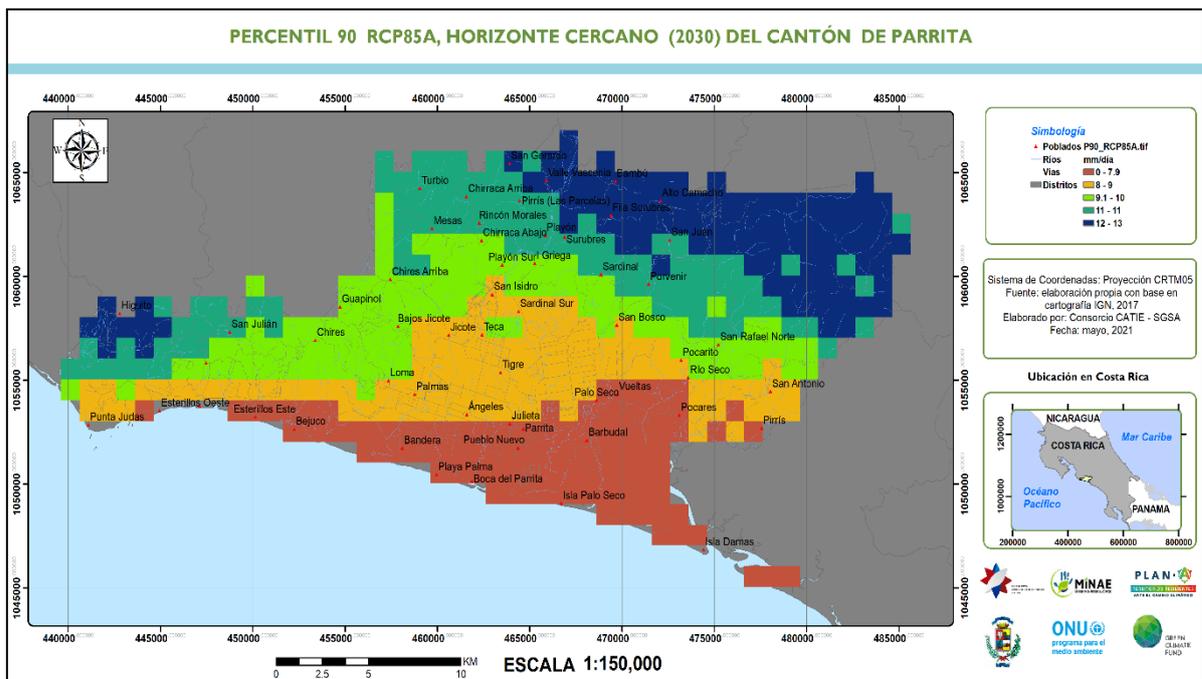


Figura 29. Percentil 90 RCP8.5A, horizonte cercano.

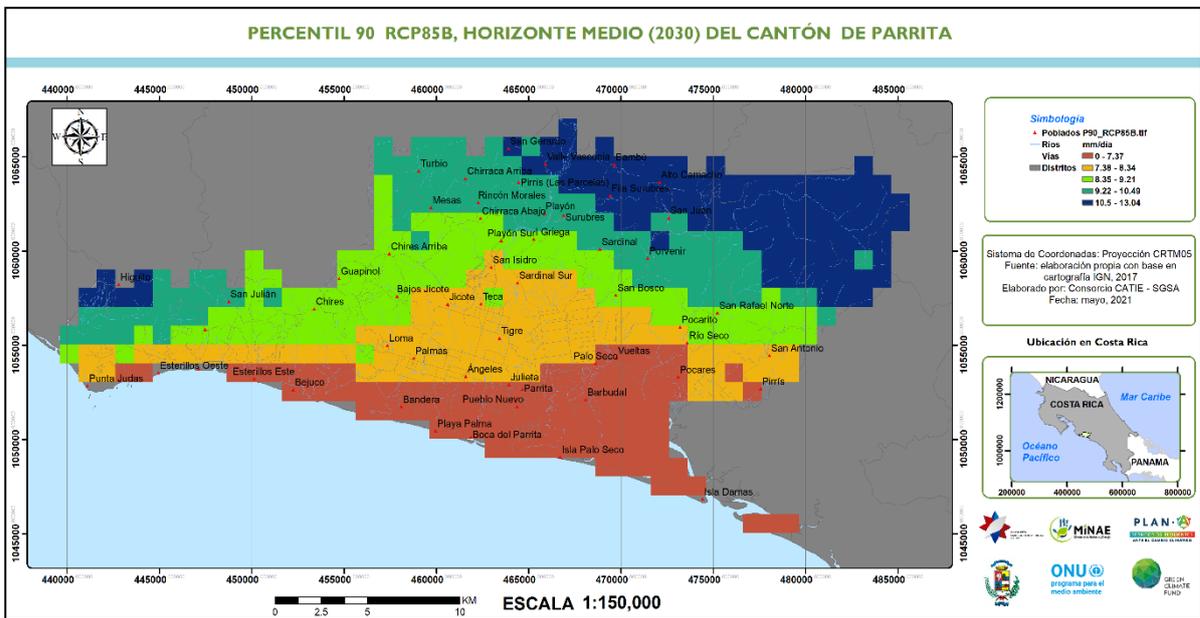


Figura 30. Percentil 90 RCP8.5B, horizonte medio.

La mayor diferencia al 2030, se da en el P90RCP2.6B o cercano, por esta razón se utiliza para determinar la máxima diferencia en porcentaje que afectará al escenario de eventos extremos máximos. Esto se muestra en la Figura 31, donde en tonalidades de más claro a más oscuro, el color morado representa donde se espera el mayor cambio.

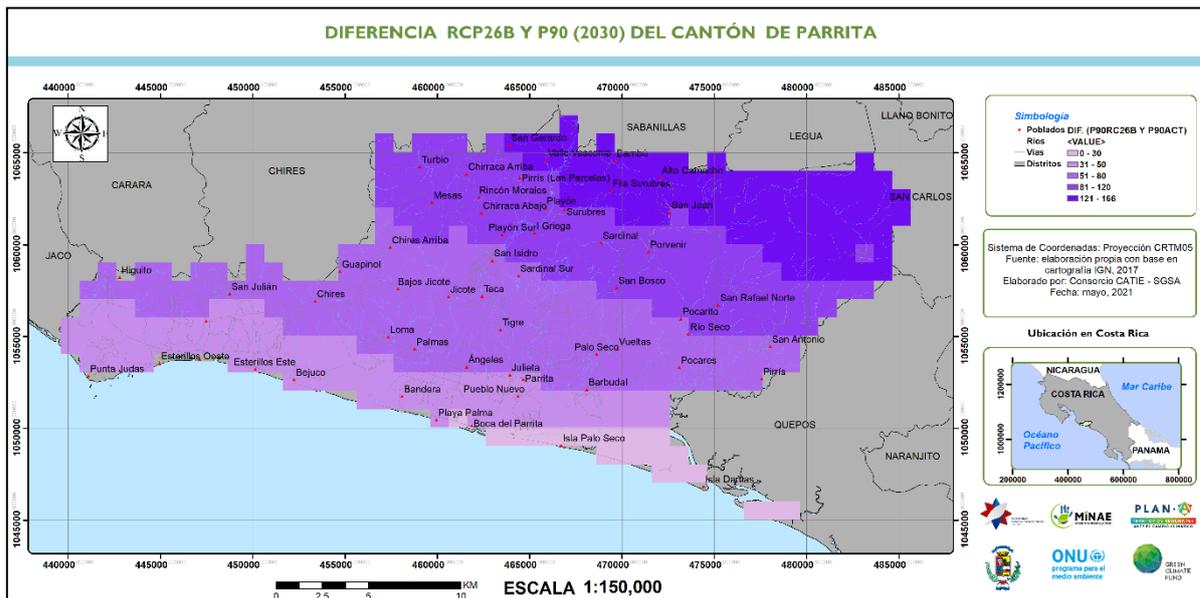


Figura 31. Diferencia del P90_RCP26B respecto P90_Hist, en porcentaje

La sección morado oscuro indica las áreas donde aumentarán los eventos extremos de lluvia explicados por el P90, y la parte más clara (rosa) se espera que los eventos por P90 aumenten en menos porcentaje. Lo anterior se puede asociar a las amenazas detonadas por las lluvias máximas que afectan a todo el cantón.

Sin embargo, se hace énfasis en que tanto para el P90 como para el P10 no existen estudios en el país que establezcan correlaciones entre éstos y los eventos finales de amenaza, ya sean de inundaciones, inestabilidad de laderas, flujos de lodo (para el caso de lluvia máxima), o para los

eventos mínimos (sequías), con problemas asociados a la producción agrícola/ganadera del área ni a los ecosistemas.

7. Síntesis de condiciones de vulnerabilidad que prevalecen en el cantón.

Este apartado se basa en el estudio de la UCR (2021), donde se incluye la información sobre los sistemas y sectores más sensibles, así como de las capacidades de adaptación, que en forma indirecta existen en el cantón. Esto es explicado por este informe: “se hace uso de proyecciones y extrapolaciones de estadísticas demográficas que han desarrollado el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) y el Centro Centroamericano de Población de la Universidad de Costa Rica (CCP-UCR). Se utilizan como base los datos censales del 2000, 2011 y proyecciones al 2025 para estimar la evolución histórica en el comportamiento de las principales variables del componente socioeconómico del modelo”.

También menciona el estudio de la UCR (2021), que para “la capacidad de adaptación se tienen dimensiones y ámbitos varios y amplios al igual que los indicadores que componen la sensibilidad. Esta similitud también constituyó un reto a la hora de la selección de los indicadores. En ese trabajo, los indicadores necesitaban caracterizar los cantones para poder apoyar a la toma de decisión a nivel local, así que se identificaron indicadores ya desarrollados a nivel cantonal adaptados a la realidad nacional. Sin embargo, como no se tenían los datos a nivel UGM, la capacidad de adaptación se trató de manera independiente de las otras variables”. Esto queda para el uso del municipio, y se relaciona a: 1) base de activos, 2) instituciones y derechos, 3) conocimiento e información, 4) innovación, y 5) gobernanza y toma de decisiones flexible y prospectiva, información general que aporta muy pocos al nivel local.

7.1 Índice de Vulnerabilidad (IV) del cantón por UGM

Este índice se calculó en el estudio de la UCR (2021), con las variables presentadas en el Cuadro 13, y se muestran en la Figura 32.

Cuadro 13. Variables utilizadas para el cálculo del índice de vulnerabilidad (UCR, 2021)

Variable	Fuente y resolución espacial	Relación
Porcentaje asistencia a la educación regular (secundaria)	Censo 2011, por UGM. Proporción de la cantidad de personas entre los 13 y 17 años que asisten a la educación regular secundaria, entre la población total de 13 a 17 años. El resultado es multiplicado por 100 para obtener el porcentaje.	Directa
Población infantil	Censo 2011, por UGM	Directa
Población adulta mayor	Censo 2011, por UGM	Directa
Población desempleada	Censo 2011, por UGM	Directa
Población con limitaciones físicas o mentales	Censo 2011, por UGM	Directa
Necesidades básicas insatisfechas	Censo 2011, por UGM	Directa
Pérdidas económicas por eventos hidrometeorológicos (colones)	MIDEPLAN, por distrito. Se asigna el mismo peso a cada distrito.	Directa
Proveniencia de agua potable.	Censo 2011, por UGM. Promedio ponderado de viviendas, según cantidad de viviendas que reciben agua de proveedor institucional (factor 0,06), comunal (factor 0,03) o no regulado (factor 0,01).	Directa
Servicios ecosistémicos	Porcentaje de área que está cubierta por SES identificados por CENIGA, por UGM.	Inversa
Áreas silvestres protegidas	Porcentaje de área que está dentro de área silvestre protegida, por UGM.	Inversa

Caminos y Carreteras	Kilómetro del total del área del distrito, por distrito, según mapa de calles 1:5000 del SNIT.	Inversa
----------------------	--	---------

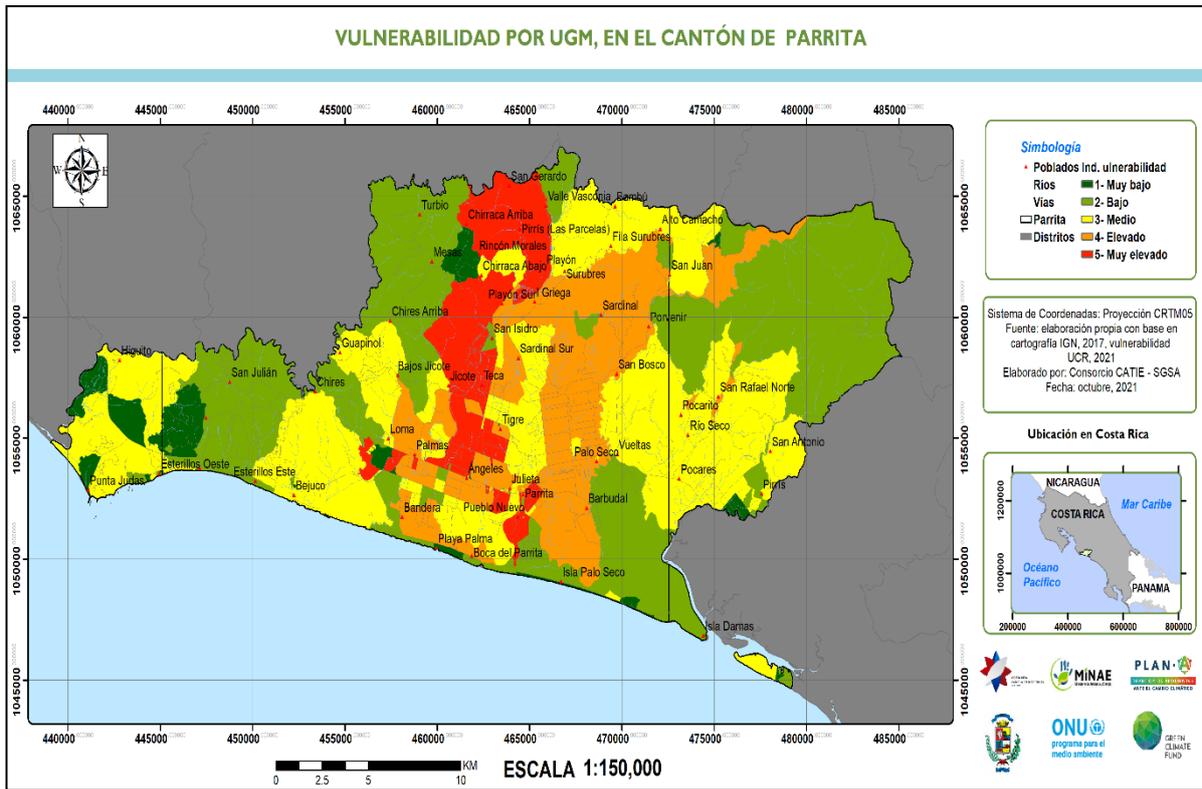


Figura 32. Índice de vulnerabilidad por UGN, cantón de Parrita.

7.2 Ajuste por densidad de infraestructura y por densidad vial

Aunque la UGM disminuye la representación espacial del índice de vulnerabilidad, todavía expresa espacialmente áreas muy grandes que no reflejan el valor del IV; esto es, dan un falso IV, a áreas que no están pobladas, o bien son transitadas. Por esta razón, se realizan ajustes por infraestructura y/o vialidad.

En las Figuras 33 y 34 se han calculado densidades por infraestructura y por la red vial, tomado en cuenta la cartografía del IGN-RN, 2017, que se utiliza para ajustar el IV, presentado en la Figura 35.

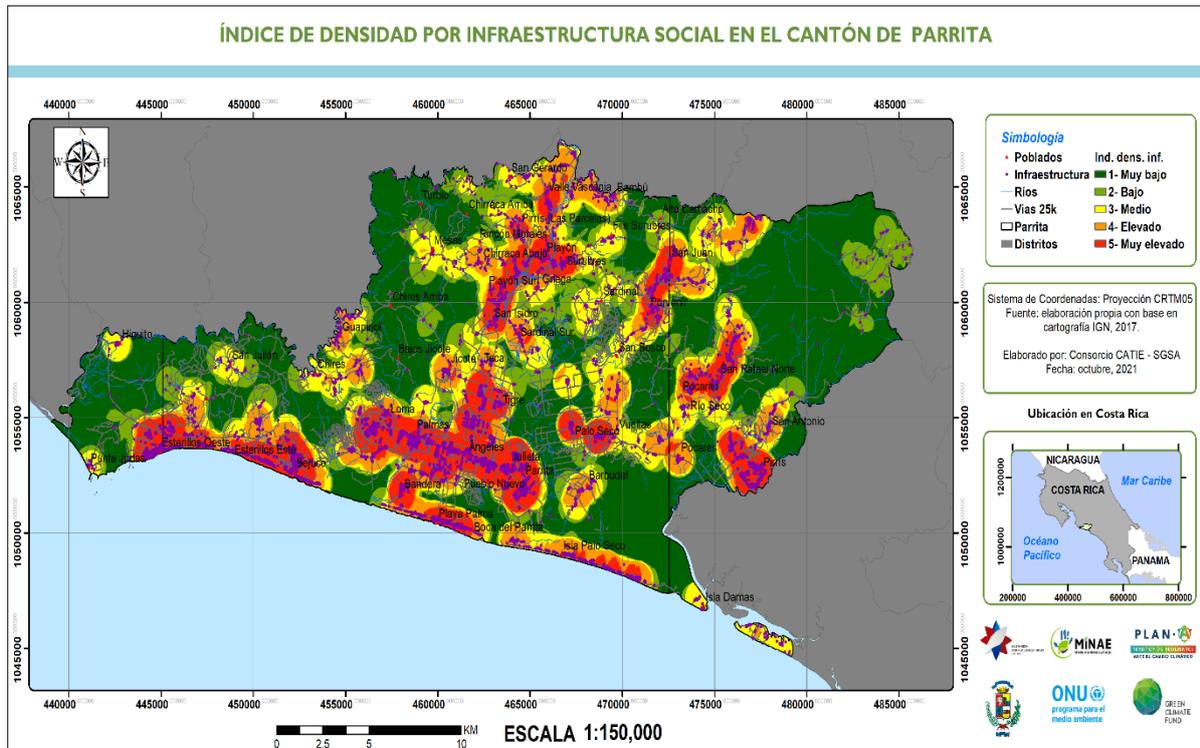


Figura 33. Densidad por infraestructura poblacional en el cantón de Parrita.

