



**Por un Desarrollo
Agrario Integral
y Sostenible**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL
AMBIENTE**

Trabajo de Tesis

Análisis de riesgo ante la amenaza de inundación fluvial
en el área urbana próxima al río del municipio de Villa
Nueva, departamento de Chinandega.

Autores:

Br. Jeremy Neftali Maradiaga Huete

Br. Silvio Martin Aguilar Gonzales

Asesores:

Mp. Álvaro Martínez Gadea

Ing. Ariel Cruz Martínez

Managua, Nicaragua

Noviembre 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y
DEL AMBIENTE

Análisis de riesgo ante la amenaza de inundación fluvial en el área urbana próxima al río del municipio de Villa Nueva, departamento de Chinandega.

Tesis para optar al título de Ingeniero en Recursos
Naturales Renovables

Trabajo de Tesis

Autores:

Br. Jeremy Neftali Maradiaga Huete

Br. Silvio Martin Aguilar Gonzales

Asesores:

Mp. Álvaro Martínez Gadea

Ing. Ariel Cruz Martínez

Managua, Nicaragua

Noviembre 2022

Hoja de aprobación del Comité Evaluador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la decanatura de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente como requisito parcial para optar al título profesional de:

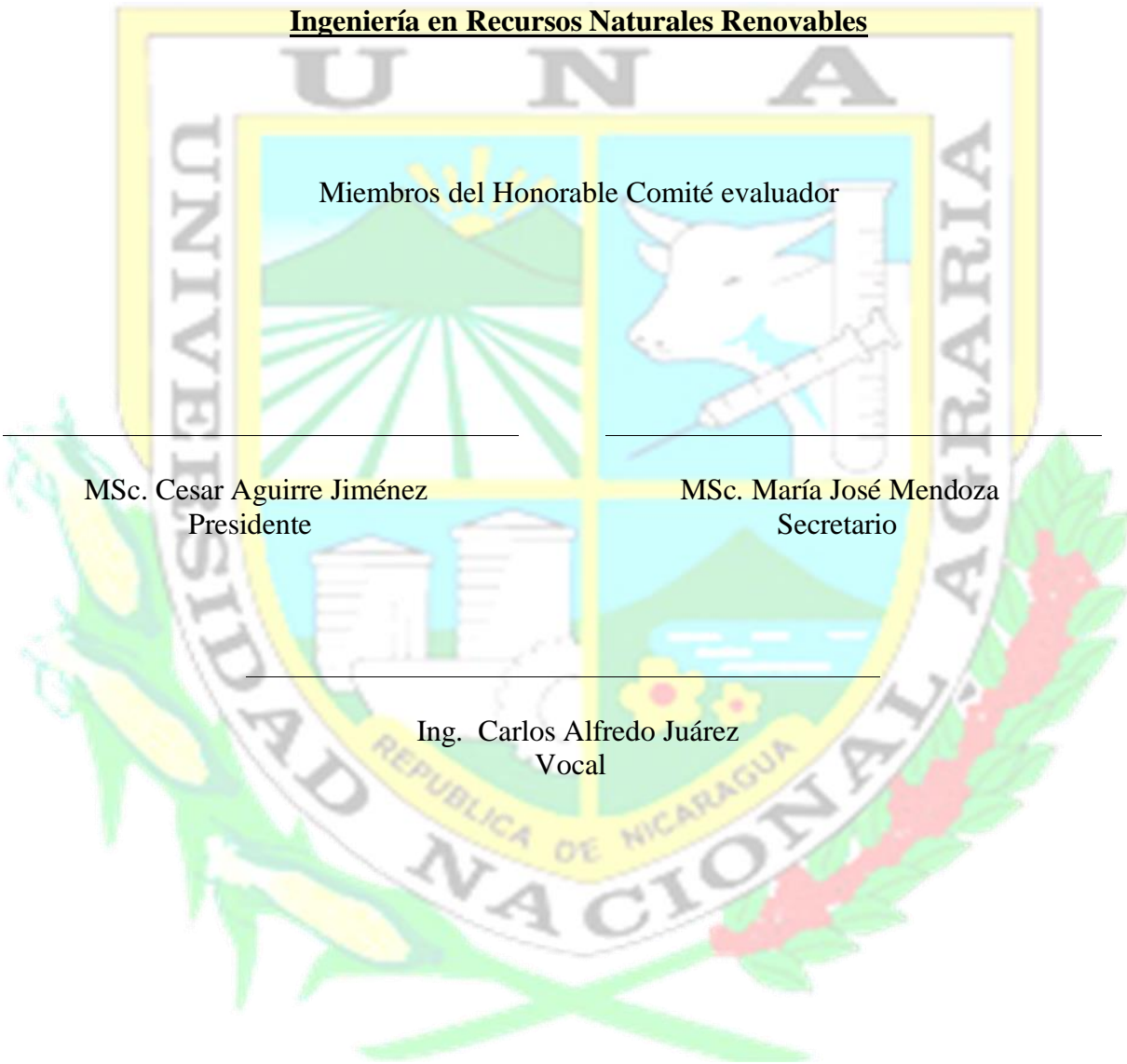
Ingeniería en Recursos Naturales Renovables

Miembros del Honorable Comité evaluador

MSc. Cesar Aguirre Jiménez
Presidente

MSc. María José Mendoza
Secretario

Ing. Carlos Alfredo Juárez
Vocal



DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de lograr cada una de nuestras metas y propósitos en la vida.

A nuestras madres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos.

A nuestras hermanas por estar siempre presentes, acompañándonos y por el apoyo moral, que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestras madres, Horana del Carmen Huete Guzmán y Silvia Elena Gonzales Reyes, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Agradecemos a nuestros docentes de la Universidad Nacional Agraria, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial al Mp. Álvaro Martínez Gadea y al Ing. Ariel Cruz Martínez, tutores de nuestro proyecto de investigación quienes han guiado con su paciencia, y su rectitud como docente.

INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo General	3
2.2. Objetivo específico	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1. Marco legislativo relativo a la gestión de riesgos en Nicaragua	4
3.2. Amenaza	5
3.2.2 Inundaciones	6
3.3. Vulnerabilidad	7
3.4. Riesgo	8
4.1 Características del área de estudio	9
4.1.1 Ubicación del área de estudio	9
4.1.2 Geología	10
4.1.3 Uso actual de suelo	11
4.1.4 Suelos	12
4.1.5 Pendiente	13
4.1.6 Clima	14
4.1.7 Hidrología	14
4.1.8 Flora	15
4.1.9 Fauna	15
4.1.10 Demografía	16
4.2 Metodología	17

4.2.1 Proceso metodológico	17
4.3 Flujograma del modelo para estimar el riesgo	27
4.4 Materiales utilizados	28
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
5.1 Caracterización de la amenaza	29
5.2 Inundaciones Dinámicas	31
5.3 Inundación Estática	32
5.4 Amenaza de Inundación fluvial	33
5.5 Caracterización de la vulnerabilidad	34
5.5.1. Descripción de vulnerabilidades	34
5.6 Estimación del riesgo	38
5.7 Descripción de sitios críticos	42
VI. CONCLUSIONES	49
VII. RECOMENDACIONES	50
VIII. LITERATURA CITADA	51
XI. ANEXOS	52

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Índice de vulnerabilidad general.	23
Cuadro 2. Descripción de sitios críticos	24
Cuadro 3. Conclusiva para la estimación del nivel riesgo.	25
Cuadro 4. Caracterización por nivel de riesgo.	41

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Mapa de Macrolocalización del municipio de Villa Nueva.	9
Figura 2. Mapa geológico del municipio de Villa Nueva.	10
Figura 3. Mapa de uso actual de suelo del municipio de Villa Nueva.	11
Figura 4. Mapa de suelos del municipio de Villa Nueva.	12
Figura 5. Mapa de pendientes del municipio de Villa Nueva.	13
Figura 6. Mapa de red hídrica del municipio de Villa Nueva.	14
Figura 7. Mapa demográfico del municipio de Villa Nueva.	16
Figura 8. Flujograma de la metodología aplicada	17
Figura 9. Criterios para calcular inundaciones estáticas y dinámicas	18
Figura 10. Flujograma del modelo para estimar el riesgo	27
Figura 11. Perfiles transversales de modelacion hidráulica	30
Figura 12. Perfiles transversales de modelacion hidráulica – parte alta	30
Figura 13. Mapa de inundaciones dinámicas del municipio de Vila Nueva.	31
Figura 14. Mapa de inundaciones estáticas del municipio de Villa Nueva.	32
Figura 15. Mapa de amenazas del municipio de Villa Nueva.	33
Figura 16. Mapa de vulnerabilidad del municipio de Villa Nueva.	37
Figura 17. Mapa de riesgo municipio Villa Nueva.	40
Figura 18. Punto crítico - Camino expuesto	42
Figura 19. Punto crítico - Desbordamiento del cauce	43
Figura 20. Punto crítico - Vía de acceso al municipio	44
Figura 21. Punto crítico - Vivienda expuesta	45
Figura 22. Punto crítico - Camino expuesto	46
Figura 23. Punto crítico - Pozo de agua potable	47
Figura 24. Punto crítico - Vivienda expuesta	48

INDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
Anexo 1. Caudales utilizados para la modelación hidrográfica	52
Anexo 2. Formato de levantamiento de datos-gira de campo	52
Anexo 3. Fichas para la caracterización de la amenaza	53
Anexo 4. Zona de confluencia, sector Jiñocuabo	54
Anexo 5. Presencia de residuos solidos al borde del rio	54
Anexo 6. Presencia de erosión en el borde del cauce del rio	55
Anexo 7. Área susceptible a inundación, sector Jiñocuabo	55
Anexo 8. Vivienda con presencia de socavación en sus bordes por inundaciones	56
Anexo 9. Vivienda asentada al borde del cause del rio, sector Jiñocuabo	56
Anexo 10. Vía de acceso principal al municipio susceptible a inundación	57
Anexo 11. Presencia de erosión en el borde del cauce del rio	57