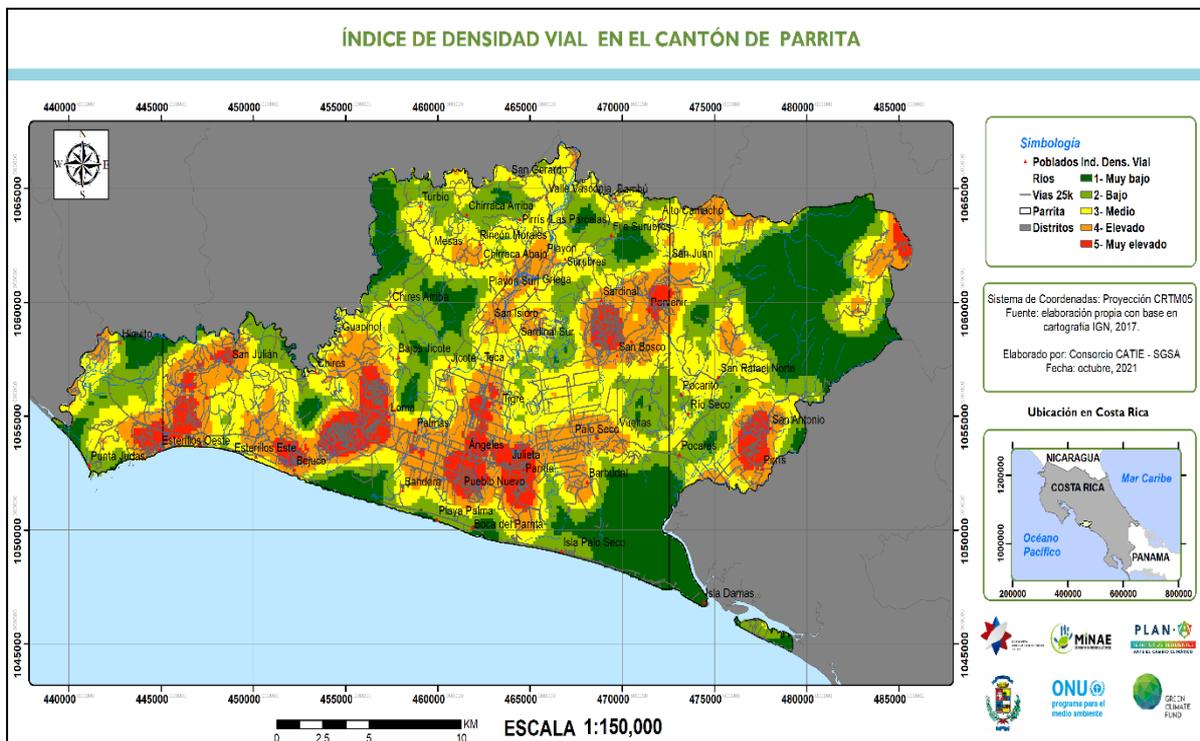


Figura 34. Densidad por infraestructura vial en el cantón de Parrita

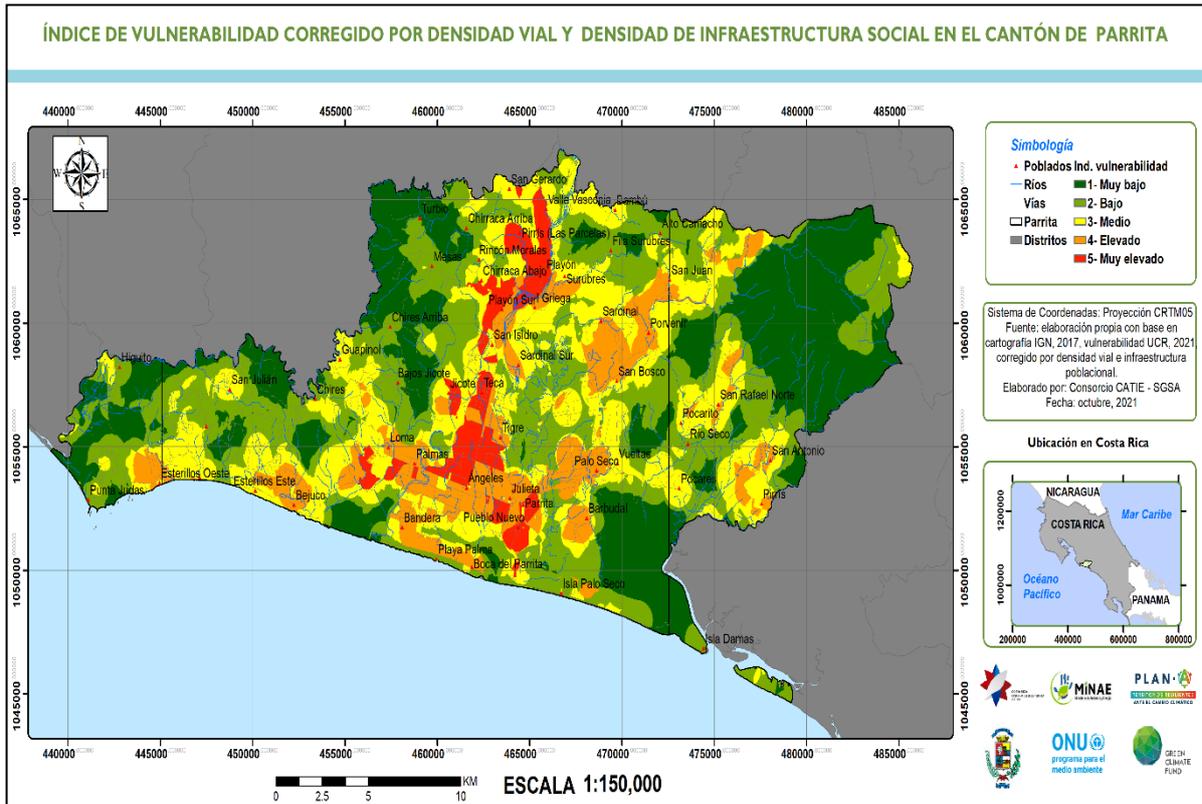


Figura 35. Índice de vulnerabilidad ajustado por infraestructura y vialidad en el cantón de Parrita

Este ajuste produce espacialmente nuevas unidades de vulnerabilidad - diferentes a las UGM -, modificadas por la densidad de infraestructura asociada con la habitación o permanencia de los habitantes y con la densidad vial, relacionada con la movilidad y uso de la red vial, por parte de los usuarios finales de estas vías.

7.3 Síntesis de factores de exposición a los peligros climáticos identificados.

Los factores de exposición relacionados a los peligros o amenazas climáticas en Parrita obedecen a situaciones de ubicación de la población en sitios peligrosos y/con amenazas recurrentes, con afectación de:

- a. En la parte alta en área de montaña, se dan eventos de inestabilidad de laderas en diferentes formas: deslizamientos, flujos de lodo que dañan la vía principal, así mismo alguna infraestructura, reportadas por informes de la CNE (2012 y 2015).
- b. Los eventos de inestabilidad, iniciando con los procesos de erosión laminar, se ven fortalecidos por las prácticas agrícolas y ganaderas, que han fomentado el cambio del bosque por praderas de pastos en las partes altas de las montañas y áreas medias del cantón. Aquí, los procesos del uso de la tierra y las variaciones de humedad y temperatura en el suelo provocan la reptación del terreno; en particular, las huellas del ganado mayor (vacuno, principalmente) dejan en la pendiente de las laderas una serie de pequeños senderos que contribuyen, por una parte, a compactar el suelo de manera horizontal, es decir, en el sentido de las curvas de nivel o los senderos utilizados por el ganado. Por otra parte, debilitan la pendiente durante las lluvias muy intensas, tanto por el sobrepastoreo como por la pequeña remoción de tierra con sus pisadas, lo que viene a incrementar la reptación.

- c. Invasión de cauces y cañones con peligro de deslizamiento, en la parte media y sobre todo la parte baja donde la población ha ocupado áreas que son reconocidas de inundación, y como solución se ha dado el colocar un sistema de diques, que propicia nuevas inundaciones y un mantenimiento costoso. Los terrenos con esta situación han sido ocupados por la población que aumentan su propia vulnerabilidad. Esta situación, aunque es conocida, es difícil de solucionar pues conlleva a movilizaciones a sitios más seguros, asegurando que estas áreas no se vuelvan a utilizar. En todo caso reportados por la CNE son varios sitios, aunque señala que no se deben dar permisos en estos sitios.
- d. Por otra parte, se debería considerar el costo actual y futuros de luchar contra los movimientos del río en la llanura de inundación. La solución del sistema de diques resulta muy costosa, en un sitio que cada vez requerirá ampliación de los diques y mantenimiento de estos. En última instancia, es el efecto de los eventos climáticos extremos, de las variaciones de La Niña y de las variaciones esperadas del CGA.
- e. La amenaza costera fue dada por la UCR (2021) en 5 niveles de profundidades; no impacta el cantón en toda su costa, pues hay áreas donde su efecto es mayor.
- f. Hay inundaciones reportadas por la CNE, que son recurrentes y cada vez más repetitivos. Se incluyen flujos de lodo, aunque no hay mapeo de estos. Las soluciones se establecen en la reubicación o no ubicarse en estos sitios, o bien convivir con esta amenaza. En estos casos, se deberá construir infraestructura sobre el nivel de la inundación; también, se deberá favorecer la infiltración mediante reforestación y drenajes, así como otras obras similares.
- g. En eventos de intensidad fuerte o de varios días, se inician procesos de inundación pluvial, debido al crecimiento urbano descontrolado y sin obras de desagüe adecuado para evitar las inundaciones. Esto se da en las áreas más pobladas.
- h. Aunque se indicó que la información de puntos de calor es de referencia, la misma arroja que las áreas con estas condiciones se dan en áreas de cultivos o pastos en la parte media del área. Es probable que esto se vea agravado en época de sequías, donde se espera que los vientos aumenten; sin embargo, pero se carece de las mediciones de escenarios en estas variables, salvo un índice de aridez anual, que no necesariamente reflejaría esta condición.

7.3.1 Exposición actual

En el Anexo 5, se incluye el análisis de exposición de cada amenaza, integrando consideraciones de índole socioeconómica (énfasis social), así como la erosión laminar y los conflictos del uso de la tierra. Con esto se presenta la exposición integrada (Figura 36), sin considerar los incendios forestales, que se pueden incluir una vez que sean verificados localmente.

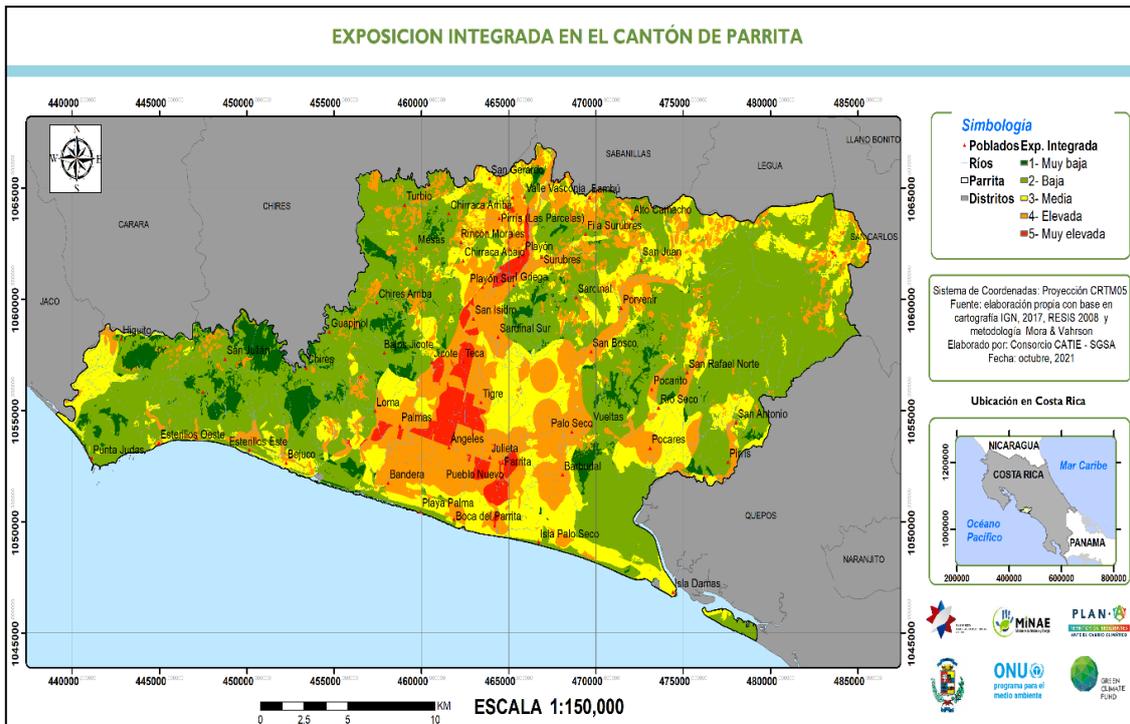


Figura 36. Exposición actual integrada o combinada en el cantón de Parrita.

Este mapa contempla la representación espacial de las amenazas del cantón de Parrita, y se espera sea de utilidad para mejorar la zonificación propuesta del Plan Regulador.

7.3.2 Exposición futura

Los datos de PRECIS (IMN, 2021) permiten hacer un estimado sobre la exposición futura al 2030 usando el RCP26B. Este escenario muestra un ligero incremento en la exposición al 2030 en las áreas al Norte del cantón como se observa en la Figura 37.

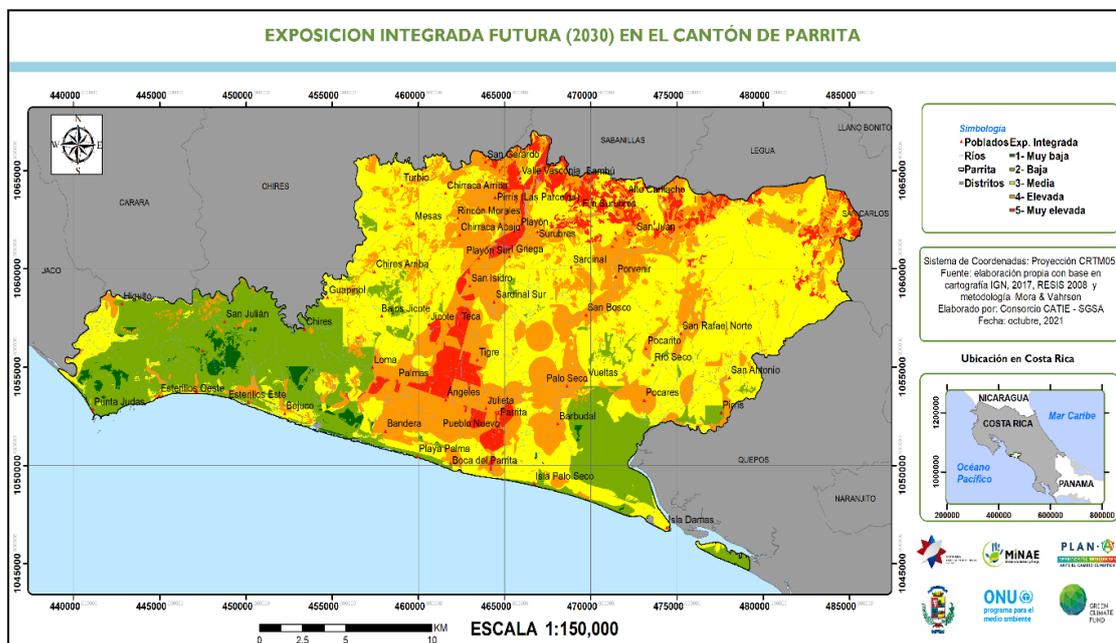


Figura 37. Exposición futura en el cantón de Parrita.

Las áreas en color naranja y rojo son las áreas con un índice de vulnerabilidad alto y muy alto, y son las áreas que resumen una vulnerabilidad de índole social y parcialmente económica. Se resalta que este índice no refleja otras dimensiones de la vulnerabilidad: natural, cultural, ecológica, política y otras, que podrán considerarse en análisis futuros.

7.4 Síntesis de principales impactos climáticos y “riesgos” identificados en el cantón.

La identificación de impactos se completará con información adicional recopilada e información de actores locales. Sin embargo, es claro, que los principales impactos climáticos actuales y su exposición se relacionan a los eventos de:

- a. Inestabilidad de laderas incluyendo flujos de lodo, que afectan recurrentemente los servicios de comunicación vial, y los relaciones con redes de electricidad y de agua potable; asimismo, los relacionados con la ubicación en la cercanía de los cauces y cañones inestables, muchos de los anteriores señalados en los informes de la CNE.
- b. Inundaciones, esta es la principal amenaza del cantón, se dan más en la parte media baja central y Este, hacia la costa del del cantón. Así mismo se empiezan a dar inundaciones de índole pluvial provocadas por la falta de capacidad de las obras hidráulicas, situación que aumentara al aumentar la urbanización de las áreas.
- c. La amenaza costera, aunque según el análisis realizado se da localizada, se debe continuar investigando y midiéndose *in situ*, para contar con mejor criterio de sus efectos.
- d. La situación de la erosión del suelo ya es un problema grave, que comprende algunos territorios producto de las condiciones propias del paisaje y de las prácticas culturales de convertir el bosque y en áreas que son de vocación forestal en pastos. Es indispensable mejorar esta condición, pues con lluvias más intensas y frecuentes, el suelo se verá impactado por la falta de una cobertura adecuada.
- e. En forma similar, los incendios asociados a prácticas culturales o de otra índole se pueden incrementar en verano al contarse con situaciones de humedad y de temperatura favorables para los mismos.
- f. Respecto a tomas de agua, nacientes y manantiales, se hace necesaria su protección en las partes altas, para asegurar la producción de agua. Lo anterior incluye los pozos, por lo que se requiere asegurar las áreas de recarga y descarga hídrica del cantón. Para esto, se requerirán estudios específicos.
- g. Se requiere contar con un plan regulador actualizado con comprenda la gestión integrada del riesgo, y dentro de esta, los análisis de la variabilidad climática y del calentamiento global antropogénico. En este cantón es necesario incluir el análisis por cuenca hidrográfica de todas las que drenan al mar.
- h. Otras amenazas como flujos de lodo y licuefacción no fueron analizadas y se recomienda su consideración en futuros estudios.

7.4.1 Impactos climáticos por cuenca – subcuencas - microcuencas

En este apartado se revisa la exposición integrada a nivel de microcuenca, con el objetivo de priorizar sitios para la aplicación de las medidas de adaptación. En la Figura 38 se incluye la exposición integrada por microcuencas, realizando la sumatoria de la exposición integrada dividida entre el área de cada microcuenca.

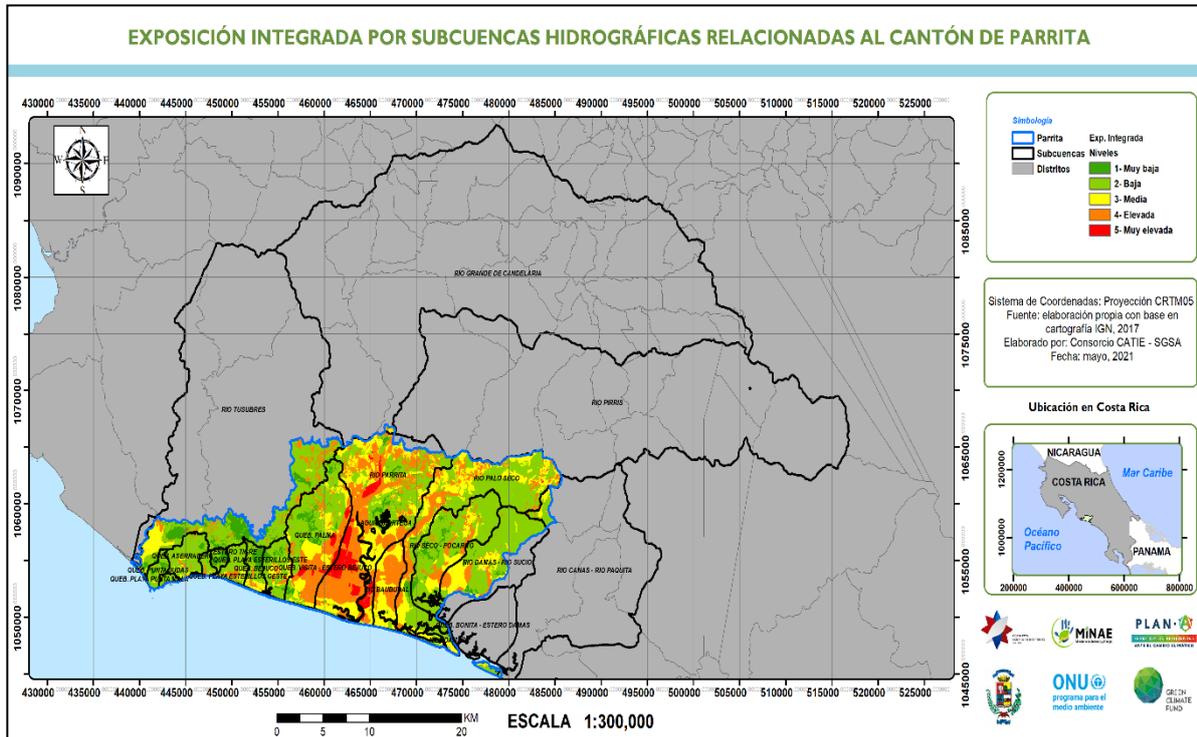


Figura 38. Priorización por microcuencas, en el cantón de Parrita.

7.4.2 Impactos climáticos por áreas especiales

Las áreas silvestres protegidas de Parrita incluyen dos refugios de vida silvestre: las Cataratas de Cerro Redondo (privado) y Playa Hermosa-Punta Mala (mixto). Al sobreponer las exposiciones integradas, se observa que no se ven afectadas en la actualidad, por lo que se recomienda mantener su uso y/o cobertura, como se muestra en la Figura 39.

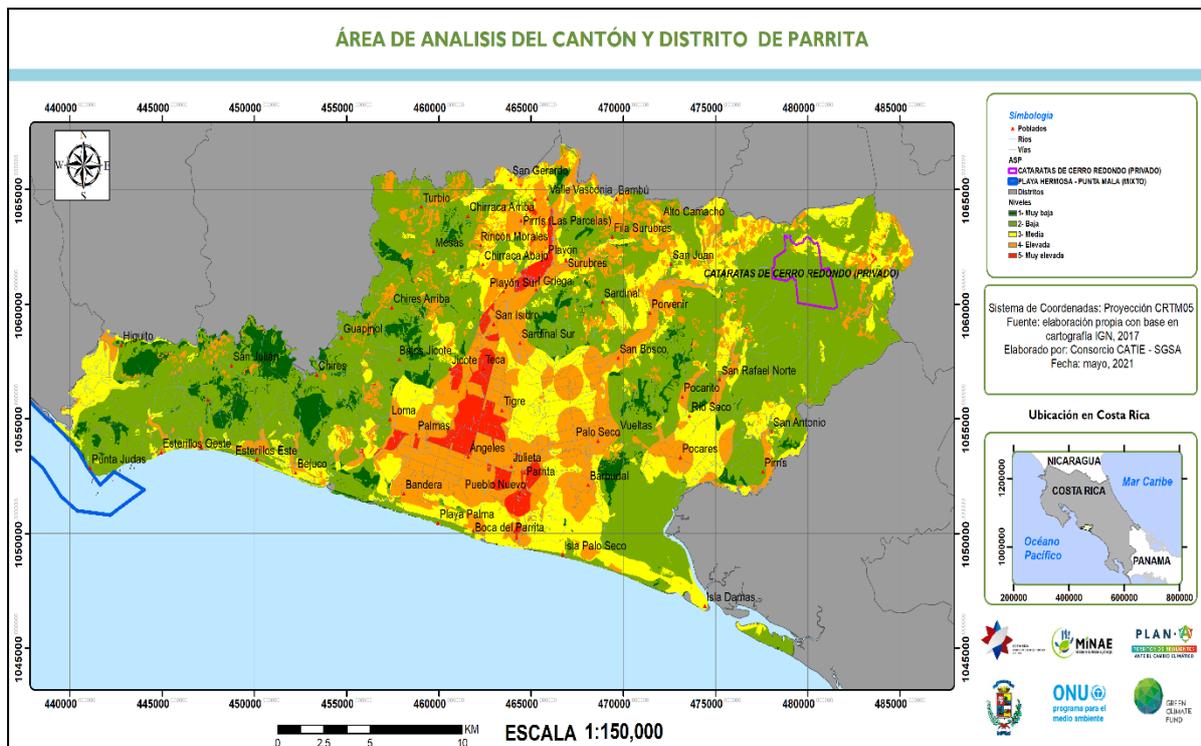


Figura 39. Áreas Silvestres Protegidas por exposición integrada, en el cantón de Parrita.

8. Oportunidades

Dado que el cantón de Parrita ha tenido un desarrollo lineal por la carretera principal paralela a la costa, tiene toda la posibilidad de desarrollarse impulsando sitios seguros para la población, turismo ecológico dada la belleza escénica, actividades agroforestales en pro de los suelos y del recurso hídrico.

Las medidas de adaptación deben enfocarse en:

1. Zonificación territorial incluyendo reordenamiento
2. Protección y conservación del suelo, incluyendo practicas agrosilvopastoriles.
3. Protección y conservación del recurso hídrico.

En el Cuadro 14 se incluye algunas acciones de estrategias de adaptación en el cantón de Parrita.

Cuadro 14. Estrategias de adaptación en el cantón de Parrita

Sector afectado	Estrategia de adaptación	Elemento del sistema	Práctica			
			Mecánica	Vegetativa	Cultural	Política
Uso humano -- Agropecuario y el ecosistema	Aumentarla oferta segura de agua y hacer uso seguro del territorio	Agua-Bosque y suelo	Arado profundo	Abonos verdes	Fomentar cultivos en invernadero	Reordenamiento territorial y gestión integrada de cuencas y áreas costeras
			Labranza conservacionista	Mulch, crear una manta orgánica en los suelos	Evitar el sobrepastoreo	Restauración y conservación de la microcuencas
			Riego eficiente-nocturno	Materia orgánica sobre el suelo	Rotación de cultivos	Limitar el crecimiento de tierras agrícolas y ganaderas en zonas de montaña (clases VII y VIII)
			Curvas de nivel	Cortinas rompevientos	Cosecha de agua	Promover las prácticas (conservación, recuperación, protección,...), ligadas a la medida de adaptación
			Terrazas	Cercas vivas	Evitar la quema en terrenos agropecuario	Campañas de ahorro de agua en verano
			Nivelación del suelo	Mejorar infiltración de suelo	Agricultura urbana	Protección de las zonas de recarga de acuíferos
			Recarga artificial de acuíferos		Cambio de especies de ganado	Saneamiento de agua contaminada
			Captación de agua de lluvia		Cambio de fechas de cultivos	Promover reforestación de áreas e recarga hídrica
			Almacenamiento de agua		Especies de plantas resistentes a sequía	Conservar y recuperar áreas de protección de riberas
			Reuso de agua			Rehabilitación de la infraestructura natural (parques públicos y AP)
			Tecnología de bajo consumo de agua: a) tanques sanitarios con baja demanda, b) regadíos			Manejo y recuperación de manglares
			Desalinización			Mejoramientos de obras hidráulicas y de ingeniería incluyendo diques, defensas y barreras en costas y malecones, así como aumentos de la sección de alcantarillas y de puentes
						Mejora de los medios de vida, así como la supervivencia de las poblaciones tradicionales
						Construcción segura y edificios robustos ante inundaciones.
						Reducción del riesgo de desastres basada en la comunidad
			Sistemas de alerta de inundación			

Fuente: Elaboración propia

Estas estrategias sirven para el trabajo con la comunidad y la Municipalidad de Parrita. En este cantón se ha optado por luchar contra la naturaleza, promoviendo un sistema de diques que modifica la vulnerabilidad y requerirá de modelaciones hidrológicas/hidráulicas a detalle para obtener soluciones sostenibles, si no se opta por un reordenamiento territorial.

9. Identificación y análisis de actores clave y sus roles en el cantón de Parrita.

A continuación, se presentan en el Cuadro 15 aquellos ministerios o sectores relacionados con el ambiente y el recurso hídrico en el cantón de Parrita.

Cuadro 15. Roles de los actores, con respecto a la gestión ambiental y del recurso hídrico.

Roles de actores públicos				
Oferta	Rector	Supervisor	Ejecutor	Fiscalizador
Conservación y protección, calidad y cantidad de agua, incluyendo planificación y protección del recurso hídrico	AyA MINAE MIVAH MS SENARA INVU MEP Tribunal Ambiental Municipalidades ARESEP ICE ICT MAG CNE INA	AyA ASADAS MINAE FONAFIFO CNFL SETENA SENARA SINAC-MINAE DA-MINAE DGM-MINAE IMN ICE CNE Municipalidades Contraloría General de la República Tribunal ambiental Sector educativo CFIA	AyA ASADAS MINAE ARESEP Universidades ICE CNE Municipalidades Bancos-responsabilidad social corporativa DA -MINAE	MINAE MS Defensoría de los Habitantes Sala Constitucional de la Corte Suprema de Justicia Contraloría General de la República
Demanda	Rector	Supervisor	Ejecutor	Fiscalizador
Consumo doméstico	AyA ASADAS MS ARESEP Defensoría de los Habitantes	AyA MS Sector académico Defensoría de los Habitantes Contraloría General de la República	AyA ASADAS MS ARESEP Municipalidades Defensoría de los Habitantes Universidades Acueductos municipales INCOPECA	Defensoría de los Habitantes Sala Constitucional de la Corte Suprema de Justicia ARESEP Contraloría General de la República
Industrias y servicios (Consumo y vertidos)	MS MINAE SENARA Defensoría de los Habitantes Tribunal Ambiental	MS MINAE Municipalidades	MINAE MS Municipalidades ARESEP Universidades Defensoría de los Habitantes Palmatica	Defensoría de los Habitantes Sala Constitucional de la Corte Suprema de Justicia Contraloría General de la República

* MINAE, AyA y otros, lideran Estrategia “Ríos Limpios: Estrategia Nacional para la recuperación de Cuencas Urbanas 2020-2030”

10. Capacidad adaptativa

La capacidad adaptativa hace referencia a lo siguiente: población, recursos e instituciones, que permitan impulsar procesos de adaptación, en acompañamiento del diseño e implementación de medidas de adaptación efectivas para la reducción de la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas.

La gestión efectiva del riesgo a los efectos e impactos del CGA implica generalmente una cartera de acciones o de proyectos de adaptación, para reducir esto y responder a los eventos y evitar proactivamente los desastres.

Estos enfoques integrados son más eficaces cuando son informados e incorporados a las circunstancias locales.

En el caso del cantón de Parrita, se tiene un territorio muy extenso para un solo distrito, con vías de comunicación deficientes, articulado por la carretera Interamericana, y donde el papel de rectoría en la planificación territorial llevado a cabo por la municipalidad debe modernizarse. Existe la condición histórico de lucha contra el cauce del río Parrita, mediante el desarrollo del sistema de diques, que obligará a más diques y mayor mantenimiento dada las condiciones cambiantes de la morfodinámica del cauce.

Siendo un cantón eminentemente agropecuario, con particularidades de monocultivos como la palma aceitera por la empresa Palmatica. Esta actividad ha desplazado al pequeño agricultor, que se ha concentrado en otros cultivos y en la ganadería, en muchos casos implementando prácticas que degradan los terrenos no aptos para las actividades que desarrollan. Así mismo, la falta de apoyo para colocar los productos ha contribuido a una pobreza de la población con aproximadamente la mitad de población se califica como inactiva INEC (2011), situación que ha empeorado con la pandemia por el COVID19.

Este escenario conlleva a la premisa de que se deben analizar las potencialidades en cuanto a capacidad del territorio, por lo que se han planteado talleres a nivel distrital.

La propuesta de creación de un Comité Cantonal de Cambio Climático tiene lugar siempre que se mejore su gobernabilidad y se llegue a la incorporación efectiva de población local. También, es necesaria la integración del quehacer institucional con el sector privado. Los talleres que se realizarán en cada uno de los distritos del cantón permitirán sentar las bases para la conformación de una estructura que garantice la futura implementación del Plan de Acción para la Adaptación Climática en el cantón de Parrita.

11. Conclusiones

- Se realiza un diagnóstico local mejorando la escala de análisis.
- La metodología empleada fue propuesta cumpliendo con los conceptos de la gestión del riesgo.
- Se mejora la representación de la vulnerabilidad utilizando densidades espaciales de infraestructura y de vías de comunicación a escala 1:5,000, con lo que se cambia de UGM a nuevas unidades espaciales que redefine la vulnerabilidad, expresada en 5 niveles.
- Se realiza una base de datos a nivel local, donde resaltan el uso de la tierra, la modelación de amenazas de erosión y de la inestabilidad de laderas, el proxi a los incendios forestales que en conjunto con amenazas registradas por la CNE permiten cuantificar la exposición.
- El uso u ocupación de la tierra es fundamental en los análisis de los impactos debidos a la variabilidad climática y en la gestión del riesgo, porque permite cuantificar espacialmente la exposición, como se realizó para cada amenaza considerada.
- Se obtienen indicadores espaciales de vulnerabilidad y de amenazas con lo que se presenta la exposición a cada amenaza para la condición actual. Así, se logra una exposición integrada que permite tanto individualmente como en forma integrada una mejor toma de decisiones y la ubicación preliminar de las medidas de adaptación.
- El análisis de erosión laminar y de conflictos del uso de la tierra, permite hacer consideraciones iniciales del “ecosistema”, que no habían sido tomadas en cuenta en estudios previos. Cada análisis aporta insumos técnicos para la orientación de la toma de decisiones, la erosión permite identificar sitios que requieren de prácticas de manejo de suelos conservacionista y/o de rehabilitación, mientras que los conflictos de uso permiten direccionar la atención en áreas de conservación, protección forestal y en recuperación de tierras degradadas.
- Se prioriza la exposición por amenazas de índole climática a nivel local por microcuenca hidrográfica.
- La priorización por ASP indica que se deben mantener las acciones de protección y conservación en ellas, así como establecer medidas de recuperación en las áreas degradadas.
- Las áreas de exposición elevada y muy elevada deben ser atendidas en forma prioritaria y aunque se da un acercamiento por microcuenca, pueden priorizarse acorde a las prioridades de las autoridades municipales y la población local.
- Se realiza una aproximación a la exposición futura, utilizando el escenario RCP 2.6B, al 2030, del IMN.
- Las medidas de adaptación planteadas deben complementarse en los talleres con los actores a nivel local.

- Los análisis de la información suministrada en estudios previos ponen de manifiesto que la escala referida al nivel local, donde los estudios se hicieron pensando en ámbitos cantonales y distritales, son referenciales de una planificación regional. Sin embargo, presentan limitaciones a escala local y no permiten que los resultados se vislumbren en las escalas establecidas en la legislación nacional respecto a reglamento N° 32967 de Índices de Fragilidad Ambiental y del plan regulador.
- El bajar a nivel de UGM es un buen acercamiento, pero en aquellos límites en que, por su misma definición, reflejan condiciones valoradas con concentraciones de información censal que caracterizan toda la unidad, pierden su representatividad espacial.
- Por otro lado, se requiere cuantificar la amenaza real que afecta la infraestructura y el uso de la tierra, y la lluvia máxima o mínima *per se* no es la amenaza, es una variable hidrometeorológica que puede originarlas. Se debe considerar cómo esta lluvia actúa como disparador de las amenazas y cuantificarlas preferiblemente en forma probabilística.
- El modelamiento de la inestabilidad de laderas por la metodología Mora y Vahrson, en el Anexo 2 presenta factores que se pueden utilizar en otros análisis, como la litología, la humedad, el relieve expresado en pendientes, y los disparadores como precipitación para 24 horas y aceleración sísmica para una recurrencia de 500 años.
- De igual forma la aplicación de USLE, en el Anexo 3, reporta 4 factores que brindan información adicional del cantón: 1) erosividad de la lluvia, 2) erodabilidad de los suelos, 3) relieve expresado por el factor LS, y 4) factor de cobertura de la tierra.
- El análisis de conflictos de uso de la tierra en el Anexo 4, ofrece un uso de la tierra u ocupación del uso de la tierra, así como una aproximación a la capacidad de los suelos, que permiten cuantificar o realizar otros análisis, por ejemplo, la sobreposición de la exposición integrada con el uso de la tierra permitirá determinar los usos expuestos a las diferentes amenazas.
- Finalmente, la presentación de las áreas expuestas, a cada amenaza, en el Anexo 5, permite considerar cada exposición en forma individual.
- El desarrollo del sistema de diques para luchar contra el paso natural del río debe desalentarse, por los costos de mantenimiento que se incrementarían conforme sucedan eventos extremos, por lo que el análisis de estos se hace necesario.

12. Recomendaciones

- Validar las amenazas modeladas (erosión laminar e inestabilidad de laderas) y la exposición presentada para situación actual. Esto se efectúa parcialmente porque Parrita es un cantón de un área relativa no muy extensa, y se ha contado con información que permite su validación.
- Los siguientes pasos incluyen el trabajar con los actores locales identificando las medidas de adaptación, sus capacidades adaptativas y priorizarlas para ser incluidas en el Plan de Acción para la Adaptación Climática del cantón de Parrita.
- El análisis de amenazas es una primera aproximación, de tipo determinista, no probabilístico y centrado en aspectos sociales y parcialmente económicos. Se requiere avanzar en estas estimaciones, mejorando los estudios e introduciendo el análisis probabilista del riesgo, para modelar las inundaciones y los flujos de lodo.
- Se deben abarcar otras dimensiones de la exposición y la vulnerabilidad para realizar un análisis que permita direccionar mejor las medidas de adaptación. La vulnerabilidad global está compuesta por el aporte de once dimensiones: natural, física, económica, social, política, técnica, ideológica, cultural, educativas, ecológica, institucional. (Chaux, W, 1993). En este estudio se abarcó solamente la dimensión social y económica.
- Se hace necesario un análisis agrometeorológico para incorporar la dimensión natural, entre ellos, un análisis de índices bióticos para incorporar el componente biológica. También, es deseable el análisis cultural, educativo, técnico e institucional, buscando las metodologías y los indicadores apropiados para expresarlo espacialmente.
- Realizar investigaciones que permitan mejorar los escenarios climáticos y su aproximación para incorporar una aproximación al futuro; es deseable que el modelado se realice a nivel mensual para poder establecer indicadores bioclimáticos e índices de cultivos que permitan ampliar el análisis de vulnerabilidad a otros sistemas, más allá de lo social y económico.