RESUMEN

El municipio de Villa Nueva es altamente vulnerable ante inundaciones fluviales que afectan recurrentemente y que pueden desencadenar pérdidas de vida y daños materiales. Esta condición de vulnerabilidad se incrementa en la medida que las comunidades se establecen más próximas al río. La investigación se desarrolló con el fin de estimar los niveles de riesgos en los tres sectores: El Jiñocuabo, El Alto y El Granero, identificados como aledaños al río Villa Nueva. Fue necesario estimar la amenaza y la vulnerabilidad; para modelar la amenaza se aplicó la metodología de análisis de riesgo por inundaciones fluviales INETER-COSUDE, que consiste en aplicar un modelo que utiliza ecuaciones diferenciales del tipo determinístico y que permite pronosticar la dinámica de los niveles de agua por eventos hidrometeorológicos extremos, utilizando caudales máximos. La vulnerabilidad se estimó a partir de información levantada en campo por cada uno de los subescenarios como son: estructura, infraestructura, físico, institucional, socioeconómico y ambiental. Los tres sectores resultaron con categorías de alto, medio y bajo de riesgo, con la diferenciación en áreas de influencia por cada una de las categorías, siendo El Jiñocuabo el que posee mayor área de riesgo alto y moderado con 70 ha, seguido de El Alto con 52 ha. En suma, el área total con niveles diferenciados de riesgo es de 182 ha, pero la categoría de riesgo moderado es la que cubre mayor área con 77 ha, esto en relación con el área total de estudio. El hecho de presentarse niveles de riesgo diferenciados en las áreas urbanas próximas al Río Villa Nueva, se encontraron niveles de riesgos diferenciados, sugiere orientar las actividades diferenciadas y graduales por parte de las autoridades municipales en materia de gestión de riesgos ante la amenaza por inundación fluvial.

Palabras claves:

Inundación Fluvial, Vulnerabilidad, Amenaza, Riesgo, Villa Nueva, Ecuaciones Diferenciales

ABSTRACT

The municipality of Villa Nueva is highly vulnerable to fluvial floods that affect it recurrently and that can trigger loss of life and material damage. This condition of vulnerability increases as the communities settle closer to the river. The research was carried out in order to estimate the risk levels in the three sectors: El Jiñocuabo, El Alto and El Granero, identified as bordering the Villa Nueva river. It was necessary to estimate the threat and vulnerability; To model the threat, the INETER-COSUDE fluvial flood risk analysis methodology was applied, which consists of applying a model that uses differential equations of the deterministic type and that allows forecasting the dynamics of water levels due to extreme hydrometeorological events, using flows highs. Vulnerability was estimated from information collected in the field for each of the sub-scenarios such as: structure, infrastructure, physical, institutional, socioeconomic and environmental. The three sectors resulted in categories of high, medium and low risk, with differentiation in areas of influence for each of the categories, with El Jiñocuabo having the largest area of high and moderate risk with 70 ha, followed by El Alto. with 52 ha. In short, the total area with differentiated risk levels is 182 ha, but the moderate risk category is the one that covers the largest area with 77 ha, this in relation to the total study area. The fact that there are differentiated risk levels in the urban areas close to the Villa Nueva River, differentiated risk levels were found, suggests guiding the differentiated and gradual activities by the municipal authorities in terms of risk management in the face of the threat of fluvial flooding.

Keywords:

River Flood, Vulnerability, Threat, Risk, Villa Nueva, Differential Equations

I. INTRODUCCIÓN

Según el Índice de Riesgo Climático Global (IRC) de Germanwatch 2019, de los diez países más afectados (1998–2017), ocho son países en vías de desarrollo y Nicaragua ocupa el IV lugar en condición de vulnerabilidad debido a su posición geográfica, ya que presenta mayor exposición ante la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos, dando origen a diferentes situaciones de desastres que impactan la calidad de vida de las comunidades.

Estos desastres afectan de manera directa los subescenarios físicos, ambientales, sociales, económicos y tecnológicos; todos indispensables para el buen funcionamiento y desarrollo de las comunidades. Ante la manifestación de estas situaciones la vulnerabilidad se incrementa cada día más acortando los tiempos de recuperación por la recurrencia seguida de eventos; por tanto, las comunidades se ocupan más en fortalecer la capacidad de respuesta que en aunar esfuerzos por ser más resilientes.

Según datos de la United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO, 2002), de los desastres que se presentan en el orden relacionados con el agua, el 50% corresponde a inundaciones, por encima de hambrunas, sequías y epidemias.

Las consecuencias históricas de los desastres y los registros por pérdidas de vidas humanas y materiales asociadas a impactos acumulados espacial y temporalmente por eventos hidrometeorológicos y climáticos, colocan a Nicaragua dentro de los primeros países de América Latina y el Caribe, y con las mayores manifestaciones intensivas del riesgo. Así lo sustenta el reporte presentado por UNISDR en septiembre de este año 2013 “Impacto de los desastres en América Latina y el Caribe, 1990-2011” (SINAPRED, 2013).

Las afectaciones en el país por los eventos extremos se manifiestan en todos los municipios, siendo Villa Nueva uno de los más expuestos, por sus características geográficas y biofísicas, con especial énfasis en sus suelos de textura muy pesada (vertisoles); por lo cual, se vuelven muy susceptible a la saturación de agua con facilidad y esto exacerba las probabilidades de inundaciones a que provocan afectaciones diferenciadas por cada subescenarios.

El incremento de asentamientos humanos ubicados a orillas del río ha permitido el desarrollo de actividades que han reducido las áreas de protección ambiental, y por consiguiente, ha favorecido

el incremento de la vulnerabilidad (exposición) que ante la inminente amenaza de las inundaciones fluviales originan escenarios de riesgos, que representan diferentes niveles de afectaciones posibles. Sumado a la antropización existente, está el cambio climático (eventos hidrometeorológicos extremos), erosión de suelo, la irregularidad del cauce del río, la contaminación por residuos sólidos, deterioro del bosque de galería.

La investigación se desarrolló con el fin de estimar los niveles de riesgos para los sectores El Jiñocuabo, El Alto y El Granero; el estudio contribuye a la generación de información base y esencial para el municipio, ya que brinda elementos fundamentales para la toma de decisiones, y así contribuir a la reducción del riesgo, evitar pérdidas de vidas humanas y posibles daños materiales y medios de vida de los pobladores en las áreas próximas al Río Villa Nueva.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Analizar el riesgo ante la amenaza de inundación fluvial de la población urbana cercana al Río Villa Nueva, en el municipio de Villa Nueva, departamento de Chinandega.

2.2. Objetivo específico

Caracterizar la amenaza a inundación del área urbana próxima al Río de Villa Nueva, mediante una simulación hidrológica HEC-RAS.

Evaluar la vulnerabilidad de seis sub-escenarios de las áreas y elementos expuestos a inundación fluvial consideradas próximas al río.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Marco legislativo relativo a la gestión de riesgos en Nicaragua

En Nicaragua, el huracán Mitch cambió el rumbo de las acciones emprendidas para responder a los desastres, dirigiendo los esfuerzos hacia su prevención. En el marco de una asistencia preparatoria y con el apoyo técnico financiero del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), se diseñó una Estrategia Nacional de Reducción de Riesgos, sustentada en tres pilares fundamentales: (SINAPRED, 2010)

1. Marco Normativo, se crea el Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres, Ley 337 y sus Reglamentos (General, de Asignación de Funciones y del Fondo Nacional para Desastres).

2. Marco Institucional, por Ley del SINAPRED, se crea un Comité Nacional del más alto nivel del Estado, de la Secretaría Ejecutiva por Decreto Presidencial el 5 de mayo del 2000, como la entidad coordinadora, ejecutora y facilitadora del SINAPRED.

3. Marco Programático, se formula un Programa Nacional de Reducción de Riesgos, oficializado por el Gobierno el 19 de mayo de 2000, convertido en la carta orientadora de las acciones de prevención, mitigación y atención de desastres en el país; como base para formular posteriormente la Estrategia del SINAPRED, en febrero de 2001.

La política que da la base fundamental al proceso del Plan Nacional de **Gestión del Riesgo** es la Ley 337, del 2000. Esta crea el Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (SINAPRED) y le mandata elaborar un Plan Nacional. (SINAPRED, 2010)

Entre el Julio de 2003 y mayo del 2005, el instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) y la agencia suiza para el desarrollo y la cooperación (COSUDE), desarrollaron el proyecto llamado “Metodologías para el análisis Local de Amenazas Naturales y Riesgos en Nicaragua”, MET-ALARN.

La Secretaría Ejecutiva del Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (SE – SINAPRED) coordinó un Proyecto de Desarrollo Rural Comunitario para la Reducción de la Vulnerabilidad ante Desastres Naturales en doce comunidades del Municipio de Villanueva, Departamento de Chinandega. (*Magazine_SINAPRED2007.pdf*, s. f.)

3.2. Amenaza

Es la probabilidad de ocurrencia de un evento (sismos, deslizamientos, inundaciones, huracanes, tsunamis, erupciones volcánicas, etc.) potencialmente dañino, caracterizado por una cierta intensidad, dentro de un periodo dado y en un área determinada (INETER-COSUDE, 2005).

3.2.1. Amenazas según su tipología

a) Amenazas de origen natural

Las amenazas naturales se refieren específicamente a todos los fenómenos atmosféricos, hidrológicos, geológicos, que forman parte de la historia y de la coyuntura de la dinámica geológica, geomorfológica, climática y oceánica del planeta, y que, por su ubicación, severidad y frecuencia, tienen el potencial de afectar adversamente al ser humano, a sus estructuras y actividades. (Sánchez Ávila & Sánchez Espinoza, 2010)

b) Amenazas socio-naturales

Son aquellas que se expresan a través de fenómenos que parecen ser productos de la dinámica de la naturaleza, pero que en su ocurrencia o en la agudización de sus efectos, interviene la acción humana. Visto de otra forma, las amenazas socio-naturales pueden definirse como la reacción de la naturaleza frente a la acción humana perjudicial para los ecosistemas. Las expresiones más comunes de las amenazas socio-naturales se encuentran en las inundaciones, deslizamientos, hundimientos, sequías, erosión costera, incendios rurales y agotamiento de acuíferos. (Sánchez Ávila & Sánchez Espinoza, 2010)

c) Amenazas de origen antrópica.