13. Bibliografía consultada

- Álvarez Ch., M. 2018 Análisis de zonas inundables en la parte baja de la cuenca del río Parrita, utilizando un modelo hidráulico bidimensional. Tesis de licenciatura en Ingeniería Civil. UCR
- Astorga, Y. (2006). Decimotercer Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. Informe Final Recurso Aguas Superficiales y Subterráneas con énfasis en las principales cuencas hidrográficas. San José, Costa Rica. Disponible en: [Recurso Aguas Superficiales y Subterráneas con énfasis en las principales cuencas hidrográficas \(conare.ac.cr\)](#)
- CDB (Convenio sobre la Diversidad Biológica de las Naciones Unidas). (2009). Relación entre la Diversidad Biológica y la Mitigación y Adaptación al Cambio Climático: Mensajes Importantes del Informe del Segundo grupo especial de expertos técnicos sobre diversidad biológica y cambio climático. Disponible en:
Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/publications/ahteg-brochures.pdf20>
- CONABIO. 2021. Sistema de monitoreo y alerta **temprana** de incendios en México y Centro América. Disponible en: [Sistema de Alerta Temprana de Incendios \(conabio.gob.mx\)](#)
- Costa Rica. 1998a. Ley de Biodiversidad 7788. Disponible en:
www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=39796&nValor3=74714&strTipM=TC
- Costa Rica. 1998b. Reglamento a la Ley de Biodiversidad 7788. Disponible en [Microsoft Word - de-34433.doc \(mag.go.cr\)](#)
- CNE. 2012. Estudio de vulnerabilidad de las cuencas de los ríos Candelaria, Pirrís – Parrita
- Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias. 2014a. Normas y elementos básicos de gestión municipal del riesgo de desastre con énfasis en prevención, control y regulación territorial / Javier Saborío Bejarano, María del Mar Saborío Víquez, Sergio Mora Castro. – 1a. Ed. – San José, C.R.: La Comisión, Sistemas Geoespaciales. Disponible en: [Gestion Municipal del Riesgo Ordenamiento Territorial.pdf \(cne.go.cr\)](#)
- Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias. 2014b. Gestión municipal del riesgo de desastres: normas y elementos básicos de la gestión del riesgo para su inclusión en la planificación y el aprovisionamiento presupuestal municipal, énfasis en reducción y prevención del riesgo / La Comisión, Javier Saborío Bejarano, María del Mar Saborío Víquez y Sergio Mora Castro, coautores. - 1a. Ed. - San José, C.R. Disponible en: [https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/biblioteca/gestion%20municipal/Guia_Municipal del Riesgo de Desastres planificacion y presupuestacion.pdf](https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/biblioteca/gestion%20municipal/Guia_Municipal_del_Riesgo_de_Desastres_planificacion_y_presupuestacion.pdf)
- DCC MINAE. 2020. Guía para la planificación de la adaptación ante el cambio climático desde el ámbito cantonal.
- FAO. 2000. Relaciones tierra y agua en cuencas hidrográficas rurales. Boletín 9 de tierras y agua de la FAO. Consultado 12 marzo 2020. Disponible: [http://www.digeca.go.cr/sites/default/files/documentos/presentacion_inventario de emisiones final.pdf](http://www.digeca.go.cr/sites/default/files/documentos/presentacion_inventario_de_emisiones_final.pdf)
- FUNDECOR & Saborío, J. 2019, Análisis de la vulnerabilidad ante el cambio y variabilidad climática de los medios de vida, infraestructura productiva y servicios ecosistémicos asociados en la región de Sarapiquí Resiliente.
- Holdridge, L. 2000. Ecología basada en zonas de vida. IICA. San José, Costa Rica. 216 p.
- Incopesca. 2011. Acuerdo sobre Área de Pesca Responsable Térraba (en línea). Consultado el 29 de marzo de 2020. Disponible en:

- https://www.incopesca.go.cr/acerca_incopesca/transparencia_institucional/jerarcas_decisiones/acuerdos/2011/AJDIP-193-2011%20creacion%20area%20marina%20pesca%20responsable%20tarcoles.pdf
- ICAA (Acueductos y Alcantarillados (AyA)). 2020a. Programa de Agua potable y saneamiento. [Base de datos]. Recuperado de: AyA.
- IMN, 2019. Base de dato de estaciones climática en el área de interés, accedida a través de SINAC
- IGN, RN. 2017. Base de datos cartográfica escala 1:5,000 y 1:25,000, accedida a través de SINAC.
- IMN, 2021. Escenarios de cambio climático del Instituto meteorológico Nacional (IMN) accedido a través de Plan – A
- INVU, s.f. Manual de Planes Reguladores como Instrumento de Ordenamiento Territorial. Disponible: [Manual+de+Planes+Reguladores+como+Instrumento+de+Ordenamiento+Territorial](http://www.invu.go.cr/Manual+de+Planes+Reguladores+como+Instrumento+de+Ordenamiento+Territorial) (invu.go.cr)
- Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. 2017. Uso y estado de los recursos: recurso hídrico. Disponible: file:///D:/Users/GAMMA/Downloads/1040.%20Uso%20y%20estado%20de%20los%20recursos%20recurso%20h%C3%ADrico_Estado%20de%20la%20Naci%C3%B3n_Cap%C3%ADtulo%20Armon%C3%ADa%20con%20la%20Naturaleza.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (INEC). 2011. X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda. Resultados Generales. San José, C.R.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). 2013. Estimaciones y Proyecciones de Población por sexo y edad 1950 - 2050 / Instituto Nacional de Estadística y Censos; Centro Centroamericano de Población. -- 1 ed.-- San José, C.R.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). 2014. Censo Agropecuario. Estadísticas provinciales y cantones agropecuarios. Consultado marzo, 2020. Disponible en: https://www.inec.cr/censos/censo-agropecuario-2014?keys=&at=All&prd=All&field=anio_documento_value%5Bvalue%5D%5Bdate%5D
- INTA, MAG, 2015. Ley 7779 Ley de uso, Manejo Conservación de la Tierra. Leyenda CLC-CR para la generación de mapas de uso y cobertura de la tierra en Costa Rica
- Jiménez-Otárola, Francisco, & Benegas-Negri, Laura. CATIE (2019). Experiencias y contribuciones del CATIE al manejo y gestión de cuencas hidrográficas en América tropical. *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(1), 153-170. Retrieved January 17, 2022. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-38962019000100153&lng=en&tlng=es.
- Kirby, M.J y Morgan, R.P.C. 1984. Erosión de suelos. México, D.F.
- IMN, s.f. Regiones y subregiones climáticas de Costa Rica. Disponible en: [Microsoft Word - 31-Regionalizacion climática_HP.doc \(imn.ac.cr\)](#)
- Incopesca. 2011. Acuerdo sobre Área de Pesca Responsable Térraba (en línea). Consultado el 29 de marzo de 2020. Disponible en: https://www.incopesca.go.cr/acerca_incopesca/transparencia_institucional/jerarcas_decisiones/acuerdos/2011/AJDIP-193-2011%20creacion%20area%20marina%20pesca%20responsable%20tarcoles.pdf

- ISO 3100. Términos y revisiones del riesgo. Mapa conceptual. Disponible en: [Changing the way you learn | Mind Map \(goconqr.com\)](#)
- IPCC, 2019. Glosario. Disponible en: [SR15 Glossary spanish.pdf \(ipcc.ch\)](#)
- Lizano, O. 2007, Climatología del viento y oleaje frente a las costas de Costa Rica. Ciencia y Tecnología: Investigación. 25(1-2): 43-56. 2007.
- Lizano, O. 2014. Algunos impactos costeros en Costa Rica debido al calentamiento global. Ambientico, 246, 23-28.
- Martínez M. 2010. Análisis descriptivo de la construcción de las obras de protección en las márgenes del Río Parrita. ITCR., Disponible en: https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6154/An%C3%A1lisis_descriptivo_construcci%C3%B3n_obras_protecci%C3%B3n_r%C3%ADo_parrita.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- MINAE, 2018 Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático Disponible: [Sistema Costarricense de Información Jurídica \(pgrweb.go.cr\); Política ADAPTACION_24_abril.pdf \(pgrweb.go.cr\)](#)
- Mora, S, 2020. Glosario de términos de la Gestión del Riesgo.
- Mora, S; Vahrson, G; 1994. Macrozonation Methodology for Landslide Hazard Determination. Bulletin of Association of Engineering Geologists. Vol.XXXI, No.1, p.49-58. https://www.researchgate.net/publication/275971541_Macrozonation_methodology_for_the_landslide_hazard_determination
- Mora et al; 2012. Slope instability hazard in Haiti: Emergency assessment for a safe reconstruction. Banff, Alberta, Canada. Keynote speech. Landslides and Engineered Slopes: Protecting Society through Improved Understanding – Eberhardt et al. (eds) © 2012 Taylor & Francis Group, London, ISBN 978-0-415-62123-6. https://www.researchgate.net/publication/275961636_Slope_instability_hazard_in_Haiti_Emergency_assessment_for_a_safe_reconstruction
- Mora, S; Saborío, J; 2017. Análisis de la amenaza de inestabilidad de laderas en Costa Rica (escala 1:400.000). Laboratorio de Ecología Urbana; Universidad Estatal a Distancia.
- Saborío, J., ICE, 2002. Análisis de riego integral en la cuenca del río Savegre, para MINAE-AECI
- Quesada Thompson, G.T., Villalobos M. G, López M., D. Análisis social, económico y espacial para el fortalecimiento de capacidades de adaptación al Cambio Climático del Cantón de Parrita, Insumo para la planificación local, para Plan - A.
- SGSA, CNE. 2014.. Normas y elementos básicos de gestión municipal del riesgo de desastre con énfasis en prevención, control y regulación territorial / Javier Saborío Bejarano, María del Mar Saborío Víquez, Sergio Mora Castro. – 1a. Ed. – San José, C.R. Disponible en: [Gestion Municipal del Riesgo Ordenamiento Territorial.pdf \(cne.go.cr\)](#)
- SGSA, CNE. 2014. Gestión municipal del riesgo de desastres: normas y elementos básicos de la gestión del riesgo para su inclusión en la planificación y el aprovisionamiento presupuestal municipal, énfasis en reducción y prevención del riesgo / La Comisión, Javier Saborío Bejarano, María del Mar Saborío Víquez y Sergio Mora Castro, coautores. - 1a. Ed. - San José, C.R.: CNE. Disponible en: https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/biblioteca/gestion%20municipal/Gestion%20Municipal%20del%20Riesgo%20de%20Desastres%20Planificacion%20y%20Aprovisionamiento%20Presupuestal.pdf

- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). 2018. Plan Estratégico 2018-2025 Programa Nacional de Corredores Biológicos de Costa Rica. San José, Costa Rica. 128 p. Disponible en: [Plan Estratégico 2018-2025 Programa Nacional de Corredores Biológicos de Costa Rica \(enbcr.go.cr\)](http://enbcr.go.cr)
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). 2020. Políticas de Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica Disponible [polticas-de-reas-protegidas.pdf \(acto.go.cr\)](http://act.go.cr)
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). 2007. GRUAS II: Propuesta de ordenamiento territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica: Vol II. Análisis de Vacíos en representatividad e integridad de la biodiversidad terrestre. Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). San José, CR. 100 p. Disponible: [GRUAS_II_VOL_II.pdf \(acto.go.cr\)](http://act.go.cr)
- UCR. 2021. Evaluación del riesgo y cartografía sobre impactos relacionados al clima en el cantón de Parrita. Propuesta metodológica costo-efectiva para la generación de evaluaciones de riesgo ante impactos relacionados a la variabilidad y el cambio climático. CONT-2020-010 ATLAS 312. Para Plan - A, PNUD. FUNDACIÓN UCR, Escuela de Geografía, Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible (PRODUS), Centro de Investigaciones Geofísicas CIGEFI Autores: DEA. Pascal Girot Pignot, Mag. Lisbeth Alvarez Vargas, Dr. Hugo Hidalgo León, MSI. Agustín Gómez Meléndez, Dr. Jonnathan Agüero Valverde, Mag. María José Molina Montero, Mag. Melvin Lizano Araya, Mag. Jonathan Reyes Chaves, Dra. Jessica Roccard Pommera, Dr. Eduardo Pérez Molina, Dr. Eric Alfaro Martínez, Dra. Ana María Duran Quesada, M.Sc. Paula M. Pérez Briceño, Lic. Marcos Scott Zúñiga.
- Vásquez, A (1980). Mapa de suelos de Costa Rica.
- Wilches Chaux, 1993, en La Red. Lo Desastres no son naturales. Disponible en: [LA RED - Los desastres no son naturales \(desenredando.org\)](http://desenredando.org)
- Wischmeier, W. H., y Smith, D. D., 1978: Predicting rain/all erosion 10JieJ. USDA Agr. Res. Servo Handbook, 537.

Anexo 1. Glosario

Con el propósito de aclarar que los términos del IPCC han ido evolucionando hacia la terminología de la Gestión del Riesgo, se presenta el siguiente glosario, enfocado a definiciones del riesgo en función de la amenaza o peligro y la vulnerabilidad.

I. Definiciones del IPCC

Peligro. La ocurrencia potencial de un evento o tendencia física natural o inducida por el hombre que puede causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como daños y pérdidas a la propiedad, la infraestructura, los medios de vida, la prestación de servicios, los ecosistemas y los recursos ambientales. Informe Especial sobre Cambio Climático y Tierra - SRCCL (09/2019)

Peligro. La ocurrencia potencial de un evento o tendencia física natural o inducida por el hombre que puede causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como daños y pérdidas a la propiedad, infraestructura, medios de vida, prestación de servicios, ecosistemas y recursos ambientales. Informe Especial sobre el Océano y la Criosfera en un Clima Cambiante - SROCC (09/2019)

Peligro. La ocurrencia potencial de un evento o tendencia física natural o inducida por el hombre que puede causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como daños y pérdidas a la propiedad, la infraestructura, los medios de vida, la prestación de servicios, los ecosistemas y los recursos ambientales. Informe Especial sobre el Calentamiento Global de 1,5°C - SR15 (10/2018)

Peligro. La ocurrencia potencial de un evento físico natural o inducido por el hombre o una tendencia o impacto físico que pueda causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como daños y pérdidas a la propiedad, la infraestructura, los medios de vida, la prestación de servicios, los ecosistemas y los recursos ambientales. En este informe, el término peligro generalmente se refiere a eventos o tendencias físicas relacionadas con el clima o sus impactos físicos. Cambio Climático 2014: Informe de Síntesis - AR5-SYR (10/2014)

Peligro. La ocurrencia potencial de un evento físico natural o inducido por el hombre o tendencia o impacto físico que puede causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como daños y pérdidas a la propiedad, infraestructura, medios de vida, prestación de servicios, ecosistemas y recursos ambientales. En este informe, el término peligro generalmente se refiere a eventos o tendencias físicas relacionadas con el clima o sus impactos físicos. Cambio Climático 2014: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad - AR5-WG2 (03/2014)

Peligro. La ocurrencia potencial de un evento físico natural o inducido por el hombre que puede causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como daños y pérdidas a la propiedad, la infraestructura, los medios de vida, la prestación de servicios y los recursos ambientales. Informe Especial gestión de los riesgos de eventos extremos y desastres para avanzar en la adaptación al cambio climático - SREX (05/2011)

Exposición. Es la presencia de personas, medios de vida, especies o ecosistemas, funciones ambientales, servicios y recursos, infraestructura o bienes económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente. Cambio Climático 2014: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad - AR5-WG2 (03/2014)

Vulnerabilidad. La propensión o predisposición para verse afectada negativamente. La vulnerabilidad abarca una variedad de conceptos y elementos, incluida la sensibilidad o la susceptibilidad al daño y la falta de capacidad para hacer frente a la situación y adaptarse. Informe Especial sobre Cambio Climático y Tierra - SRCCL (09/2019)

Riesgo. El potencial de consecuencias adversas para los sistemas humanos o ecológicos, reconociendo la diversidad de valores y objetivos asociados con dichos sistemas. En el contexto del cambio climático, los riesgos pueden surgir de los posibles efectos del cambio climático, así como de las respuestas humanas al cambio climático. **Entre las consecuencias adversas pertinentes figuran las relativas a la vida, los medios de subsistencia, la salud y el bienestar, los bienes e inversiones económicos, sociales y culturales, la infraestructura, los servicios (incluidos los servicios de los ecosistemas), los ecosistemas y las especies.** En el contexto de los efectos del cambio climático, los riesgos resultan de interacciones dinámicas entre los peligros relacionados con el clima con la exposición y la vulnerabilidad del sistema humano o ecológico afectado a los peligros. Los peligros, la exposición y la vulnerabilidad pueden estar sujetos a incertidumbre en **términos de magnitud y probabilidad de ocurrencia**, y cada uno puede cambiar con el tiempo y el espacio debido a los cambios socioeconómicos y la toma de decisiones humanas (véase también gestión de riesgos, adaptación y mitigación). En el contexto de las respuestas al cambio climático, los riesgos resultan de la posibilidad de que dichas respuestas no alcancen los objetivos previstos, o de posibles compensaciones con otros objetivos de la sociedad, o de efectos secundarios negativos sobre ellos, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (véase también compensación de riesgos). Los riesgos pueden surgir, por ejemplo, de la incertidumbre en la implementación, la efectividad o los resultados de la política climática, las inversiones relacionadas con el clima, el desarrollo o la adopción de tecnología y las transiciones de sistemas. IPCC, Informe Especial sobre Cambio Climático y Tierra - SRCCL (09/2019).

Riesgo. El potencial de consecuencias cuando algo de valor está en juego y donde el resultado es incierto, reconociendo la diversidad de valores. FTN: Esta definición se basa en las definiciones utilizadas en (1998) y (2003). El riesgo a menudo se representa como la **probabilidad de ocurrencia** de eventos peligrosos o tendencias multiplicadas **por los impactos si estos eventos o tendencias ocurren.** El riesgo resulta de la **interacción de vulnerabilidad, exposición y peligro.** En este informe, el término riesgo se utiliza principalmente para referirse a los riesgos de los impactos del cambio climático. IPCC, Cambio Climático 2014: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad - AR5-WG2 (03/2014).

Riesgo. Se refiere a la posibilidad, cuando el resultado es incierto, de tener consecuencias adversas en las vidas, los medios de subsistencia, la salud, los ecosistemas y las especies, los bienes económicos, sociales y culturales, los servicios (incluidos los servicios ambientales) y la infraestructura. IPCC, Cambio Climático 2014: Mitigación del Cambio Climático - AR5-WG3 (04/2014).

Percentil. Un percentil es un valor en una escala de 100 que indica el porcentaje de los valores del conjunto de datos que es igual o inferior a él. El percentil se utiliza a menudo para estimar los extremos de una distribución. Por ejemplo, el percentil 90 (10) se puede utilizar para referirse al umbral de los extremos superiores (inferiores). IPCC. Informe Especial gestión de los riesgos de eventos extremos y desastres para avanzar en la adaptación al cambio climático - SREX (05/2011)

De la gestión del riesgo

Amenaza. Suceso o circunstancia física, proceso natural o antropogénico que, en el caso de haber alcanzado o superado una intensidad específica, puede implicar la probabilidad de pérdida o daño a las vidas humanas, bienes sociales, económicos y ambientales. Entre las amenazas se incluyen las condiciones latentes que pueden representar peligros futuros de origen diverso (natural, antropogénico): procesos geodinámicos, hidrometeorológicos, biológicos, degradación del ambiente, peligros tecnológicos, construcción inadecuada de la infraestructura, ciberataques, terrorismo, pandemia, etc. Las amenazas pueden materializarse de manera individual, compuesta, en secuencia o combinada en sus orígenes y efectos. Cada amenaza se caracteriza por su lugar, intensidad, frecuencia, probabilidad, celeridad de materialización y recurrencia.

Exposición. Presencia, por su ubicación, de personas, infraestructura, medios de subsistencia, acervos culturales y patrimoniales, activos, flujos económicos, de especies, ecosistemas, funciones y servicios ambientales y naturales, y recursos, en espacios en donde se pueden materializar, con capacidad destructiva, las amenazas naturales y antropogénicas. La exposición puede evaluarse y clasificarse de acuerdo con su grado relativo, definido por su distancia a las amenazas y su capacidad destructiva.

Fragilidad. Grado o susceptibilidad de la potencialidad con la que puede ser dañado un elemento, a causa del impacto directo o indirecto de la materialización de una amenaza. La susceptibilidad puede expresarse en función de la probabilidad de que se produzcan “daños” (Efecto, negativo, en el corto plazo, sobre los bienes, acervo, capital, infraestructura, o cualquier otro tipo de estructura física -incluida la natural- y derivado de un acontecimiento caracterizado por la materialización de una amenaza natural o antropogénica) y “pérdidas” (Impacto; forma cómo se manifiesta, en el mediano y largo plazo, la materialización de la amenaza sobre los flujos económicos sobre los medios de subsistencia, rentas, salarios, beneficios, ingresos, lucro cesante, etc., producidos a raíz de los daños causados por una amenaza natural o antropogénica).

Vulnerabilidad. Probabilidad de que, en función de la intensidad de la amenaza, puedan producirse daños y pérdidas sobre los bienes, servicios y personas, según sus grados de exposición y fragilidad (inverso de la resiliencia), y que ello se manifieste sobre el deterioro de la calidad de la vida humana (muertes, heridos, afectados, desplazados, trauma psicosocial; pérdida de acceso a los servicios básicos y a los medios de subsistencia), las pérdidas potenciales sobre el valor socioeconómico expuesto y el impacto sobre el ambiente y los recursos naturales. Se involucran, además, las dificultades de la sociedad para recuperarse, luego del impacto de una amenaza, por lo menos al mismo nivel de la calidad de la vida prevalente antes del suceso.

Resiliencia. Capacidad, de los seres humanos y de los sistemas naturales, para adaptarse y resistir el efecto e impacto de las amenazas, preservar y restaurar sus estructuras y funciones básicas, hasta recuperarse hasta recobrar, lo más pronto posible, al menos la condición anterior

Riesgo. Definición literal: DRAE. Riesgo: (Del it. risico o rischio, y este del ár. clás. rizq, lo que depara la providencia). 1. m. Contingencia o proximidad de un daño. 2. m. Cada una de las contingencias que pueden ser objeto de un contrato de seguro. 3. m. Someterse al influjo de suerte o de un evento. 4. loc. verb. Estar expuesto a pérdidas. Riesgo: Sustantivo masculino. (italiano Risco, del latín popular resecum, lo que corta).

Definición práctica: Probabilidad de que se produzcan daños y pérdidas sobre los elementos expuestos, según sus características de vulnerabilidad, situación, condiciones y contexto espaciotemporal. Las causas y consecuencias no son siempre predecibles y dependen de la probabilidad combinada de la aparición de una amenaza, en un espacio y tiempo específicos, con suficiente intensidad, para producir daños y pérdidas debidos, tanto a la intensidad del acontecimiento, como a la fragilidad de los elementos expuestos: economía, vida humana, ambiente, etc. El acontecimiento puede (amenazas antropogénicas) o no (amenazas naturales) depender de la voluntad de las partes.

Anexo 2. Inestabilidad de laderas

La susceptibilidad a la inestabilidad de laderas se estima mediante el método “Determinación de la amenaza de la inestabilidad de laderas en grandes áreas y utilizando indicadores morfodinámicos de Mora – Vahrson” (1992), modificado por Mora-Saborío (2014, 2015). Este método permite desarrollar una aproximación del grado de amenaza de la inestabilidad de laderas para la cuenca del río Grande de Térraba y los eventos naturales que influyen mayormente esta condición. En este apartado se presenta un resumen del método, incluyendo la presentación de los parámetros utilizados.

Descripción del método. Este método se aplica mediante la combinación de varios parámetros y factores. Estos se obtienen de la observación y cuantificación de indicadores morfodinámicos y su distribución espaciotemporal. La combinación de los factores se realiza considerando que la inestabilidad de laderas, en un terreno formado por determinada litología, con un cierto grado de humedad y con cierta pendiente, adquiere un grado específico de susceptibilidad. Bajo estas condiciones los factores externos y dinámicos, como la sismicidad y las lluvias intensas actúan como elementos de disparo que destruyen los equilibrios geomecánicos. Es así como se considera que el grado de amenaza es el producto de la susceptibilidad y de la acción de los elementos de disparo (Mora - Vahrson, 1992).

Dada la escala a la que se aplica el método, este no es un sustituto de los análisis geotécnicos específicos. Por el contrario, es un instrumento de diagnóstico que proporciona, con cierto grado de precisión, las áreas expuestas a la amenaza de inestabilidad de laderas y, que por lo tanto, requerirán del análisis geotécnico posterior para resolver el problema identificado. Cada factor se define mediante un índice de influencia para determinado sitio y con él, al combinarse de acuerdo con su peso específico ponderado, permite obtener un valor relativo de la amenaza en determinada extensión territorial.

Factores de susceptibilidad. Son aquellos que, intrínsecamente, forman parte de las propiedades y comportamiento del medio, es decir, que constituyen los elementos pasivos. Tal es el caso de la pendiente del terreno, su constitución litológica y las condiciones usuales de su humedad natural, esta última asociada a la climatología.

Factores de disparo. Son los que inducen desde el exterior, hacia un comportamiento dinámico activo, que a partir de las condiciones iniciales generarán, con mayor o menor intensidad, los fenómenos decisivos de movilización. Se trata de la intensidad de los sismos y de las lluvias.

Combinación de los indicadores. Para cada uno de los parámetros se define un peso relativo y específico propio, ponderando su grado de influencia. La combinación de los pesos relativos puede realizarse por medio de una ecuación empírica sencilla.

$$Ad = Susc * Disp \quad (1)$$

En donde:

Ad = Amenaza de deslizamiento
Susc = Parámetros de susceptibilidad
Disp = Parámetros de disparo

Esta ecuación nace de la combinación de los factores de susceptibilidad y los factores de disparo, los que se describen a continuación.

$$Susc = Sp * Sl * Sh \quad (2)$$

En donde:

Sp= Índice de influencia de la pendiente
Sl= Índice de influencia de la litología

Sh= Índice de influencia de la humedad del suelo

$$\text{Disp} = D_s + D_p \quad (3)$$

En donde:

Ds = Índice de influencia de la intensidad sísmica

Dp = Índice de influencia de la intensidad de las lluvias, determinado por la intensidad de la lluvia

Finalmente, la ecuación se puede separar en todos sus componentes de la siguiente manera.

$$Ad = (Sp * Sl * Sh) * (Dp + Ds) \quad (4)$$

La ecuación (16) puede considerarse como una situación extrema, por lo tanto, es la que se utilizará en este estudio. La combinación de valores y su cartografía, se realiza en forma digital por medio del Sistema de Información Geográfica. En el esquema mostrado en la Figura A2-1, se irán comentando los pasos seguidos en la obtención del mapa de susceptibilidad a deslizamientos de para el área de análisis. Como se aprecia en la figura hay dos factores, que son influenciados por la climatología.

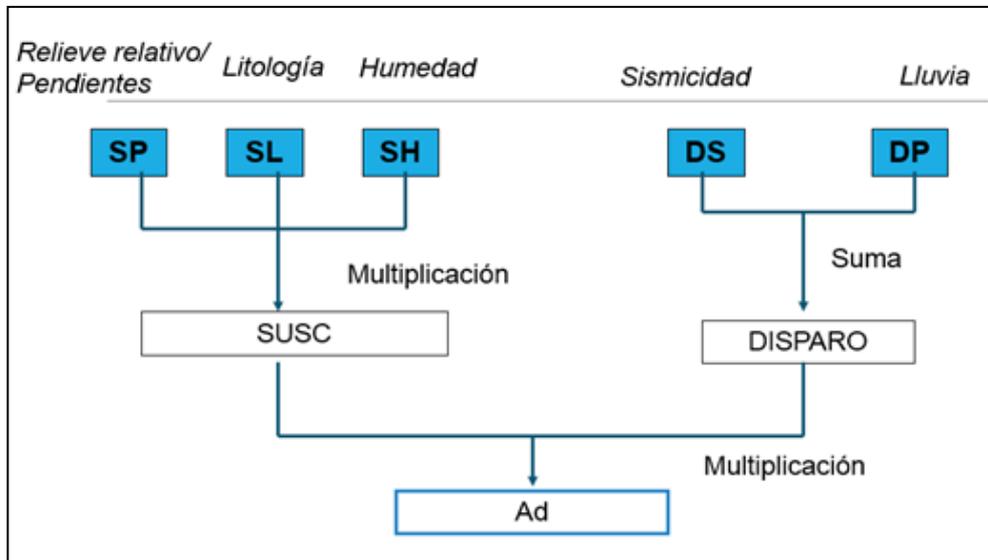


Figura A2-1. Esquema del proceso Mora & Vahrson.
Fuente: Elaboración propia con base en el modelo Mora & Vahrson (1989).



Figura A2-3. Pendientes, en grados, en el cantón de Parrita.

A partir del mapa de pendientes en grados, se produce el factor de pendientes de la metodología Mora & Vahrson, por medio de la reclasificación del mapa de pendientes en grados, de acuerdo con el Cuadro A2-1. En la Figura A2-4, se incluye el mapa del factor Sp de pendientes.

Cuadro A2-1. Valores para obtener el factor SP, a partir de las pendientes en grados

Rango porcentaje	Rango en grados	Valor SP	Descripción
0 – 8	0 – 5	0	Nulo
8 – 18	5 – 10	1	Muy bajo
18 – 47	10 – 25	2	Bajo
47 – 70	25 – 35	3	Medio
70 – 100	35 – 45	4	Alto
Más de 100	Más de 45	5	Muy alto

Fuente: Mora & Saborío, 2015.

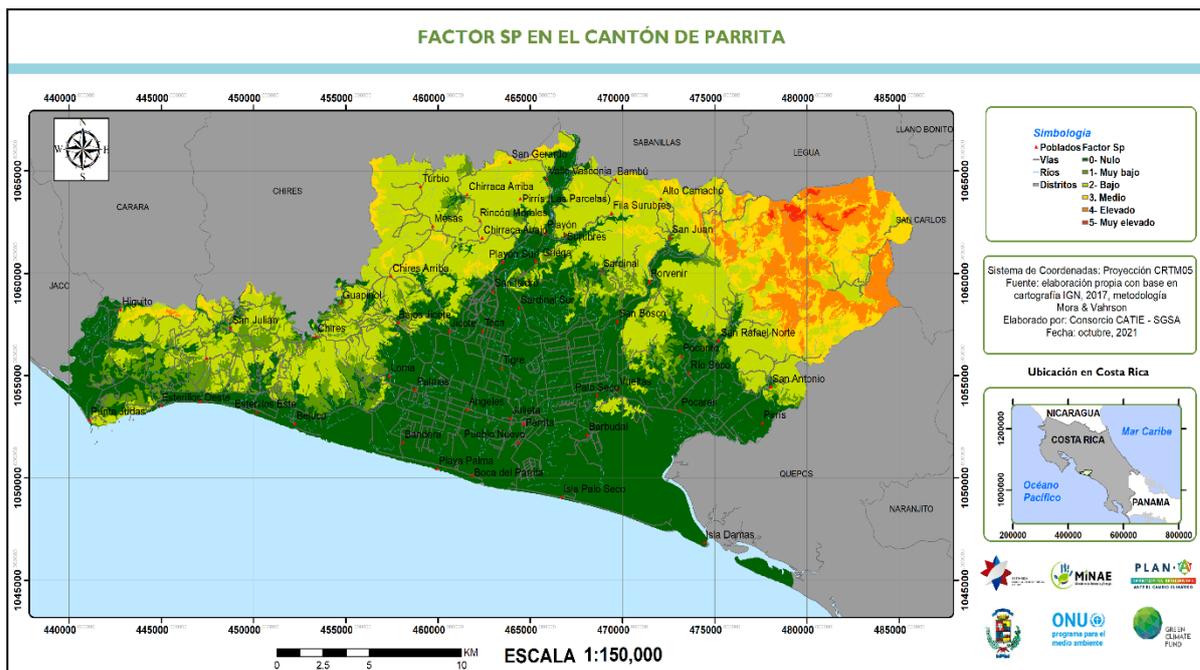


Figura A2-4. Factor Sp, metodología Mora & Vahrson, en el cantón de Parrita.

A2.2 Factor litológico (SL)

El factor SL de Mora & Vahrson se obtiene a partir de la geología considerando la litología, Figura A2-5. En el caso del área de interés, se cuenta con un mapa geológico por formaciones, elaborado para este estudio, por CNE (2020), además se tomó en cuenta el mapa de este factor desarrollado con base a estudio de UNED (2015).



Figura A2-5. Geología en área de análisis del cantón de Parrita

En la Figura A2-6, se muestra el factor SL, respectivo, asignado con valores del estudio de la UNED (2015).



Figura A2-6. Factor LS, en área de análisis del cantón de Parrita

En contraste con el mapa del factor de pendientes, el marco geológico propicia valores relativamente bajos en la parte alta, valores elevados en la parte media y valores muy elevados en la parte baja, al sur y al noreste de la parte media baja del cantón.

A2.3 Factor de humedad (SH)

El factor de humedad proviene de un balance hídrico, originalmente basado en la lluvia promedio, menos la evaporación real. En el caso del área de análisis, al contarse con un balance mensual de la recarga y un mapa de la porción de la precipitación que infiltra), el proceso se simplifica, pues es precisamente el agua de la recarga hídrica la que da el valor de humedad del suelo y, eventualmente la que influye en la generación de las presiones intersticiales en el terreno. El mapa ha sido ajustado a la línea base de precipitación de IMN (2019).

A partir del mapa de la precipitación que infiltra, se deduce el factor de la humedad del suelo, llevado a cabo mediante una función lineal y reclasificado de acuerdo con el Cuadro 32. El factor de humedad, de la metodología Mora & Vahrson, se muestra en la Figura A2-7.

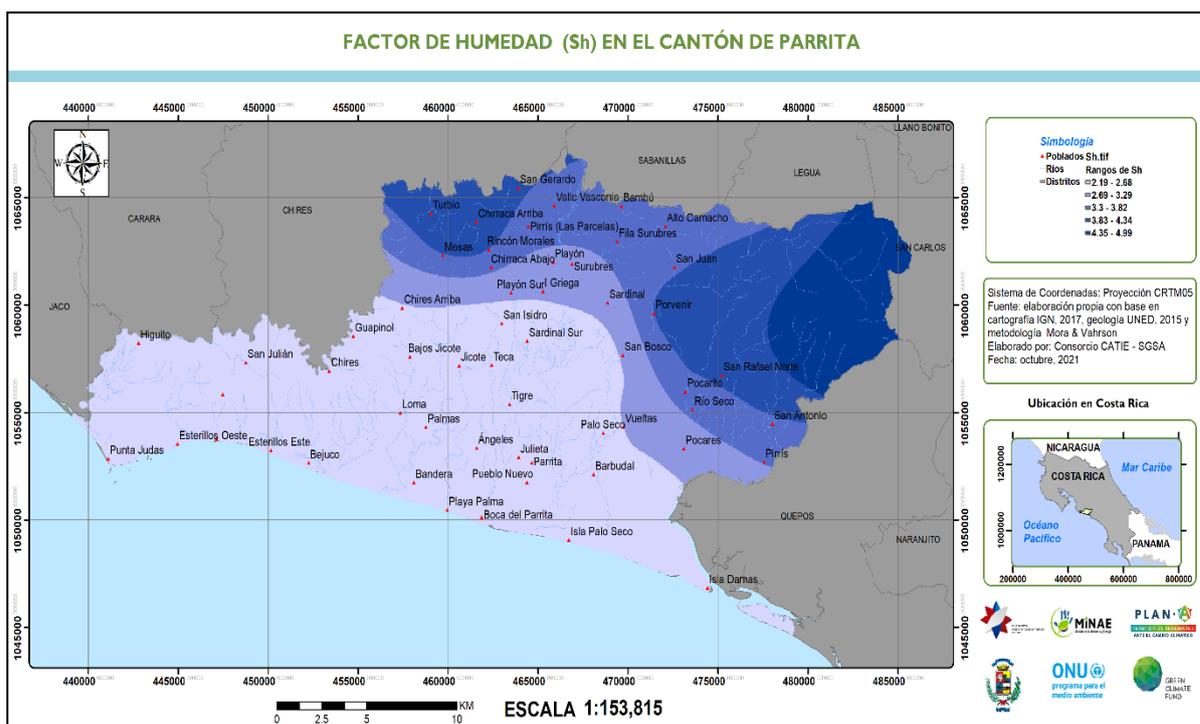


Figura A2-7. Factor de humedad (Sh) de la metodología Mora & Vahrson, en el cantón de Parrita.

A2.4 Susceptibilidad potencial a deslizamientos, factor SUSC

La multiplicación de los factores de pendientes, litología y humedad produce el mapa de áreas potenciales a deslizamientos. Este mapa se muestra en la Figura A2-8. Los rangos son indicativos, porque la metodología Mora & Vahrson señala que a mayor valor, hay un mayor potencial de deslizamientos debido a las condiciones de la topografía por pendientes, la geología de acuerdo con la litología de las formaciones y la humedad del suelo; en este el caso el valor mayor es próximo a 91, siendo el máximo 125, según la metodología.



Figura A2-8. Susceptibilidad potencial a deslizamientos – Mora & Vahrson, en el cantón de Parrita

A2.5 Disparo por sismicidad DS

Para deducir el factor de disparo por intensidad sísmica, se utilizó el mapa de aceleraciones máximas (pico; PGA) para un período de recurrencia de 500 años (Figura A2-9), del proyecto RESIS II, en este caso interpolado para un píxel de 10 metros dentro del área de análisis.



Figura A2-9. PGA en Gales, período de recurrencia de 500 años, para el cantón de Parrita.

Dado que el mapa está en gales, se puede usar una transformación, en este caso la relación dada por Ambraseys, N. N. and Menu, J. M (1991)

$$\text{Log}_{10} \text{PGA} = -0.63 + 0.55 I_{mm} - 0.018 I_{mm}^2 \quad (17)$$

Con la fórmula anterior se puede obtener la relación entre el Índice Modificado de Mercalli (IMM) y la aceleración pico del terreno (PGA), que se incluye en el Cuadro A2-3.

Cuadro A2-2. Relación entre el Índice Modificado de Mercalli (IMM) y la aceleración pico del terreno (PGA)

IMM	log PGA	PGA	Calificación	Factor Ds
3	0.858	7	Marginal o nulo	1
4	1.282	19	Muy bajo	2
5	1.67	47	Bajo	3
6	2.022	105	Moderado	4
7	2.338	218	Mediano	5
8	2.618	415	Considerable	6
9	2.862	728	Importante	7
10	3.07	1175	Elevado	8
11	3.242	1746	Muy elevado	9
12	3.378	2388	Extremadamente elevado	10
$\text{Log}_{10} \text{PGA} = -0.63 + 0.55 * \text{IMM} - 0.018 * \text{IMM}^2$				

Fuente: elaboración propia con base a la fórmula (5).

El mapa del factor de disparo, por sismicidad D_s , se incluye en la Figura A2-10.



Figura A2-10. Factor de disparo - sismicidad, método Mora & Vahrson, para el cantón de Parrita

A2.6 Disparo por intensidad de lluvia (D_p)

El disparo por intensidad de lluvia (D_p), se obtiene de la clasificación de los eventos diarios de precipitación, para 24 horas, y un período de recurrencia de 100 años, de acuerdo con el Cuadro A2-4.

Cuadro A2-3. Calificativo para la precipitación máxima de 24 horas, para $Tr = 100$ años

Precipitación máxima, para duración 24 horas y $Tr = 100$ años	Intensidad máxima, para duración 24 horas y $Tr = 100$ años	Calificación	Factor D_p
< 100 mm	0 – 4,17 mm/hr	Muy baja	1
100 – 200	4,18 – 8,33	Baja	2
200 – 400	8,34 – 16,7	Media	3
300 – 600	16,71 – 25	Alta	4
> 600	>25	Muy alta	5

Fuente: Metodología Mora & Vahrson (2015).

El mapa de intensidad de la lluvia para una duración de 24 horas y un periodo de recurrencia de 100 años se incluye en la Figura A2-10.



Figura A2-11. Lámina de lluvia (D_p) para $D=24$ horas y $PR=100$ años, método Mora & Vahrson en el cantón de Parrita

El mapa del disparo por lluvia (D_p), se incluye en la Figura A2-12. Se observa que la mayor parte de la cuenca está expuesta a valores del parámetro de disparo derivado de la intensidad de las lluvias van de casi 5 en la parte central norte donde se observan 3 núcleos bajando tanto al norte como al sur, con un núcleo menor en la parte suroeste de 3.2.