Se trata de las amenazas directamente atribuibles a la acción humana sobre los elementos de la naturaleza (aire, agua y tierra) y sobre la población, que ponen en grave peligro la integridad física y la calidad de vida de las comunidades. (Sánchez Ávila & Sánchez Espinoza, 2010).

3.2.2. Inundaciones

a) Inundaciones Pluviales

Es la que se produce por la acumulación de agua de lluvia en un determinado lugar o área geográfica sin que ese fenómeno coincida necesariamente con el desbordamiento de un cauce fluvial. Este tipo de inundación se genera tras un régimen de precipitaciones intensas o

persistentes, es decir, por la concentración de un elevado volumen de lluvia en un intervalo de tiempo muy breve o por la incidencia de una precipitación moderada y persistente durante un amplio período de tiempo sobre un suelo poco permeable. (INETER-COSUDE, 2005)

b) Inundaciones Fluviales

Son aquellas, causadas por el desbordamiento de los ríos y los arroyos es atribuida al aumento brusco del volumen de agua más allá de lo que un lecho o cauce es capaz de transportar sin desbordarse, durante lo que se denomina como crecida (consecuencia de exceso de lluvias). (INETER-COSUDE, 2005)

Inundaciones según su duración

a) Inundaciones rápidas o dinámicas:

Suele producirse en ríos de montaña o en ríos cuyas cuencas vertientes presentan fuertes pendientes, por efecto de lluvias intensas. Las crecidas son repentinas y de corta duración. Son éstas las que suelen producir los mayores estragos en la población, sobre todo porque el tiempo de reacción es prácticamente nulo. (INETER-COSUDE, 2005).

b) Inundaciones lentas o estáticas:

Se produce cuando lluvias persistentes y generalizadas, producen un aumento paulatino del caudal del río hasta superar su capacidad máxima de transporte. Entonces el río se sale de su cauce, inundando áreas planas cercanas al mismo. Las zonas que periódicamente suelen quedar inundadas se denominan Llanuras de Inundación. (INETER-COSUDE, 2005)

Métodos para la estimación de inundación fluvial

Descriptivo

Se realiza a través de inventarios de fenómenos realizados de forma participativa con las municipalidades, los líderes comunales y la población; observaciones y mediciones de campo, la identificación de áreas críticas y huella máxima de inundación de algún evento meteorológico extremo, análisis y revisión de información científica disponible (mapas, fotos aéreas, informes, etc), con el fin de conocer la probable ubicación y severidad de los fenómenos naturales peligrosos, así como la probabilidad de que ocurran en un tiempo y área específica.

Modelos matemáticos

Se realizan a través de las variables de profundidad y velocidad del flujo del agua, cuando se obtienen estos datos la amenaza se calcula a través de la multiplicación entre las variables, en el cual como resultado se obtienen las dimensiones de las zonas susceptibles a inundación correspondiente para cada categoría.

3.3. Vulnerabilidad

Desde el punto de vista general, puede definirse como la probabilidad de que una comunidad, expuesta a una amenaza natural, según el grado de fragilidad de sus elementos (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta, desarrollo político-institucional y otros), pueda sufrir daños humanos y materiales. La magnitud de esos daños, a su vez, también está relacionada con el grado de vulnerabilidad. (CEPAL, 2000).

Método descriptivo para el levantamiento de información relativa a la vulnerabilidad

Este método se basa en el inventario de elementos expuestos en los sitios recorridos, recolección de testimonios de los pobladores y otros actores claves, observación durante el recorrido por la comunidad, levantamiento de información en sitios identificados como críticos, automepeo y el análisis de mapas topográficos. (Sánchez Ávila & Sánchez Espinoza, 2010)

Factores de vulnerabilidad

Factor de Vulnerabilidad Estructura

Tiene que ver con la accesibilidad y existencia de estructuras de servicios de salud y educación.

Factor de Vulnerabilidad Infraestructural

Se trata de documentar las vías de acceso, sean trochas, carreteras, su accesibilidad, estado (macadán, adoquinado, pavimentado) hay beneficios o perjuicios a la comunidad por su estado, condición u ocupación física. (SINAPRED, 2013)

Factor de Vulnerabilidad Física

Aquí se debe abordar y documentar el estado de las viviendas, número y tipología constructivas sea: mampostería, ladrillo, cuarterón, madera, taquezal y adobe. (SINAPRED, 2013)

Factor de Vulnerabilidad Institucional

Serán sus indicadores la presencia o ausencia de planes de respuesta locales, y la realización de ejercicios de gabinete y simulacros ante desastres. (SINAPRED, 2013)

Factor de Vulnerabilidad Socioeconómico

Aquí se abordarán los factores sociales de vulnerabilidad, relacionados principalmente a la capacidad de recuperación del proceso de rehabilitación y reconstrucción de las poblaciones afectadas por situaciones de desastres, esto está ligado a los niveles de pobreza presentes en el territorio. Otro aspecto de la vulnerabilidad social será la densidad territorial, que hace un territorio más vulnerable en términos cuantitativos, al tener una mayor densidad, o sea mayor número de habitantes en potencial riesgo. (SINAPRED, 2013)

Factor de Vulnerabilidad Ambiental

Análisis del suelo y sus potencialidades contra su uso, contaminación, deterioro, degradación, contaminación, problemática evidente de agua y saneamiento, mal manejo de los desechos, erosión visible del suelo y evidenciada a través de los bajos rendimientos productivos. (SINAPRED, 2013)

3.4. Riesgo

Es la probabilidad de que se produzcan pérdidas socioeconómicas en un determinado momento y en un área del territorio determinada, a causa de una amenaza. Se obtiene de relacionar la amenaza con la vulnerabilidad de los elementos expuestos. (INETER-COSUDE, 2005)

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Características del área de estudio.

4.1.1 Ubicación del área de estudio

El municipio de Villanueva se ubica en la región biofísica de la depresión nicaragüense, formando parte de una extensa planicie comprendida entre el extremo noreste del complejo de San Cristóbal-Casita y el pie de monte de las montañas del municipio de Cinco Pinos; entre las coordenadas 12° 58' 48" de latitud Norte y 86° 49' 55" de longitud Oeste, con una extensión territorial de 779. 88 km². Se encuentra localizado a 186 km de Managua.

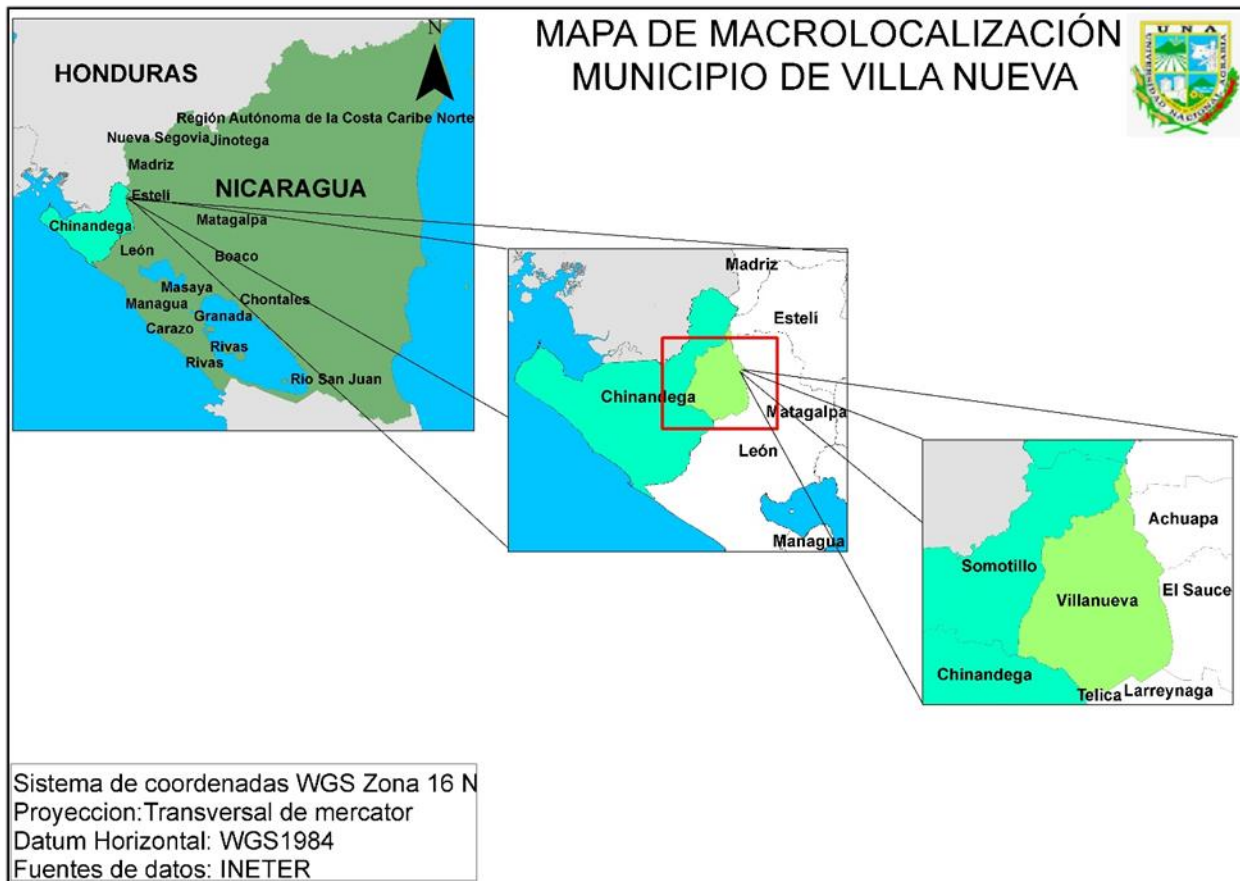


Figura 1. Mapa de Macrolocalización del municipio de Villa Nueva.

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2 Geología

El área de estudio comprende una secuencia de rocas volcánicas de composición básicas a ácidas, las cuales pertenecen al grupo Coyol de edad Terciaria cuyo rango vario del Mioceno al Plioceno. A continuación, se describen las unidades lito estratigráficas, desde la más antigua a la más reciente; (Material aluvial, Unidad de basalto y andesitas, Arena; graba y arcilla, Aglomerado y andesita).