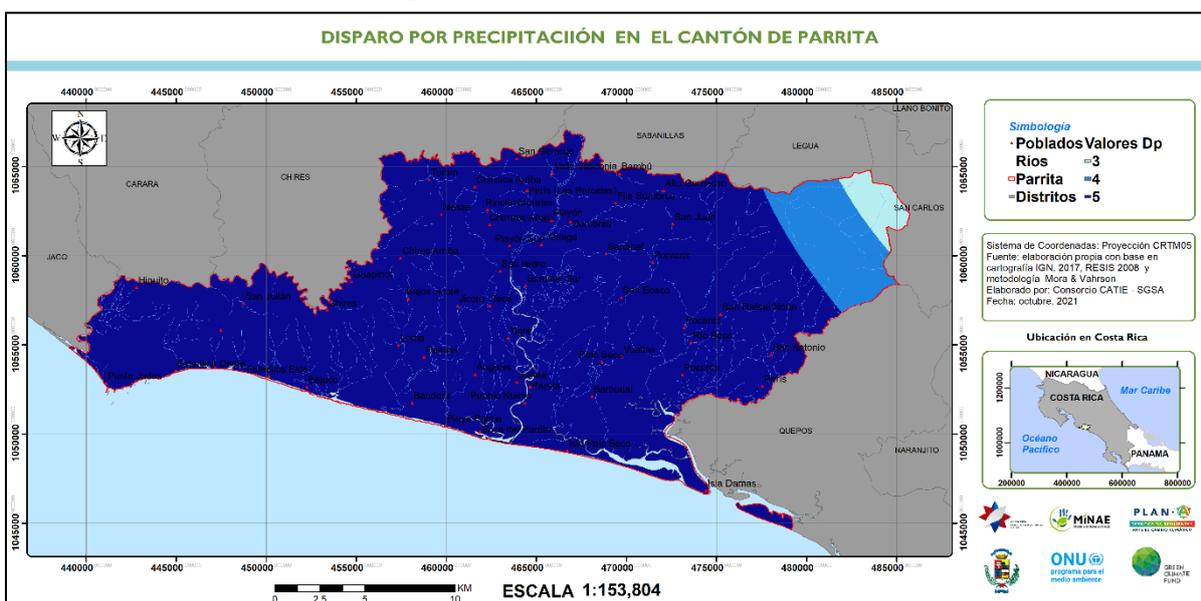


Figura A2-12. Disparo por intensidad de lluvia (D_p), método Mora & Vahrson, en el cantón de Parrita

El factor de disparo total es la suma de los factores de sismicidad y de intensidad de la lluvia. Este factor se resume en la Figura A2-13 y presenta valores en el rango de 10,3 a 12,3 como valores de disparo o detonante de la inestabilidad de laderas en el área de interés. Este es un escenario que correspondería al caso de un evento sísmico intenso durante el período con mayor precipitación de la estación de lluvias.



Figura A2-13. Disparo total (Ds+Dp), método Mora & Vahrson

La amenaza por deslizamientos se obtiene a través de la reclasificación de los valores de los factores de la susceptibilidad y de disparo, la cual se muestra en Cuadro A2-5 y el resultado en la Figura A2-14

Cuadro A2-4. Reclasificación de la amenaza por deslizamientos, según el método Mora & Vahrson.

Rangos	Valor	Descripción
0-6	I	Nulo
7-32	II	Muy Bajo
33-256	III	Bajo
256 – 512	IV	Medio
512 -768	V	Alto
Mayor de 768	VI	Muy Alto

Fuente: Modificado de metodología Mora & Vahrson (2011).

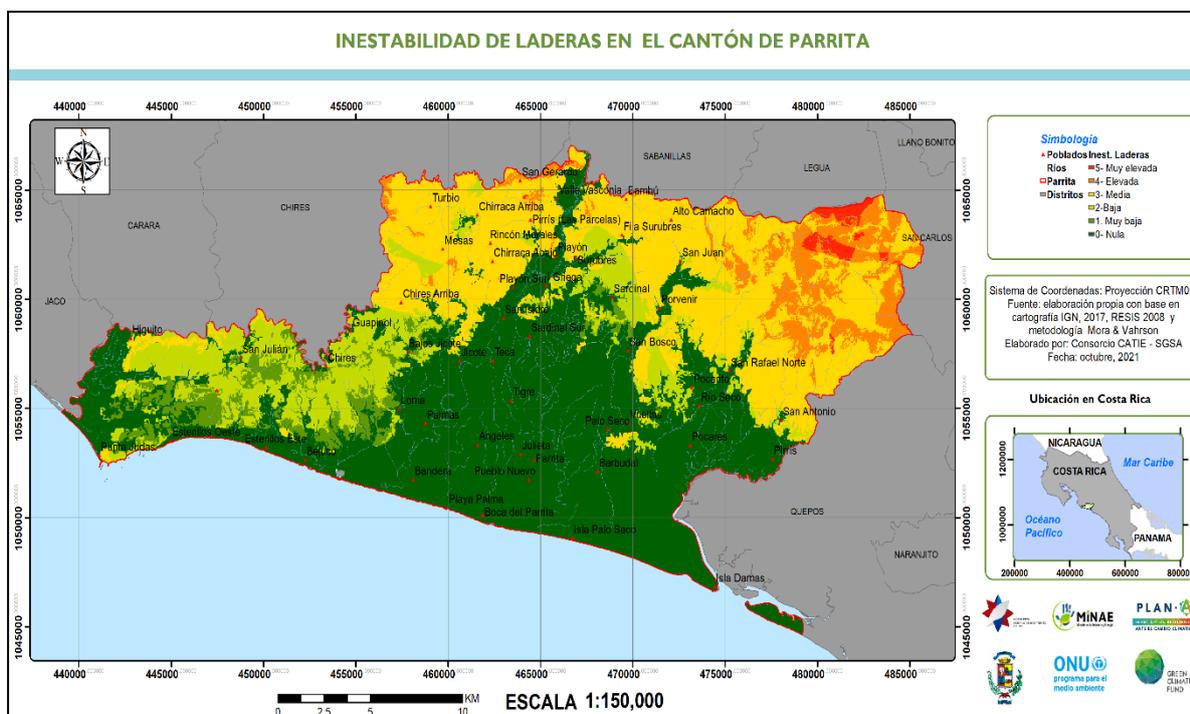


Figura A2-14. Inestabilidad de laderas, método Mora & Vahrson.

Este escenario corresponde con el caso de un evento sísmico intenso, durante el período de mayor pluviosidad de la estación de lluvias.

El mapa puede considerarse como equivalente a una escala de 1:50.000 y representa una macrozonificación regional.

Las áreas con potencial elevado y muy elevado de inestabilidad de laderas, deben considerarse también en la adaptación a la variabilidad climática, sobre todo en aquellas áreas en donde se prevé una condición de aumento de humedad de los suelos y del posible incremento en el disparo de la lluvia por un aumento previsto de la precipitación, de acuerdo con el calentamiento global antropogénico.

Anexo 3 Erosión laminar

Metodología para la determinación de la erosión de suelos (factores de la ecuación). El cálculo de la erosión de los suelos se basa en la ecuación universal de pérdida de suelos (EUPS). La ecuación de Wischmeier y Smith (1978) se aplica para estimar la erosión de suelos:

$$SE = R * K * LS * CP \quad (A3-1)$$

Donde:

- SE: pérdida anual de suelos en ton/ha
- R: erosividad de la lluvia en [MJ mm / (ha hr año)]
- K: erodabilidad del suelo en [ton ha hr / (ha MJ mm)]
- LS: factor de longitud de pendiente y de pendiente (adimensional)
- CP: factor de cobertura y de prácticas de conservación (adimensional)

A3.1 Factor R

Uno de los factores que toma en cuenta esta ecuación, es la potencialidad erosiva de las lluvias (factor R), que representa la erosividad de la precipitación y la escorrentía, considerado como un elemento importante para la estimación de pérdida de suelos por erosión hídrica. El índice de erosividad se puede definir como la capacidad que tiene la lluvia de producir erosión en un área desprovista de vegetación.

Según investigaciones realizadas por Wischmeier y Smith 1958, citados por Kirkby y Morgan (1984), el factor R o índice de erosividad de la lluvia, está en función de dos características de la lluvia tempestuosas: (1) la energía de la lluvia, la que se considera como el mejor elemento para estimar la capacidad erosiva de las mismas y (2) la intensidad máxima durante treinta minutos. El resultado de este producto se denomina EI30, el cual logra explicar de 72 a 97 % de la variación de la erosión en tormentas individuales y el 94% de las pérdidas anuales del suelo.

Para Wischmeier y Smith la ecuación que describe la energía cinética de una lluvia tempestuosa, se expresa como:

$$Ec = 1.213 + 0.890 \log_{10} I \quad (A3-2)$$

Donde:

- Ec= energía cinética en Kg m / m² mm
- I = intensidad de la precipitación en mm / hora.

Al multiplicar la energía cinética total de la precipitación (Ec) por la intensidad máxima en 30 minutos y dividirla por 100, se obtiene el índice de la erosividad pluvial, mejor conocido como EI30, para un evento determinado. Los valores del factor de precipitación pluvial, pueden representarse en un mapa del área de interés a través de isolíneas o curvas de igual erosividad, llamadas también isoerodentas. (Kirkby y Morgan, 1984). Wischmeier (1965) establece, para Estados Unidos, la distribución del potencial de lluvias en el año, sumando los valores de EI30, de tormentas individuales para obtener el EI30 anual. Con esta información realizó un mapa de isoerodentas, que señala zonas geográficas expuestas a la amenaza de erosión, en las cuales se encuentran condiciones semejantes. El producto (EI30) es un término recíproco que mide el efecto de la manera particular en que la erosión, por salpicadura y la turbulencia, se combinan con el escurrimiento para desprender y desplazar, del terreno, las partículas de suelo. Asimismo, se dice que el valor EI, se considera como el indicador más adecuado para medir el potencial erosivo de las lluvias en un suelo en condición de barbecho (Wischmeier, 1962); posteriormente EI fue evaluado en condiciones de cobertura diferentes (Wischmeier, 1978). Las unidades del factor R en [MJ mm / (Ha hr yr)], también llamadas unidades EI, con valores entre 0 y superiores a 1.000, según diferentes autores, se consideran elevados.

Para Costa Rica, se han utilizado diferentes métodos para el cálculo de EI, entre ellos los incluidos por FAO (1989). Para el caso del cantón de Parrita, se utilizó el mapa de isoerodentas (factor R), de FAO.



Figura A3- 1. Factor R (erosividad de la lluvia), cantón de Parrita.
Fuente: elaboración propia con modelo de Vahrson, estimado por FAO (1980).

A3.2 Factor erodabilidad de los suelos (factor K).

La erodabilidad del suelo o factor K es, junto con la erosividad o factor R, uno de los componentes importantes dentro de la EUPS, ya que cuantifica la capacidad o resistencia del suelo a la acción erosiva del agua. Para un suelo determinado, el factor K de la EUPS, es la tasa de pérdida de suelo por unidad de superficie y por unidad de índice de erosividad (EI), evaluado a partir de una parcela estándar y se expresa en (Ton/ha) / (Mj.mm/ha.h) en las unidades del Sistema Internacional (SI).

A partir del mapa de suelos, en la Figura A3-2, se obtiene por reclasificación el factor K. En este caso se usa el mapa del ICE, 2010 y estimación del factor K, para obtener la “Erodabilidad del Suelos o Factor K”, en la Figura A3-3, se muestra el Factor K en el área del cantón de Parrita.



Figura A3- 2. Suelos a nivel de primer orden, en el cantón de Parrita
Fuente: A. Vasquez (1980).



Figura A3- 3. Factor K (erodabilidad de los suelos), área de Parrita
Fuente: Elaboración propia.

Dado que este factor es una medida de la propiedad de degradación que posee el suelo o de su resistencia a la desagregación y transporte, basado en las propiedades que determinan la agregación, estabilidad de agregados, transmisión de agua y propiedades de retención, impacto de la gota de lluvia y procesos que controlan la formación de mezclas o perturbación de agregados, resulta ventajoso el método del nomograma, en lugares donde no se han realizado estudios experimentales periódicos.

Las unidades de K, en el sistema métrico, son [Ton ha hr / (ha MJ cm)], y varían con un rango de valores de 0,006 a 0,26 para el cantón de Parrita, cuyos valores para el cantón, son un indicativo de que el factor de erodabilidad del suelo es medio, en cuanto al aporte a la erosión mediante la fórmula.

A3.3 Factor LS

El factor topográfico “LS” dentro de la EUPS representa la combinación de los efectos de la longitud “L” y del gradiente “S”. Este factor evalúa las pérdidas de suelo por erosión hídrica, considerando los efectos que pudieran tener la longitud (L) y el gradiente (S) de la pendiente respectivamente. Así, el factor “LS” se puede definir como la relación, entre el suelo perdido, en un área cualquiera con pendiente “p”, longitud “l” y la correspondiente a la parcela estándar utilizada en el desarrollo de la EUPS. Kirkby y Morgan (1984), definen la longitud de la pendiente como la distancia desde el punto de origen del flujo sobre la superficie hasta el punto donde la pendiente disminuye lo suficiente como para que ocurra la deposición, o hasta el punto en que la escorrentía entra en un canal definido. El canal puede ser parte de una red de drenaje o un canal construido. El gradiente de la pendiente es el grado de inclinación del terreno, expresado generalmente en porcentaje.

Respecto a la Figura A3-4, se tiene la explicación:

- A= Si no se produce escurrimiento superficial en un bosque virgen, el punto de partida de la longitud de pendiente debe comenzar con el fin del bosque virgen y extenderse pendiente abajo hasta el primer punto donde se pueda concentrar el escurrimiento.
- B= Hasta punto de concentración del escurrimiento.
- C= Del punto de concentración de escurrimiento anterior hasta el punto de concentración del flujo.
- D= Punto de origen de escurrimiento hasta una carretera que concentra el escurrimiento.
- E= De la carretera a la planicie inundable, donde la deposición podría ocurrir.
- F= Del punto de origen de escorrentía a la planicie inundable donde la deposición podría ocurrir.
- G= Punto de origen de escurrimiento a una depresión donde podría concentrarse el escurrimiento.

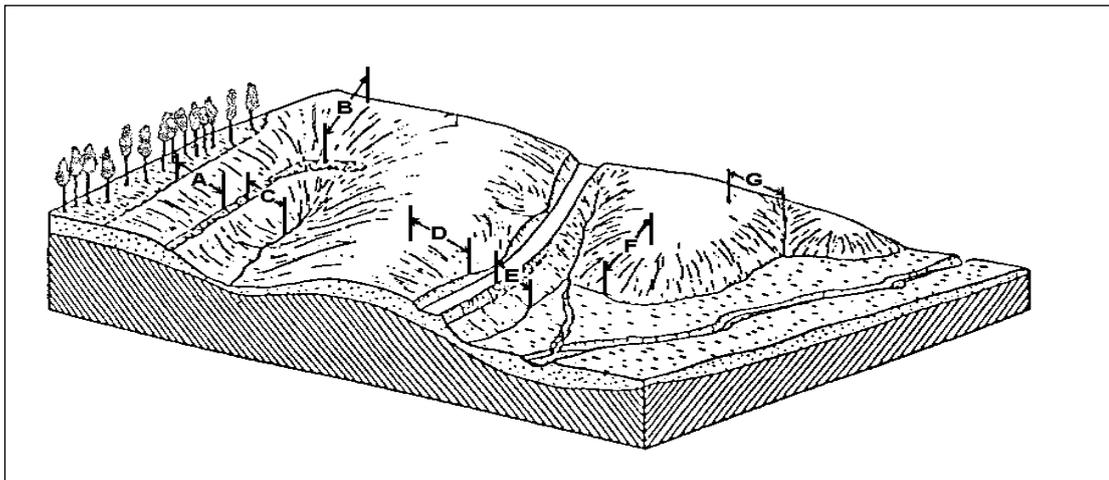


Figura A3- 4. Ilustración sobre el concepto de longitud del terreno.

Determinación del factor LS. El cálculo del factor LS (Figura A3-4), se inicia a partir de un modelo de elevación digital del área de interés. El factor se basa en dos imágenes: la longitud de las pendientes mismas. La imagen de pendientes y de longitud de las pendientes, se obtiene directamente a partir del modelo de elevación digital, en este caso se usó un modelo de 12,5 metros. Al final se calcula el factor LS, utilizando las ecuaciones de McCool (1993), citado por Bolton *et al.* (1995).

$$LS = [L / 22,13]^{0.5} (10,8 \text{ sen } \alpha + 0,003); \text{ para } \alpha < 5.143 \text{ grados o } (9 \%) \quad (23)$$

$$LS = [L / 22,13]^{0.5} (\text{sen } \alpha / \text{sen } 5,143\alpha)^{0,6}; \text{ para } \alpha \geq 5.143 \text{ grados o } (9\%) \quad (24)$$

Donde:

L = longitud de la pendiente en m

α = ángulo de la pendiente en grados

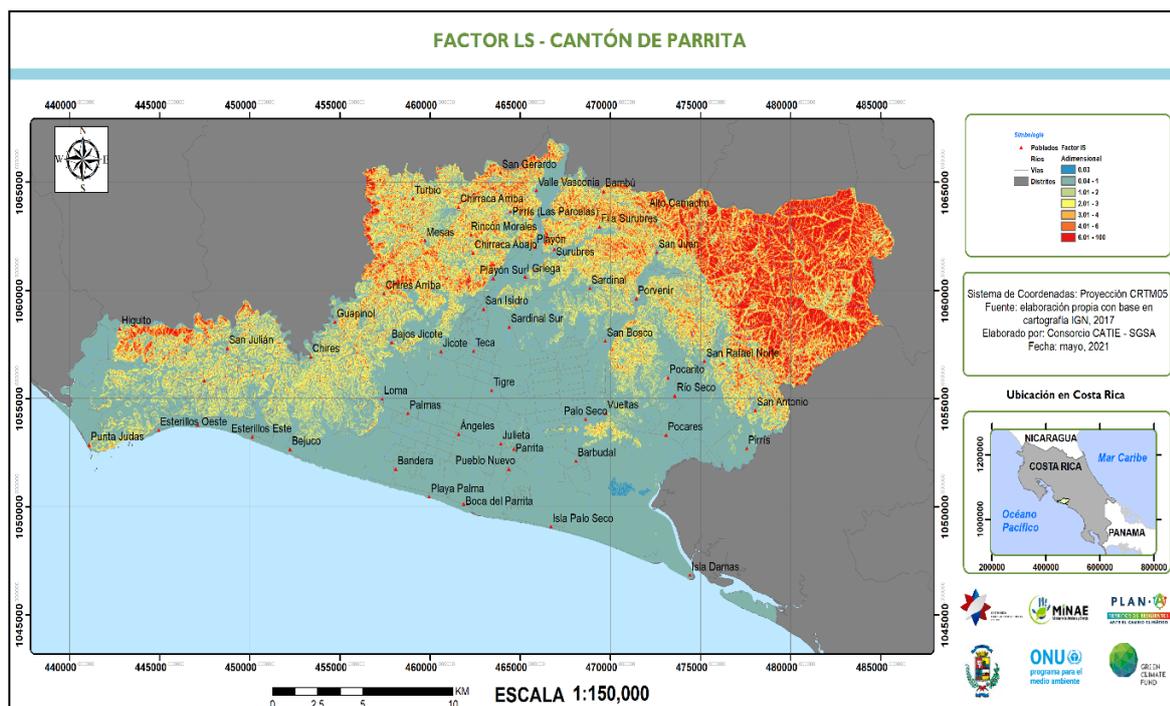


Figura A3- 5. Factor LS en el cantón de Parrita.

A3.4 Factor C

Entre los factores que componen la EUPS, el factor “C” se refiere al manejo de los cultivos y representa la relación entre la pérdida del suelo en un campo cultivado, en condiciones específicas (suelo, pendiente y precipitación) y la pérdida correspondiente del suelo en barbecho continuo. Posteriormente, se amplía a diferentes tipos de cobertura.

Los valores del factor “C”, Cuadro 36, muestran una variación desde 0.0001 en área urbana, con bosque primario en 0.001, secundarios en 0.003 hasta cultivos anuales en 0,5 a 0,9 en suelo desnudo y pueden ser asignados a través de las tablas elaboradas por Wischmeier y Smith (1978), quienes obtuvieron valores del factor “C” para varios tipos de cultivos, diversas rotaciones y distintas épocas de siembra y niveles de productividad, bajo diferentes condiciones de clima y manejo. Existen también tablas para analizar y comparar el comportamiento de la vegetación del tipo gramíneas, arbustos y bosques.

Cuadro A3- 1. Valores de “C” y tipo de cobertura

Cobertura vegetal y uso de la tierra	Valor de “C”
Bosque secundario, bosque, bosque palma	0,003
Pastos, terrenos ganaderos	0,01
Terrenos desprovistos de vegetación	0,5
Cultivos permanentes	0,1
Cultivos anuales	0,3
Manglar	0,001
Áreas urbanas ¹⁵	0,01
Lagunas y embalses, ríos	0,0

En la Figura A3-6 se ha incluido el factor C, tomado en cuenta el uso de la tierra del cantón.

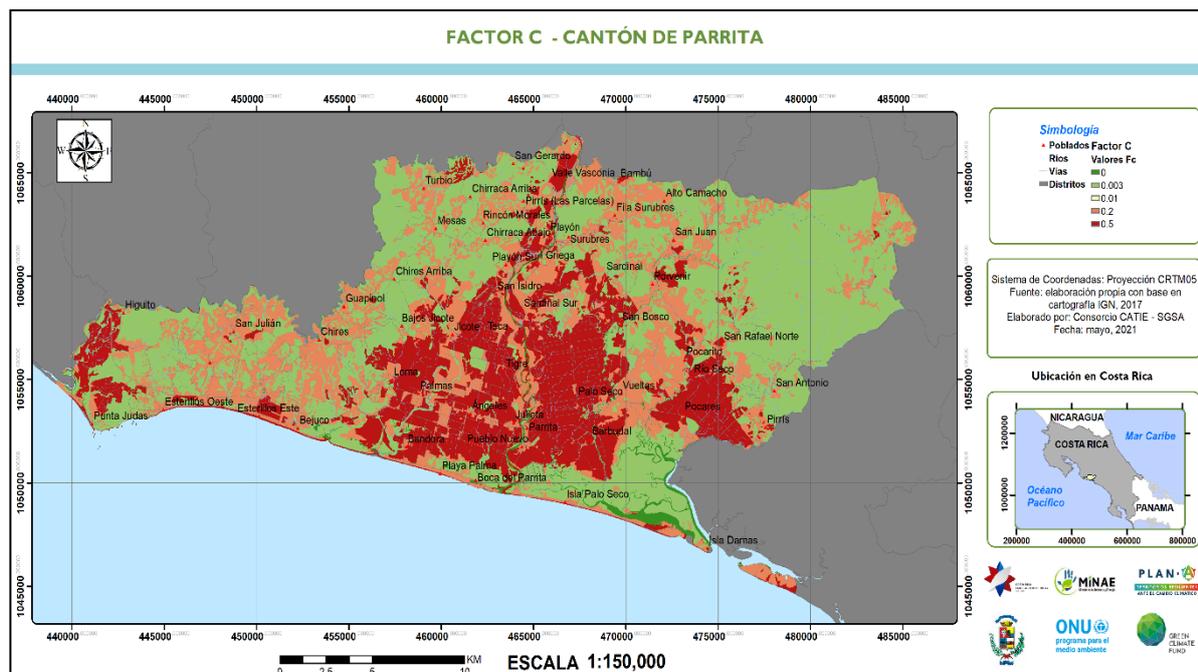


Figura A3- 6. Factor C (uso y tipo de cobertura) en el área de Parrita

¹⁵ A falta de puntos de referencia, diferentes autores, incluyendo Wischmeier y Smith (1978), han adoptado la misma protección dada por un bosque denso, para las áreas urbanas establecidas.

A3.5 Factor de prácticas de conservación (P)

El factor “P”, se refiere a la relación existente entre las pérdidas de suelo en un área cualquiera donde se aplican prácticas específicas de conservación y las pérdidas de suelos producidas en áreas donde las prácticas de conservación no existen. Entre las principales prácticas de conservación que se incluyen dentro de este factor se pueden mencionar las siguientes: cultivos en franjas, cultivos en contorno y terraceo.

En la práctica se acostumbra a considerar el factor P como unitario, esto es equivalente a no considerar prácticas de control, y conforme se implementan las medidas se procede a la aplicación de los valores que corresponden a la pendiente y a la práctica considerada.

De esta forma, para obtener el factor CP, se procede a la multiplicación de los valores de C y P (individualmente el factor C incluye los valores de cobertura y el factor P el de prácticas de conservación). Al considerar P unitario, el factor CP se reduce a considerar solo los valores del factor C. Una vez modelada la ecuación de la EUPS, se pueden estimar los cambios que producirían las medidas de prácticas de conservación propuestas por los planificadores de las cuencas hidrográficas, esto en análisis a escala 1:25.000 o mayor detalle, generalmente 1:10.000, considerando que las prácticas se aplican a nivel de finca y esto solo se aprecia a escalas de detalle.

A3.6 Erosión laminar

Al aplicar la multiplicación de los factores de la ecuación de pérdida universal, se llega a estimar el mapa de erosión laminar calculada en ton/ha/año. Este mapa se incluye en la Figura A3-7.



Figura A3- 7. Erosión laminar en el cantón de Parrita.

Esta es una aproximación sobre el estado de actualidad de la erosión laminar del suelo con los datos disponibles.

Anexo 4 Suelos - capacidad de uso de la tierra

La clasificación de la capacidad de uso de las tierras se realizó según las normas que establece MAG-MINAE (2019) en el decreto ejecutivo N°41960. En este decreto se establecen 8 clases de capacidad de uso de las tierras, en las cuales se presenta un aumento progresivo de las limitaciones para el desarrollo de las actividades, agrícolas, pecuarias y forestales. Los límites entre clases se definen por límites máximos permisibles citados en el decreto mencionado anteriormente.

En las primeras cuatro clases (I-II-III-IV) se permiten cultivos agrícolas, o usos pecuarios y forestales. En la Clase V se restringe a uso pecuario y forestal. En la Clase VI se restringe el uso a cultivos perennes y producción forestal. En la Clase VII se permite el manejo forestal. La Clase VIII es estrictamente de protección, con excepciones calificadas para la explotación de áridos y de cambio de uso. Las subclases de capacidad de uso se definen en base a parámetros de pendiente-erosión (e), suelo (s), drenaje-riesgo de inundación (d) y clima(c): zonas de vida-meses secos.

Sin embargo, esta clasificación no se cuenta para el cantón de Parrita por lo que se emplea en su lugar la capacidad de uso de la tierra de A. Vásquez (1980), corregida por las pendientes, y que muestra en la Figura A4-1.

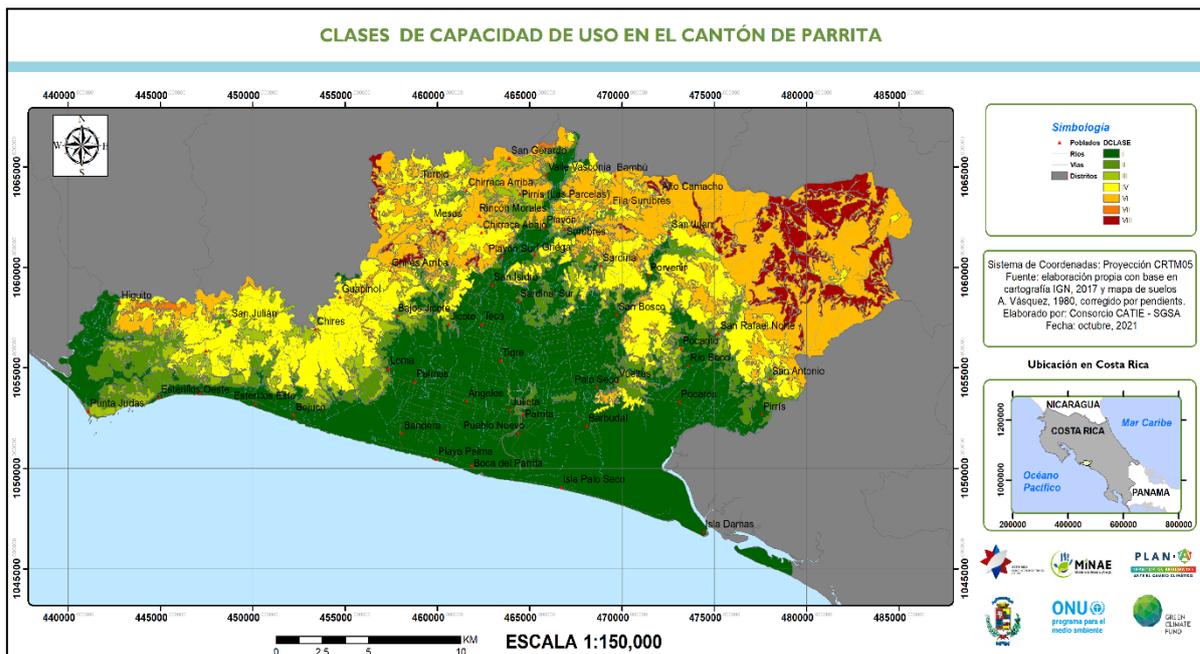


Figura A4- 1. Capacidad de uso de la tierra para el cantón de Parrita

A4.1 Uso actual u ocupación del uso de la tierra

El uso del suelo producto de una mala traducción de “soil use”, pero cuyo término se ha popularizado en el ámbito del manejo de cuencas, corresponde al uso actual de la tierra o la ocupación del territorio, que es la utilización de un territorio en espacio y tiempo, en este caso la cuenca hidrográfica, por parte de la estructura física asentada o incorporada a él, o de ambos casos, en cuanto a clase, forma o intensidad de su aprovechamiento. Si bien, se utiliza el término uso actual, en la práctica debido a que esto conlleva el contar con un uso u ocupación de la tierra al momento de hacer el estudio, en la realidad se hace con la información espacial, sean fotografías aéreas, o imágenes de sensores remotos, que permiten deducir el uso, y que requiere de verificación en campo.

La determinación del uso de la tierra es importante en la gestión de la cuenca hidrográfica, porque la utilización del territorio impacta positiva o negativamente en el ambiente en general y los recursos naturales. En particular interesan para las cuencas del cantón de Parrita los posibles impactos de los usos de la tierra, tanto sobre el régimen hidrológico (disponibilidad de agua) como sobre la calidad del agua, y a las escalas que producen estos impactos.

Se pueden dividir los impactos derivados de este crecimiento en: a) desarrollo urbanístico e industrial, b) uso agrícola de la tierra, el pastoreo, las explotaciones forestales y la pesca, c) las actividades mineras y las canteras y su relación entre las partes altas su incidencia en las partes bajas, así como d) las actividades turísticas en la parte alta.

Los impactos provenientes de la urbanización modifican el uso de la tierra rápidamente y condicionan el régimen hidrológico. Esto incide en la cantidad de escorrentía superficial (aumento de caudales pico) por la impermeabilización del suelo, como la calidad del agua (por malas praxis en manejo de desechos y de aguas servidas, en general), que afectan tanto al agua superficial, como la subterránea. La problemática se ve acelerada, por un crecimiento espontáneo acelerado, promovido por factores económicos desde la década de los años 60, principalmente del urbanismo en la parte media alta de la cuenca, y por la falta de un ordenamientos territorial homogéneo e interrelacionado. En general, el desarrollo territorial ha sido localista y sin considerar las interrelaciones entre los territorios o límites cantonales; la planificación territorial se hace en aislamiento de los cantones vecinos y sin integrar enfoques como el de cuenca hidrográfica. Evidencia de lo anterior es que la legislación existente promueve planes reguladores costeros y planes reguladores cantonales, sin prever un análisis transicional para las áreas limítrofes que abarcan estos planes.

Según FAO (2018) y CATIE (2017), los impactos dependen de un conjunto de factores naturales y socioeconómicos. Los factores naturales incluyen el clima, la topografía y la estructura del suelo. Los factores socioeconómicos incluyen la capacidad económica y la sensibilización de los pobladores, agricultores, las prácticas de manejo y el desarrollo de la infraestructura, por ejemplo, la accesibilidad a los sitios.

Por lo anterior, el contar con mapas de uso de la tierra, es importante para analizar la situación de alteración de la cuenca, y de cómo incide en los recursos hídricos. Más aún, se debe analizar los cambios periódicamente; para preparar esta cobertura, a continuación se habla del proceso existente a nivel país en esta temática.

En el caso de Costa Rica, se han hecho esfuerzos, por contar con mapas de uso de la tierra, a diferentes escalas. Así, la Dirección Forestal del MAG realizan un primer mapa en 1994 con imágenes Landsat. El CATIE de 1998 al 2004 impulsó clasificaciones de primer orden siguiendo la clasificación del USGS. Entre el 2005 y actualizado al 2008, el Proyecto Ecomapas del INBIO realiza un mapa con una clasificación con énfasis en ecosistemas. En los estudios de planes reguladores, se utilizan imágenes satélites o fotos aéreas recientes para obtener mapas del uso de la tierra para el área del cantón, siguiendo leyendas simples; lo anterior dado que, con el uso de sensores es difícil llegar a subniveles de la clasificación. Así, por ejemplo, a nivel de cultivos se incluyen cultivos anuales o permanentes por las prácticas de siembra de cultivos mixtos que se realiza en Costa Rica.

Para elaborar el mapa del área que comprende el cantón de Parrita, se utilizó la foteointerpretación de la Ortofoto del IGN-RN (2017), produciéndose el uso de la tierra, que se muestra en la Figura A4-2.

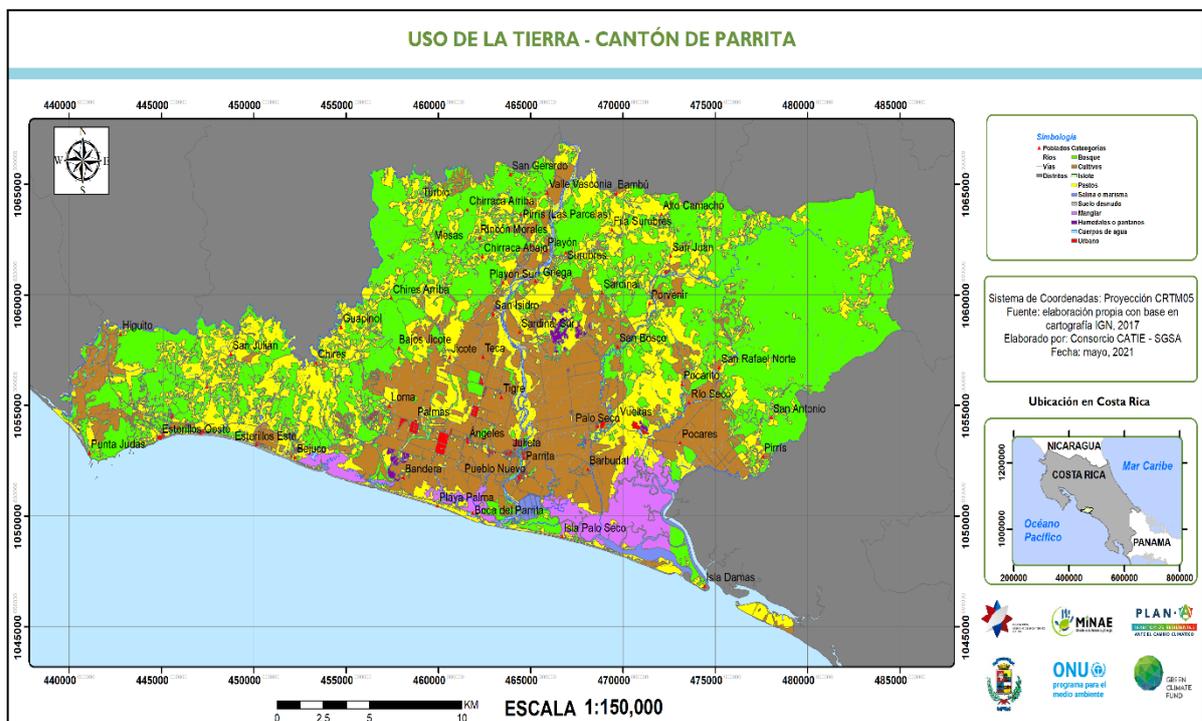


Figura A4- 2. Uso de la tierra en el área del cantón de Parrita
Fuente: Elaboración propia, con mapas e información Orthofoto, 2017.

En el Cuadro A4-3 se resumen las áreas de las categorías de uso de la tierra, a nivel de las cuencas. Y en la Figura A4-3 a nivel del área del cantón. Con uso urbano, se tiene un 0,3%, en cultivos anuales 3,43 %, cultivos permanentes un 7,8%, en bosque se tiene un 45,45%, en pastos un 20,69%, con 082% para suelos desnudos o descubiertos, y un 12,53 para manglares, áreas anegadas. Esto es, la mayor intervención en el cantón es a nivel de pastos.

Cuadro A4- 1. Áreas y porcentajes del uso de la tierra enl cantón de Parrita

Uso de la tierra	Area Km2	Porcentaje
Bosque	203.59	42.06%
Cuerpos de agua	9.51	1.97%
Cultivos	108.04	22.32%
Humedales o pantanos	1.63	0.34%
Islote	0.00	0.00%
Manglar	18.85	3.89%
Pastos	129.96	26.85%
Salina o marisma	5.09	1.05%
Suelo desnudo	3.46	0.71%
Urbano	3.87	0.80%
Total	484.01	100.00%



Figura A4- 3. Áreas de los principales usos de la tierra en el cantón de Parrita
Fuente: Elaboración propia

A4.2 Divergencias en el uso de la tierra

El uso conforme del suelo es aquel “que se ajuste a las normas consideradas en la Metodología para la Determinación de la Capacidad de Uso de las Tierras de Costa Rica y a las normas técnicas de manejo y conservación del suelo” (establecidas en la Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779, y modificadas recientemente en decreto MAG-MINAE (2019)).

De esta forma, una vez establecida la conformidad, llamada también divergencias o conflictos entre el uso de la tierra y la capacidad del uso de la tierra, se puede llegar a un uso potencial de la tierra que constituye “el uso que se le podría dar a la tierra una vez que se lleven a cabo las enmiendas y mejoras necesarias mediante prácticas racionales de manejo y conservación de suelos y aguas para lograr un beneficio social y de la tierra”. Lo anterior constituye la base de una zonificación de índole agronómica, utilizada en Costa Rica.

Tomando en cuenta el uso actual de la tierra y la capacidad de los suelos, en una matriz de tabulación cruzada, presentada en el Cuadro A4-2, se pueden obtener las divergencias en términos de uso apropiado, sobreuso, y subuso, con variaciones. En este análisis, lo natural, es decir, lo relacionado al agua y el bosque, prevalecen como apropiados, con una condición similar para el uso urbano; en este caso, aunque se podría reordenar el territorio, prevalece por lo difícil de esta tarea, salvo en caso de áreas de protección y de áreas con vocación forestal.