La geología correspondiente al área urbana del municipio está compuesta de material aluvial. Los suelos son producto del material transportado o depositado en las zonas planas y semi planas del municipio, y se caracterizan por ser suelos recientes o de reciente deposición y con drenaje pobre, por lo general. Este tipo de composición geológica favorece las inundaciones en las zonas bajas del municipio, debido a que son susceptible a ser erosionados por las escorrentías, permitiendo así que el cauce del rio se sedimente y disminuya su capacidad hidráulica para conducir y evacuar de manera oportuna las avenidas máximas de agua. A ello sea agrega la formación continua y cercana de meandros lo que implica el cambio de curso del cauce, favoreciendo el desbordamiento de los taludes del río desencadenando en la ampliación de las llanuras de inundación.

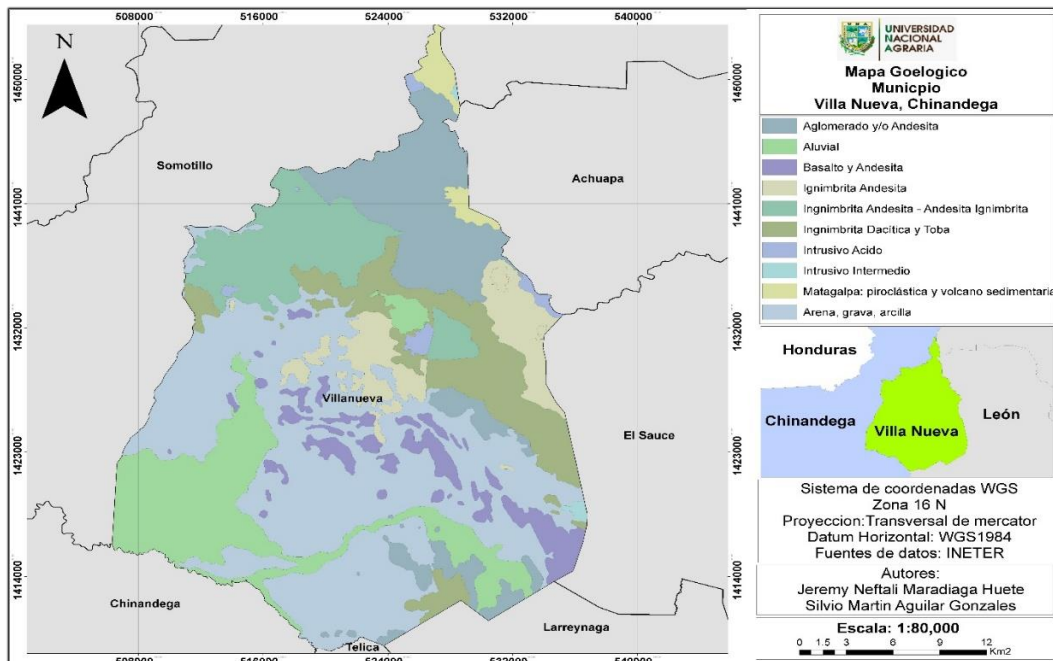


Figura 2. Mapa geológico del municipio de Villa Nueva.

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Uso actual del suelo

El mapa de uso actual del suelo del municipio indica que está ocupado por 12 usos, de los cuales el pasto y bosque latifoliado son los que mayor influencia tienen en el territorio.

El pasto es el uso que mayor presencia tiene, ocupa el 36%, del territorio en el municipio; el segundo uso con mayor influencia es el bosque latifoliado denso, el cual ocupa un 21%, seguido de bosque latifoliado ralo con una ocupación del 12%, plantación forestal con 0.08%, cultivo anual con 3.59%, cultivo permanente 2.7, vegetación arbustiva 7.9%, tacotal 2.5%, suelo sin vegetación 0.34, humedal 3.07% y el agua con un 9.2%, ciudades y poblados 0.4.

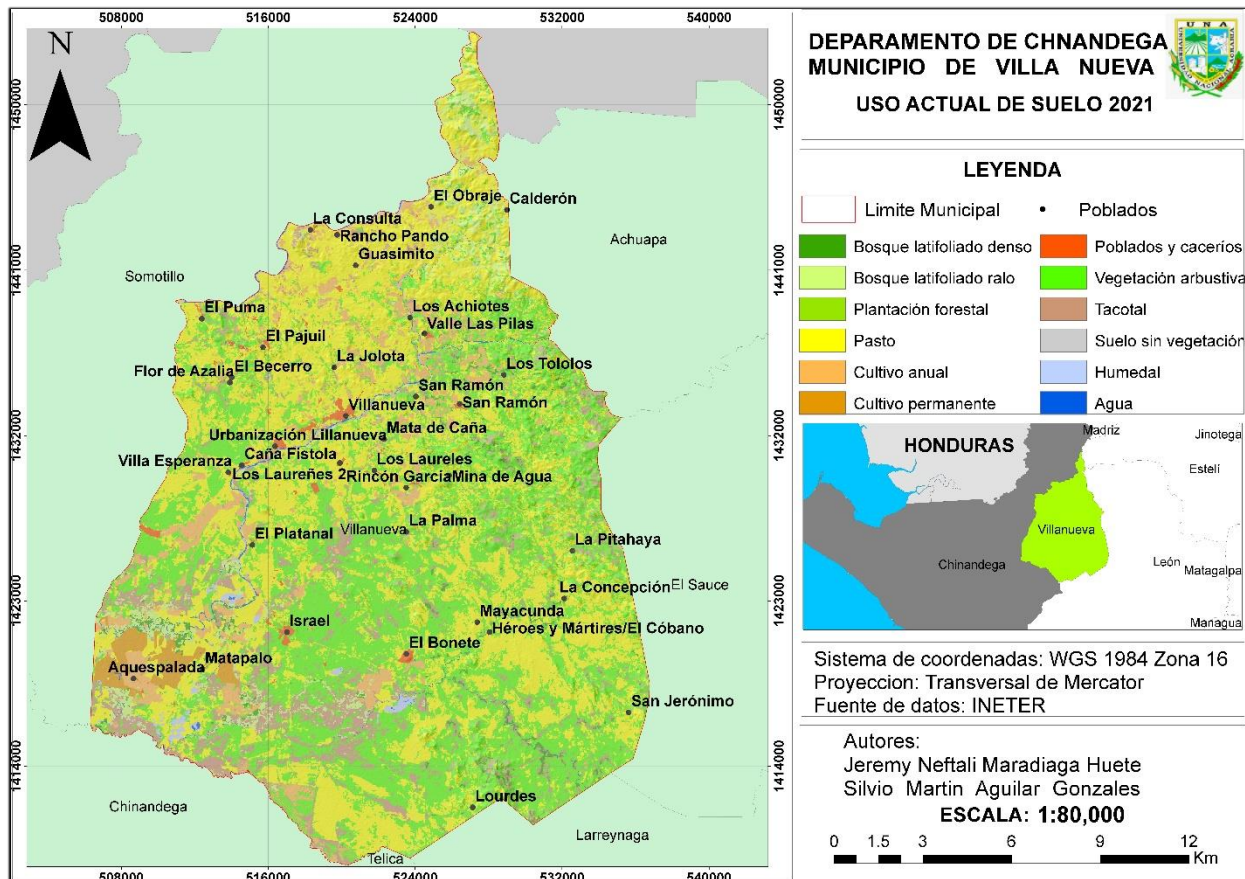


Figura 3. Mapa de uso actual de suelo del municipio de Villa Nueva.

Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Suelos

En el municipio de Villa Nueva existen 4 tipos de órdenes de suelos. Los suelos Molisols ocupan un área de 11706 km²; son suelos superficiales a moderadamente profundos, con epipedón mólico, desarrollados de materiales volcánicos.

Los Entisoles abarcan un área de 7236 km²; son suelos minerales derivados tanto de materiales aluviónicos como residuales, de textura moderadamente gruesa a fina, de topografía variable entre plana a moderadamente empinada.

Los Vertisoles ocupan un área de 4472 km², son suelos formados de materiales sedimentarios compuestos por arcillas expandibles, que se tornan muy plásticos y pegajosos cuando están húmedos, impidiendo que el agua pueda drenarse de forma natural.

Los Alfisoles cubren un área total de 3586 km², estos suelos tienen una saturación de base mayor de 35% y los horizontes subsuperficiales muestran evidencias claras de translocación de arcilla.

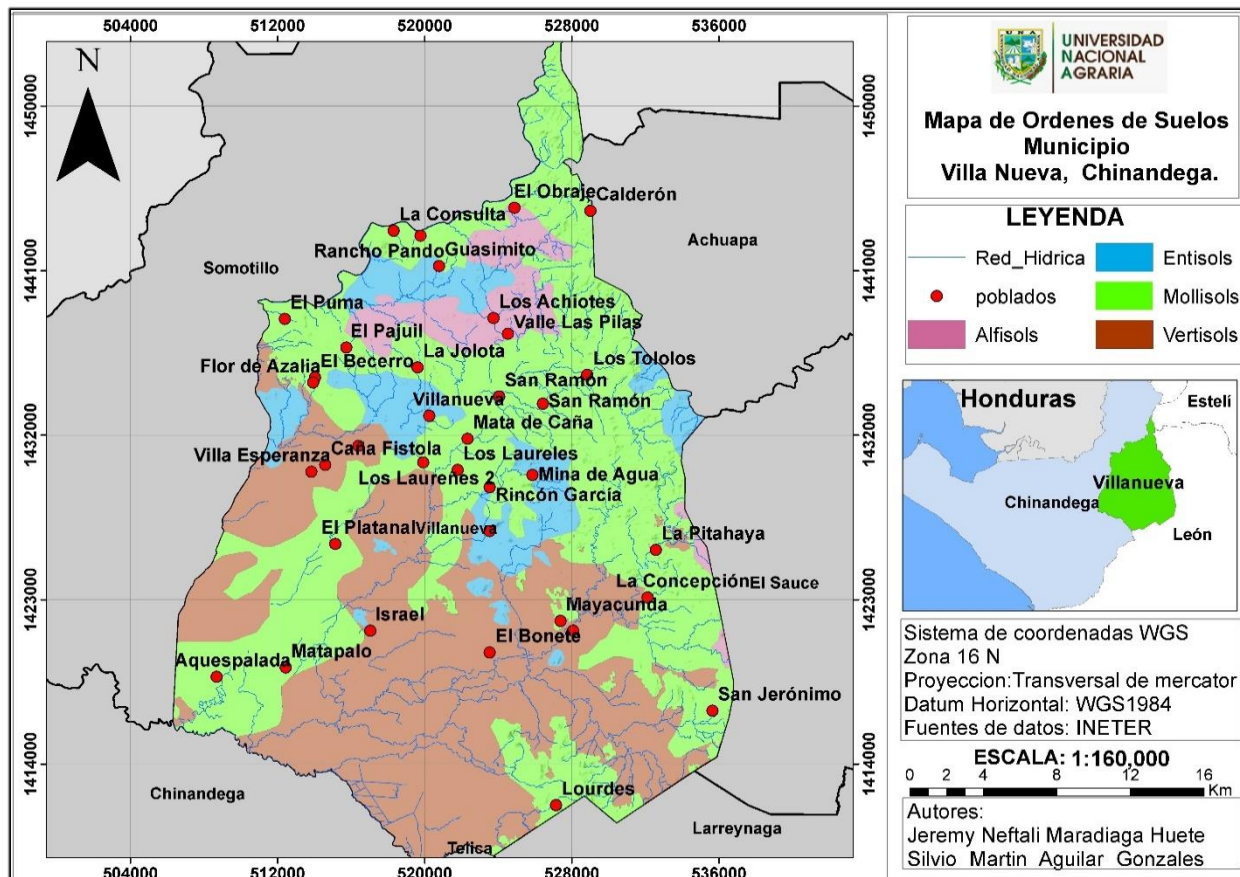


Figura 4. Mapa de suelos del municipio de Villa Nueva.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.5 Pendiente

El municipio puede ser dividido en dos grandes zonas: al norte y este podemos encontrar una topografía irregular con elevaciones hasta de 600 metros sobre el nivel del mar, este sector del municipio representa la zona más alta del territorio donde las pendientes que prevalecen van de 12 hasta 50 %.

En la parte oeste y sur del municipio, se encuentran las zonas más planas del territorio; este sector comprende extensas áreas de llanuras, donde se pueden encontrar pendientes que van de 2 hasta 12%.

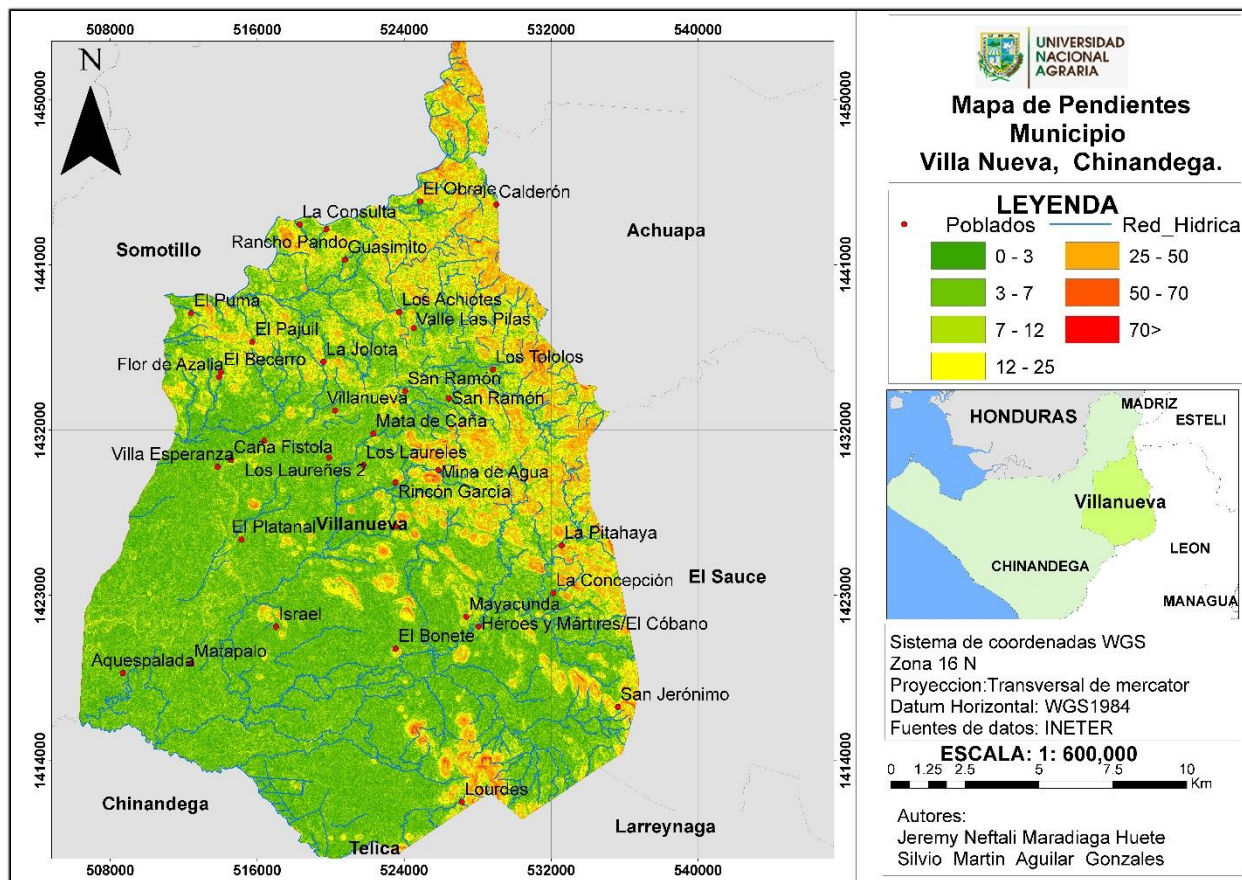


Figura 5. Mapa de pendientes del municipio de Villa Nueva

Fuente: Elaboración propia

4.1.6 Clima

El clima del municipio es tropical seco y cálido, con lluvias aleatorias en verano. Pertenece a la región de occidente el clima Tropical de Sabana que se caracteriza por una marcada estación seca de 4 a 6 meses de duración, confinada de los meses de noviembre a abril. La precipitación varía desde un mínimo de 500 mm hasta un máximo de 2,000 mm.

4.1.7 Hidrología

La Cuenca del Río Villa Nueva es una cuenca de tipo “Exorreica” que ocupa un Área de 79,638.63hectáreas. El río más importante del municipio es El Aquespalapa o Río Villanueva que cruza de noroeste a noreste; su cauce principal tiene una longitud de 60km.

El sistema de la red hídrica de Villanueva está conformado por varios riachuelos que en su mayoría se encuentran gradualmente en un régimen intermitente a perenne, a medida que estos desembocan en el río principal de la cuenca.

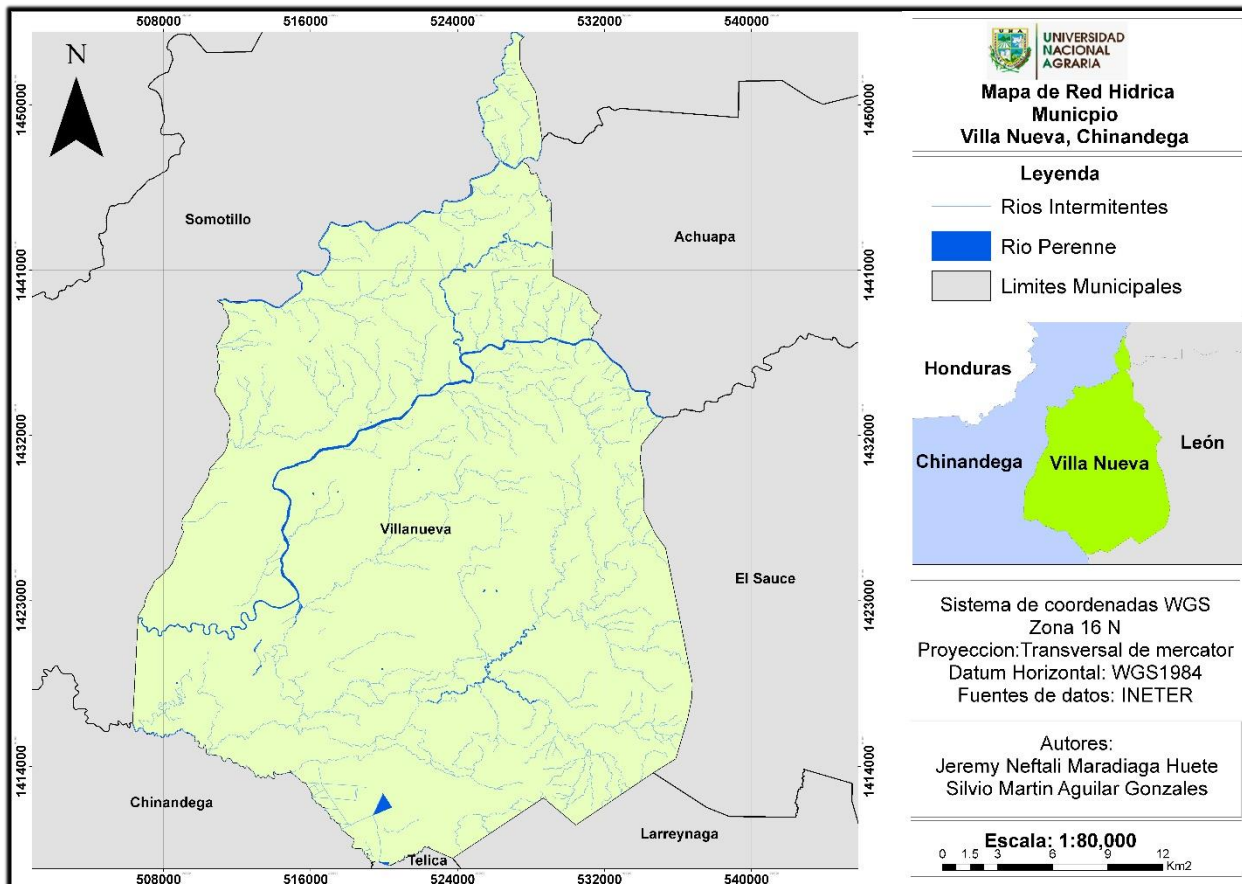


Figura 6. Mapa red hídrica del municipio de Villa Nueva

Fuente: Elaboración propia.