Cuadro A4- 2. Criterios de divergencias del uso de la tierra

Criterios de categorización de las divergencias de uso de la tierra						
CATEGORIAS DE USO DE LA TIERRA	I,II,III	IV	V	VI	VII	VIII
Cultivos Anuales , incluye arroz, maíz, caña de azúcar (1)	W (1)	O (2)	Ot (4)	Ot (4)	Ot (4)	Ot (4)
Cultivos Perennes, incluye café, cítrico (2)	W (1)	O(2)	Wt(5)	Wt(5)	O(2)	Ot (4)
Pastos (3)	U(3)	W(1)	W (1)	O(2)	O(2)	Ot(4)
Bosque natural y secundario, incluye manglar (4)	U(3)	W(1)	W(1)	W(1)	W (1)	W (1)
Charral - Rastrojos (5)	U(3)	U(3)	U(3)	U(3)	O(2)	Ot(4)
Tierras miscelánea incluye Afloramiento Rocoso y Tierra Desnuda, Explotación Minera, Playa y Arenal Natural (6)	W(1)	W(1)	W(1)	O(2)	O(2)	O(2)
Agua, incluye Estanque para Acuicultura (7)	W(1)	W(1)	W(1)	W(1)	W(1)	W(1)
Urbano, incluye infraestructura (8)	O(2)	W(1)	W(1)	W(1)	O(2)	Ot(4)
Fuente: Elaboración propia por CATIE						
Las claves de esta matriz son:						
<i>Símbolo</i>	<i>Criterios de definición</i>					
W (1)	Utilización dentro de su capacidad, no siendo necesarios tratamientos de conservación					
Wt (5)	Utilización dentro de su capacidad, pero con necesidad de tratamientos de conservación					
U (3)	Sub-utilizados					
O (2)	Sobreexplotado					
Ot (4)	Gravemente sobreexplotado					

Las divergencias del uso de tierra, se incluye en la Figura A4-4 y el resumen de áreas en el Cuadro A4-5.



Figura A4- 4. Divergencias del uso de la tierra en el cantón de Parrita
Fuente: elaboración propia con base en mapas del uso y de capacidad de la tierra

El análisis de conflictos muestra que un 1,47% aproximadamente 35,06 Km² están es condición de sobreexplotado y gravemente sobreexplotado; con un 69.63% equivalente a 335.05 Km² en una condición conforme, y un 23,1% o 111 Km² subutilizado, ver Cuadro A2-3. En la Figura A2-5 se presentan las áreas y sus porcentajes, para el cantón de Parrita.

Es importante la adaptación a las condiciones de variabilidad del clima y por conflictos de uso, principalmente en aquellas áreas que no presenten un uso de bosque en altas pendientes. Especialmente, se observan áreas de pastos con problemas evidentes de soliflución, que deben recibir medidas de adaptación para su mejoramiento, utilizando técnicas de conservación y restauración de suelos.

Como se indicó anteriormente, el análisis realizado es una aproximación y es susceptible de llevarse a una mejor escala en cuanto a la capacidad del uso de la tierra. Esto principalmente porque las áreas presentan niveles freáticos superficiales en las partes bajas más planas o de baja pendiente y porque hay una susceptibilidad elevada de inundaciones.

Cuadro A4- 3. Áreas y porcentajes de las divergencias del uso de la tierra

Capacidad de uso	Area Km ²	Porcentaje
Conforme	335.05	14.06%
Subuso	111.09	4.66%
Sobreuso	32.39	1.36%
Grav. Sobreexplotado	2.68	0.11%
Total	481.20	20.19%

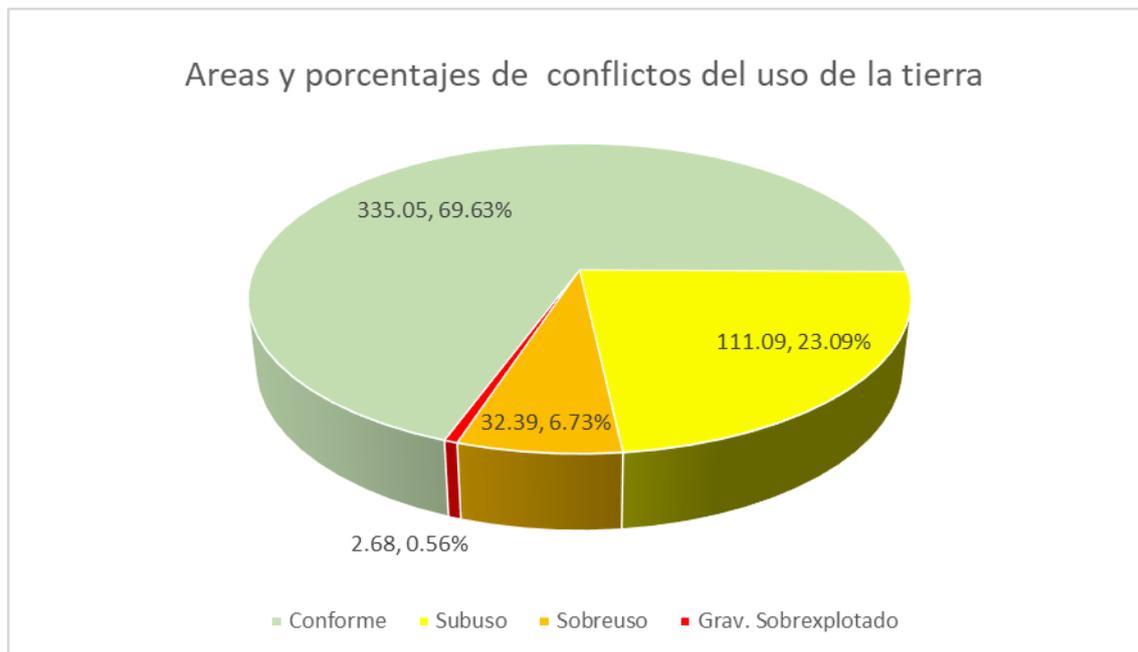


Figura A4- 5. Conflictos a nivel de en el cantón de Parrita

Anexo 5 Análisis de exposición en el cantón de Parrita

En este anexo, se presenta el análisis de la exposición ante amenazas climáticas y antrópicas en el cantón de Parrita. Aunque el análisis se ha realizado por cuenca hidrográfica, al llegar a la exposición, dado que se utilizó como información base el estudio de la UCR (2021), se trabaja a nivel del límite cantonal.

A5.1 Exposición por inundaciones de la CNE

Al cruzar el índice de vulnerabilidad ajustado con las áreas de inundación de la CNE, se obtiene la Figura A5-1, que muestra las áreas históricas que se han inundado, logrando clasificar aquellas que son menos vulnerables porque tienen una baja ocupación de la tierra.

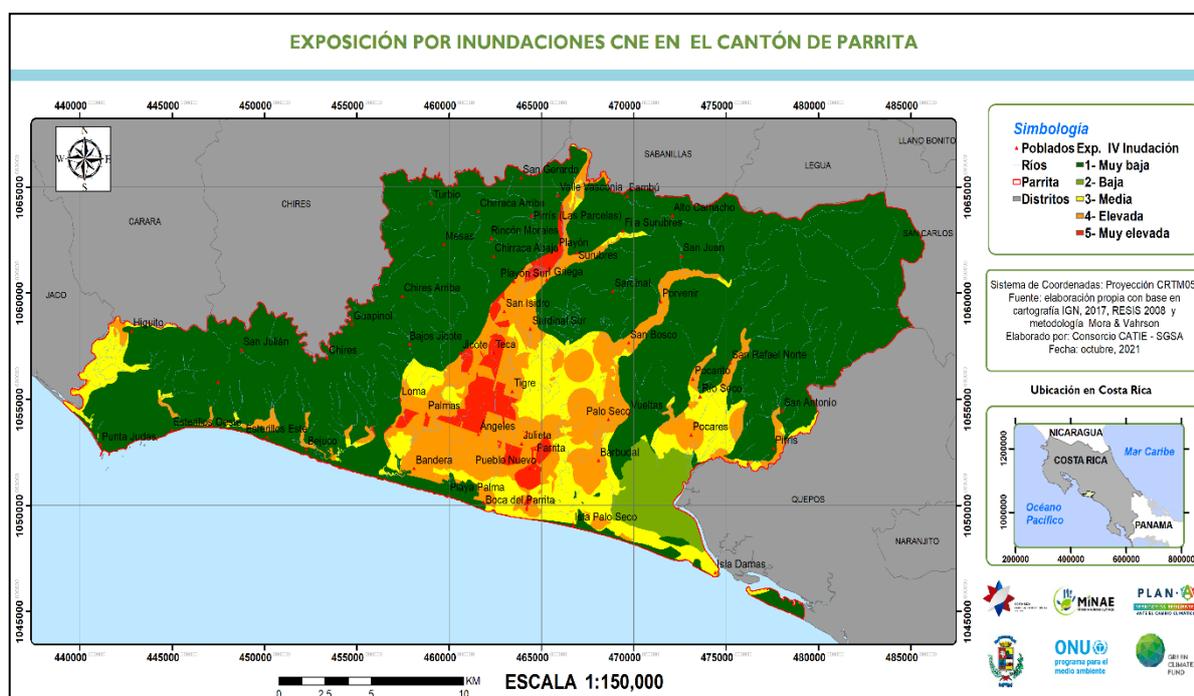


Figura A5- 1. Exposición a las inundaciones de la CNE, en el cantón de Parrita

A5.2 Exposición por deslizamientos / coronas y flujos de lodo de la CNE

El cruce del índice de vulnerabilidad ajustado con las áreas de deslizamiento y coronas demarcada por la CNE, así como los flujos de lodo, producen Figura A5-2, que muestra las áreas históricas de la inestabilidad de laderas clasificadas por niveles de vulnerabilidad.



Figura A5- 2. Exposición a la inestabilidad de laderas de la CNE, en el cantón de Parrita

A5.3 Exposición a la inestabilidad de laderas por la metodología Mora&Vahrson

El cruce del índice de vulnerabilidad ajustada, con las áreas de inestabilidad de laderas de la metodología Mora & Vahrson, producen la Figura A5-3, que muestra las áreas de la inestabilidad de laderas potencial clasificadas por niveles de vulnerabilidad.

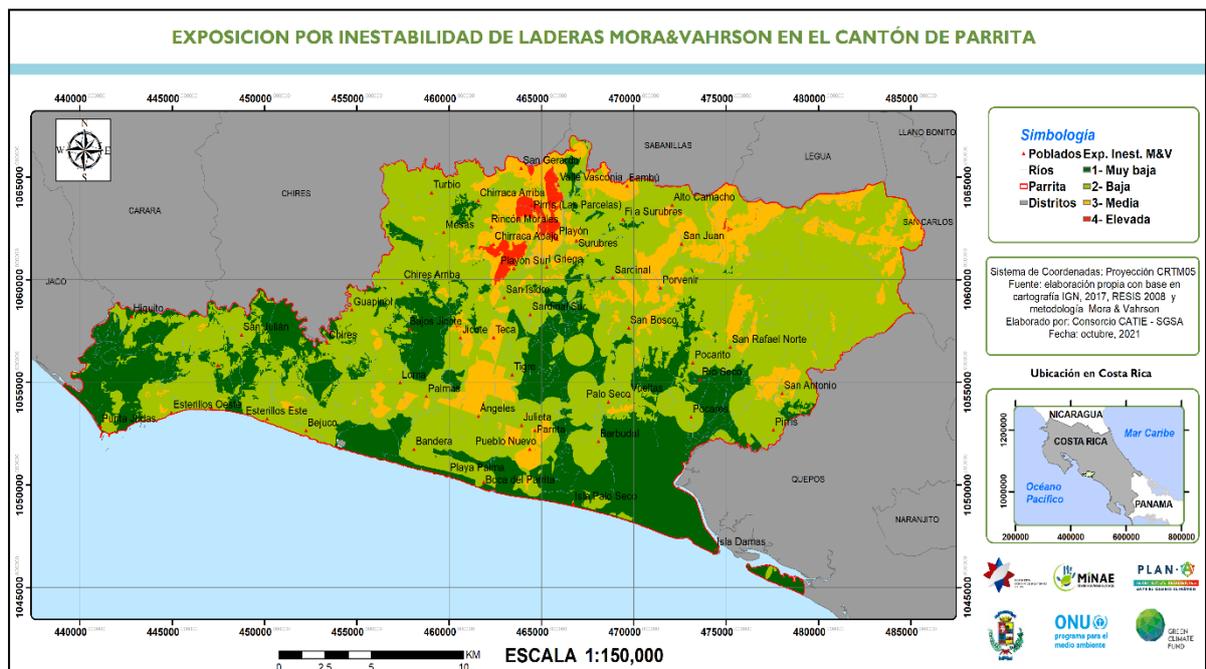


Figura A5- 3 Exposición a la inestabilidad de laderas Mora & Vahrson, en el cantón de Parrita

A5.4 Exposición por puntos de calor

Una forma de considerar los incendios forestales es a través de los puntos de calor, el cruce del índice de vulnerabilidad ajustada, con las áreas de densidades de los puntos de calor, producen la Figura A5-4, que muestra las áreas de los posibles incendios forestales históricos clasificadas por niveles de vulnerabilidad. Si bien es una amenaza antrópica, se reconoce que en condiciones de sequía la cobertura o el uso de la tierra afectado estaría predispuesto o susceptible a incendiarse, sea con una práctica cultural o con intenciones dañinas asociadas a la cacería.

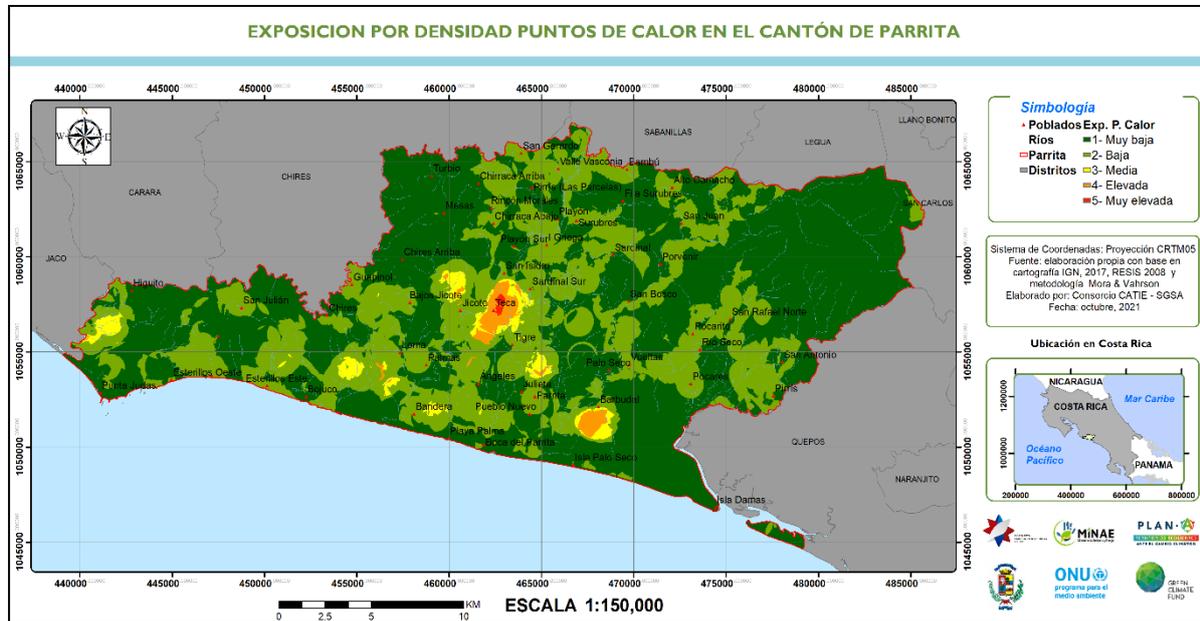


Figura A5- 4. Exposición a la densidad de puntos de calor, en el cantón de Parrita.

A5.5 Exposición por erosión laminar

Esta exposición no se puede realizar como las anteriores porque el índice de vulnerabilidad es eminentemente social con un menor componente económico. De esta forma lo que se propone es realizar esta exposición considerando los conflictos del uso de la tierra. El cruce de los conflictos o divergencias del uso de la tierra, con las áreas de erosión de laminar de la metodología de la ecuación universal de pérdida de suelos (USLE), producen la Figura A5-5, que muestra las áreas de exposición de la erosión de suelos clasificadas por niveles de vulnerabilidad.

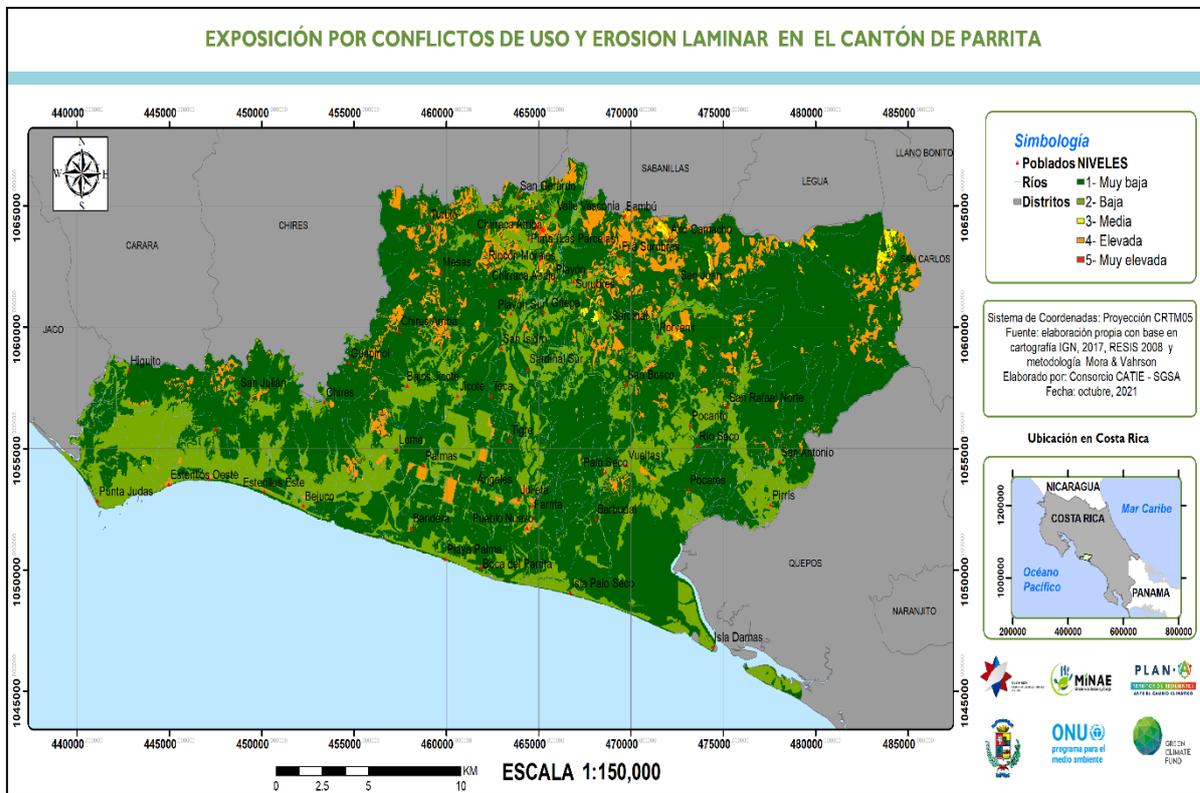


Figura A5- 5. Exposición la erosión laminar respecto a áreas de conflictos de uso de la tierra en el cantón de Parrita