4.1.8 Flora

Existen muchas variedades de árboles latifoliados, representantes de la exuberante flora tropical diezmada en los últimos años por el incontrolable accionar del hombre. El municipio posee aún, 567 hectáreas de bosques abiertos y 3,548 hectáreas de bosques cerrados. Sin embargo, el total de área con vocación forestal es de 22,751 hectáreas, cifra significativamente superior al área actual de bosque, indicativa del proceso de deforestación del municipio. Entre las especies maderables presentes podemos mencionar las siguientes: Quebracho, Genízaro, Nim, Madero Negro, Pintadillo, Laurel, Guayabillo, Acacias, Eucalipto, Cedros, Robles, Caoba. Cabe señalar que algunas de estas variedades maderables, actualmente se encuentran en cantidades muy reducidas, ya que el despale indiscriminado ha diezmado los bosques del municipio. Además, algunas de las especies mencionadas han sido establecidas como parte de un proceso de reforestación.

4.1.9 Fauna

En cuanto a la fauna existen diferentes especies por los grupos de mamíferos, aves, anfibios y reptiles, resaltando entre las especies más representativas por grupo: cusuco, cuerpo espín, conejo, mapachín, venado cola blanca, zorro cola pelada y ardillas; (mamífero) en cuanto a la herpetofauna se encuentran, garrobos, pichetes, lagartijas rayadas, garrobo negro, boa común, cascabel, vejuca amarilla, rana y sapo común. La ornitofauna se representa mayormente por las especies: guis, zopilote, zanate, pijul, guardabarranco, salta piñuela, sensontle, paloma alas blancas, paloma San Nicolas y chichiltote.

4.5.9 Demografía

El municipio de Villa Nueva cuenta con una población total de 27,036 habitantes (Cifras estimadas de población en base al censo 95 del INEC, 2005). La población urbana es de 6,522 habitantes (23.70%) y la población rural de 21,000 habitantes que representa el 76.30% de la población total.

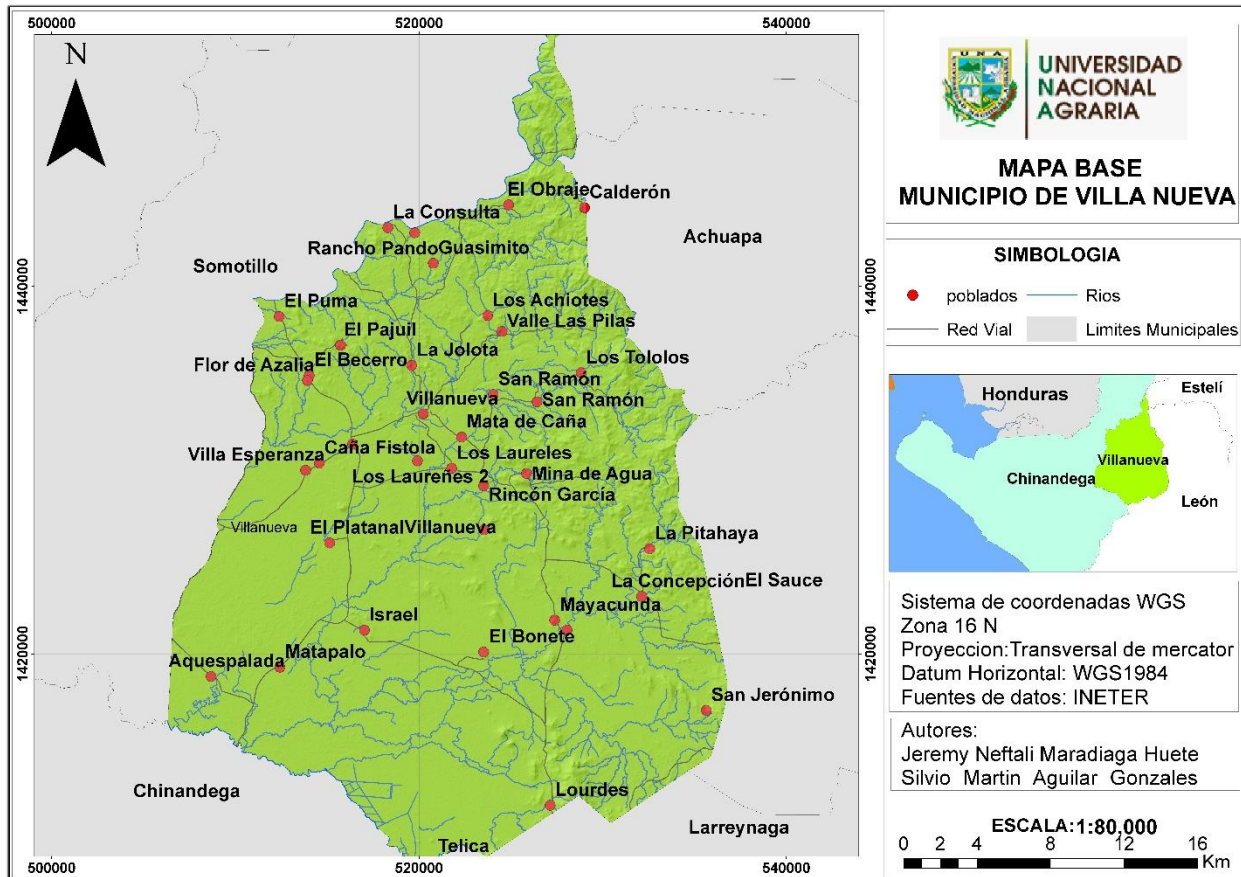


Figura 7. Mapa demográfico del municipio de Villa Nueva

Fuente: Elaboración propia

4.2 Metodología

La metodología utilizada fue desarrollada en tres etapas que son: planificación, campo y gabinete; en cada una de estas etapas se aplicó el procedimiento sugerido en la metodología, con la finalidad de caracterizar las variables que constituyen un riesgo para la población.

4.2.1 Proceso metodológico

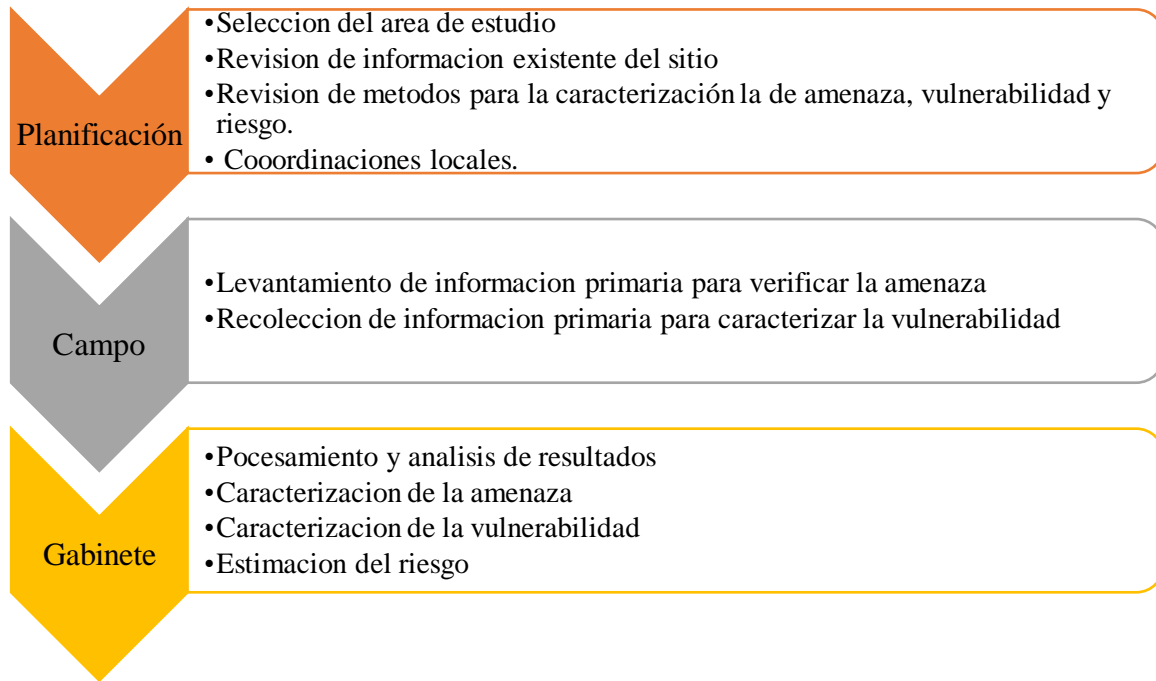


Figura 8. Flujograma de la metodología aplicada.

4.2.1.1 Etapa de planificación:

-La selección del área fue en base a una necesidad de información del municipio Villa Nueva, que brindarían elementos para contribuir a la toma de decisiones, a través de la identificación de sitios críticos, que aporte a la reducción del riesgo a los pobladores de barrios aledaños al cauce del Río Villa Nueva.

-Revisión de la información existente: Para llevar a cabo el estudio fue necesario hacer uso de diferentes capas geoespaciales con información biofísica del área de estudios; así mismo, se hizo revisión de mapas ya implementado en la zona. Adicionalmente, se analizaron los caudales generados por eventos registrados en la cuenca; utilizando los registros hidrométricos de las estaciones ubicadas en Genízaro-Villa Nueva. Para el análisis del riesgo existente fue necesario revisar metodologías aplicadas en el plano nacional entre ellas:

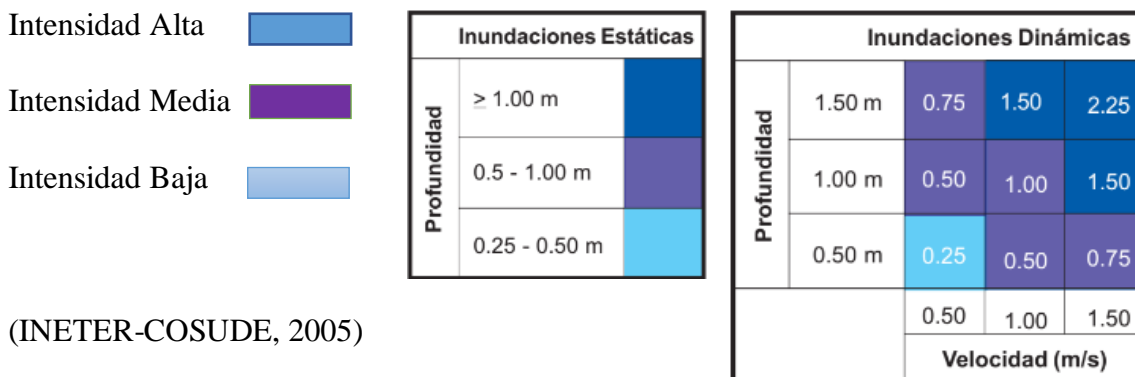
a) Metodología aplicada para la caracterización de la amenaza

Se utilizó el modelo propuesto por INETER/COSUDE, 2013 – 2015, para inundaciones fluviales desarrollado para municipio de Rio Blanco. Este modelo contempla los criterios recomendados para evaluar la intensidad de las inundaciones las cuales son diferentes en dependencia del tipo de inundación. Para inundaciones estáticas se consideró la profundidad o altura del flujo. Mientras que para inundaciones dinámicas se utilizó el producto de la velocidad por la profundidad del flujo (siempre y cuando esta fórmula arroje valores más altos, en términos de intensidad que la anterior).

Los umbrales entre los niveles de intensidad de inundación alta, media y baja fueron definidos considerando la peligrosidad que una determinada columna de agua puede significar para la infraestructura, viviendas y la vida de los pobladores. En la siguiente tabla se presentan los rangos definidos para cada nivel de intensidad para inundaciones.

Niveles de intensidad	Profundidad del flujo (H) (m) (inundaciones estáticas)	Profundidad x vol. del flujo (m ² /s) (inundaciones dinámicas)
Alto	$H \geq 1.0$	$H*V \geq 1.5$
Medio	$0.5 \leq H < 1.0$	$0.5 \leq H*V < 1.5$
Bajo	$0.25 \leq H < 0.5$	$H*V < 0.5$ y $H \geq 0.25$ m

Figura 9. Criterios para calcular inundaciones estáticas y dinámicas.



Las inundaciones de alta intensidad corresponden a aquellas que presentan profundidades de flujo mayores a 1m o el producto resultante de la velocidad por altura ($V*H$) es mayor a 1.5 m²/s. Los daños causados por una inundación de alta intensidad generalmente son altos en pérdidas de vidas y para la economía.

Las inundaciones de media intensidad son aquellas con altura (H) de agua entre 0.5 y 1m o el producto resultante de la velocidad por altura ($V*H$) entre 0.5 y 1.5m² /s. Los daños económicos y a la población son menores que en el caso de la inundación intensa, pero no despreciables.

Las inundaciones de baja intensidad corresponden a aquellas con profundidad del flujo superiores a 0.25m, pero inferiores a los 0.5m, o $V*H$ menor a 0.5 m²/s. Los daños asociados son generalmente leves, no se esperan pérdidas en vidas humanas, aunque sí pueden darse pérdidas en áreas de cultivo y animales.

Diagrama de flujo, Modelamiento hidrológico

Se generó un modelo de elevación digital (DEM), también se utilizaron datos de registro de caudales del río y específicamente de la estación Genizaro. Esta modelación se realizó considerando un periodo de retorno de 10 años.

a) Recolección de la información:

Se utilizaron los datos meteorológicos e hidrométricos en forma de series de tiempo. Esta información está disponible en el INETER, pero no siempre es continua en el tiempo.

Los datos hidrométricos comprenden:

- Caudales diarios, mensuales y anuales.
- Caudales máximos instantáneos anuales.
- Para eventos extremos caudales horarios.

Todos los datos obtenidos en la etapa de recopilación fueron cuidadosamente analizados y procesados de manera adecuada para poder ser incorporados en el modelo matemático. Al finalizar este paso, se consideró si la información existente es suficiente para realizar la modelación hidráulica.

b) Geometría del terreno estimada con el software HEC-RAS.

Los datos geométricos se obtuvieron a través de una sección transversal a lo largo del cauce, el modelo añade también el cálculo de la pendiente de ese tramo, este proceso se realiza a través del Geometric Data que se encuentra en el programa.

c) Registro de caudales Q m³/s

Una vez generada la Geometría del terreno se ingresaron los máximos valores de caudal, obtenidos para un año, los datos de caudales fueron insertados como hidrograma de flujo en la opción de Unsteady Flow Data.

d) Corridas con el modelo.

Una vez definida la geometría del terreno e ingresados los caudales para el tramo, se definieron los niveles de agua en los extremos abiertos del modelo (condiciones de borde), se fijaron los parámetros de control, las condiciones de velocidad y tiempo para las corridas.

Como resultado de la modelación hidráulica se obtienen para las diferentes configuraciones de caudales valores simulados de niveles profundidades de flujo y velocidades de flujo en la sección de cálculo del cauce.

Inundaciones Dinámicas

Para la determinación de las inundaciones dinámica, se partió de los valores de profundidad del cauce (DEM) y las velocidades del flujo del caudal. (INETER) Una vez obtenidos los resultados se clasifico en categorías de alta, media y baja según su intensidad.

Inundaciones Estáticas

Para la estimación de inundaciones estáticas, se tomaron los valores de profundidad que se utilizaron en la simulación de inundaciones en el modelo de HEC-RAS y se exportaron al software ARC-GIS; posteriormente, a los valores de profundidad se le hace una recalificación que contiene un rango determinado de tres categorías clasificados en: baja, madia y alta.

b) Metodología aplicada para la caracterización de la vulnerabilidad.

Se utilizó la metodología descriptiva de ponderaciones, que utiliza el SINAPRED para la estimación de la vulnerabilidad, que es ampliamente utilizada en los planes de gestión de riesgo municipales. Aquí se contempla la identificación y evaluación ponderada del nivel de exposición de los distintos elementos por cada uno de los seis subescenarios; adicionalmente, contempla la caracterización de sitios críticos que gozan de cierta relevancia.

El análisis de la vulnerabilidad se realizó en base a una ponderación resultado de los seis factores dando origen a un **Índice de Vulnerabilidad General (IVG)**, que reflejaron las diferentes realidades de los sectores evaluados. (SINAPRED, 2013)

Características del universo considerado

El universo social de análisis consideró tres sectores del área urbana del municipio, próxima al Río Villa Nueva, sector Jiñocuabo, El Alto y El Granero.

Factores de Vulnerabilidad

La caracterización de la vulnerabilidad se estimó en base a los elementos contenidos por cada uno de los seis subescenarios de los que se levantó la siguiente información insitu:

Estructural:

La información correspondiente a este factor, se recopiló a través de la visita a los elementos estructurales existentes en los sectores El Alto, El Granero y Jiñocuabo, en los cuales se visitaron escuelas, centros de salud, albergues para conocer el nivel de accesibilidad que los pobladores tienen a ellos, en el cual también se visualizó el estado en que se encuentra y su nivel de exposición ante la amenaza de inundación.

Infraestructural:

Se realizó un recorrido por cada uno de los sectores, en los cuales se visualizó la tipología constructiva de las vías de acceso, la información recolectada fue en base al nivel de exposición, donde se identificó si el río penetraba los caminos y la identificación del estado actual, el cual evidencio mediante fotografías.

Física:

La información correspondiente al factor físico, se recopiló a través de la visita a cada una de las viviendas que se encuentran dentro del área de influencia de las inundaciones, los aspectos que se evaluaron son; su tipología constructiva, nivel de resistencia ante la amenaza y el nivel de exposición.

Institucional:

Esto se realizó con Alcaldía del municipio de Villa Nueva, a través de una reunión con el encargado de gestión de Riesgo, con el fin obtener una versión clara de lo que sucede en el municipio al momento en que se presentan inundaciones de alta intensidad y se constató que el municipio cuenta con un plan de respuesta multiamenazas, sin embargo, no se nos facilitó dicha información.

Socioeconómica:

Mediante la aplicación de entrevistas a las personas que habitan en cada uno de los sectores; El Jiñocuabo, El Alto y El Granero, logrando recopilar información relacionada a los principales medios de vida y habitantes por viviendas. La versión obtenida al respecto de los pobladores fue verificada insitu.

Ambiental:

La recolección de información para el factor ambiental, se recopiló mediante un recorrido realizado desde la parte baja del río Villa Nueva correspondiente al sector Jiñocuabo, hasta la zona más alta en el sector El Granero. A medida que se realizó el recorrido, se fue visualizando todos aquellos aspectos anormales en el entorno natural, como la degradación del bosque ripario, la presencia de residuos sólidos cerca del río, acumulación de sedimentos y procesos de socavación en el cauce del río.

Posteriormente cada uno de estos sub-escenarios fueron ponderados en base a las características y realidades propias de cada factor de vulnerabilidad. Los factores analizados se combinaron en un único modelo de ponderación que dio como resultado el **Índice de Vulnerabilidad General (IVG)**, que reflejó las diferentes realidades de los sectores próximos al río Villa Nueva.

Los factores de vulnerabilidad cualitativa se clasificaron según sus grados: alta, entre 0 y 60; media, entre 61 y 120; baja, entre 121 y 180. Posterior a la ponderación de valores por cada uno de los seis factores de vulnerabilidad (A, B, C, D, E; F) se promediaron los valores y ese es el valor del IVG.

Cuadro 1: Índices de Vulnerabilidad General (por cada sector)

Comunidades/Barrio	FV_A	FV_B	FV_C	FV_D	FV_E	FV_F	IVG	RANGO VUL

(SINAPRED, 2013)

A: Factor de Vulnerabilidad Estructura.

B: Factor de Vulnerabilidad Infraestructural.

C: Factor de Vulnerabilidad Física.

D: Factor de Vulnerabilidad Institucional.

E: Factor de Vulnerabilidad Socioeconómico.

F: Factor de Vulnerabilidad Ambiental.

Paso No 2. Mapeo de la Vulnerabilidad

La vulnerabilidad se mapeo, considerando los resultados del índice de vulnerabilidad global (IVG) obtenidos de la suma y promedio de la ponderación de los subescenarios evaluados para cada sector. (Jiñocuabo, El Alto, El Granero) Los valores se obtuvieron a través de una valoración perceptual de los elementos expuestos y corroborada por parte de los pobladores.

La caracterización de sitios críticos contemplo los siguientes aspectos:

Cuadro 2. Descripción de sitios críticos

SITIO CRÍTICO N°: <u>COMUNIDAD</u>	
Coordenadas UTM WGS84: X: Y:	
Tipo de amenaza:	
Ubicación:	
Descripción:	
Grado de amenaza: Alta.	
Grado de vulnerabilidad.	
Nivel de Riesgo:	
Efectos previsibles:	
Elementos expuestos:	

(SINAPRED, 2013)

c) Metodología para la estimación del riesgo.

La estimación del riesgo se realizó a través del siguiente procedimiento; una vez caracterizada la amenaza y vulnerabilidad global por sector se procedió a la estimación del nivel de riesgo para cada sitio, para ello se utilizó el formato de la tabla No 2, que establece que el riesgo es igual a: la amenaza * vulnerabilidad, resultando que el nivel de riesgo obtenido por sector es proporcional al valor de ambas variables.

Cuadro 3. Tabla conclusiva para la estimación del nivel riesgo.

Barrio/ Comunidad	Amenaza	Ubicación específica	Efectos previsibles	Elementos Expuestos						Tipo de amenaza	Recurrencia	Nivel de Amenaza ⁴	IVG ⁵	Nivel de Riesgo ⁶
				Infraestructura	Agropecuaria	Viviendas		Población						
						Directa	Indirecta	Directa	Indirecta					

Amenaza Alta* IGV Alto= Riesgo Alto

Amenaza Media* IGV Alto= Riesgo Alto

Amenaza Media* IGV Bajo = Riesgo bajo

Amenaza Baja* IGV Medio= Riesgo Medio

Amenaza Baja* IGV Baja= Riesgo Bajo

Elaboración del Mapa del Riesgo de inundación fluvial

Una vez obtenido el mapa de amenaza y el de vulnerabilidad se realizó una unión entre las dos capas vectoriales, a través de los criterios para estimar el riesgo que se encuentra en la tabla No 2. Se realizó la multiplicación entre las categorías correspondientes al nivel de amenaza y la de vulnerabilidad; como resultado de la multiplicación entre las variables, se logró obtener las áreas que se encuentran en riesgo bajo, medio y alto.

b) Etapa de campo

En este momento se recolecto la información primaria que corrobora la caracterización de la amenaza mediante el modelo que se generó a partir de la recolección de información secundaria (levantamiento topográfico, registros de caudales m³/s). También se realizó el levantamiento de información referente a la vulnerabilidad por cada uno de los seis subescenarios. Los cuales fueron evaluados a través la observación directa en el sitio y la aplicación de herramientas como encuestas, formatos para el levantamiento de datos.

Etapa de gabinete

Caracterización de la amenaza

Se realizó el modelamiento hidrológico utilizando el software HEC-RAS, a través del que se caracterizó la amenaza, este resultado se complementó con la verificación en campo de la información provisionada por el modelo.

El modelo contempló la generación de shape file de: geometría del terreno, valores de rugosidad del terreno para ello se cargó la capa de uso de suelos del municipio al HEC-RAS y posteriormente se agregaron las condiciones de frontera, este proceso permitió ordenar al programa por donde entra el flujo del agua y cuál es la dirección de salida del flujo.

La caracterización de la amenaza surge de la determinación de la inundación dinámica y estática, para lo cual, se hicieron capas de profundidad del cauce y de la velocidad del flujo del agua; ambas capas correspondientes al área de estudio. La modelación de la inundación dinámica contempló las variables profundidad y velocidad y en cuanto a la inundación estática se utilizó solamente la profundidad del cauce ya que así lo establece la metodología de INETER-COSUDE.

Caracterización de la vulnerabilidad

A partir de la información recolectada, se realizó el análisis e interpretación de cada uno de los factores de vulnerabilidad, y a partir de cada uno de los elementos expuestos existentes en el sitio, se realizó el mapa de vulnerabilidad, utilizando el software de ARC-GIS, donde se realizó un buffer al río Villa Nueva, tomando en cuenta las distancias donde la población está expuesta en una intensidad alta, mediana y baja.

Estimación del riesgo

El análisis del riesgo se estimó, multiplicando la amenaza * la vulnerabilidad el cual se mapeó utilizando el programa ARC-GIS, sobreponiendo capas de la amenaza y la vulnerabilidad generadas previamente; una vez que se unieron las capas se creó un campo en la tabla de atributos en donde se realizó la multiplicación de las variables las cuales definieron las categorías del riesgo por área. (bajo, medio y alto)

A partir de la información generada en el mapa temático, se describió el total de viviendas expuestas, medios de vida afectados y la cantidad de área diferenciada de riesgo.

4.3 Flujograma del modelo para estimar el riesgo

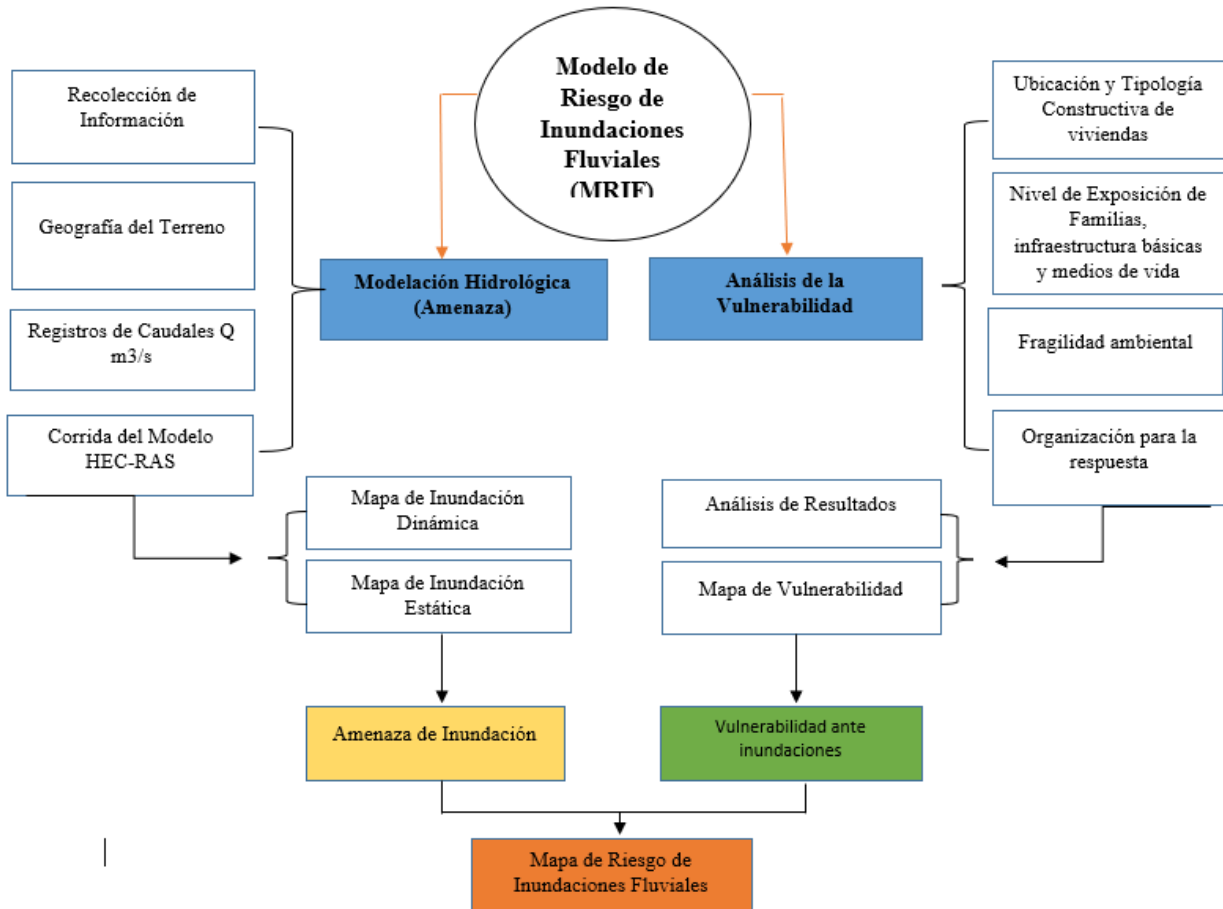


Figura 10. Flujograma del modelo para estimar el riesgo

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Materiales

Etapas	Equipo o Herramienta	Uso
Planificación	Computadora	Se utilizó para hacer revisiones de literatura y para redacción de la tesis.
	Libreta	Se utilizó para anotar ideas y proceso que se implementaron en el trabajo.
	Libros	Realización de consultas
Campo	GPS	Esta herramienta se utilizó para la georreferenciación de los elementos expuestos en el área de estudio.
	Libreta de campo	Se utilizó para anotar los principales hallazgos en el sitio.
	Cámara fotográfica	Se utilizó para evidenciar los hallazgos
Gabinete	Software HEC-RAS	Se utilizó para realizar las modelaciones hidráulicas en el cauce del río.
	ARC-GIS	Esta herramienta se utilizó para elaborar los mapas temáticos del área de estudio.
	Computadora	Se utilizó para procesar y describir cada uno de los resultados obtenidos.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Caracterización de la amenaza a inundación

El Modelamiento Hidrológico con HEC-RAS nos permitió identificar las zonas más afectadas por las inundaciones fluviales, siendo la parte más baja la que registro mayores áreas inundables; esto corresponde al sector del Jiñocuabo.

Diferenciación de las secciones transversales

La llanura de inundación fluvial provoca su más alto impacto negativo en la parte baja del área en estudio (noreste); éstas crecidas alcanzan alturas mayores a 2 m y anchos de secciones transversales de hasta 342 m. Esto nos muestra el potencial destructivo que genera la inundación, con movimientos turbulentos de agua y flujos laminares de mayor fuerza y capacidad erosiva que desborda los taludes del río. El daño físico al cauce provoca una extensión de éste y se incrementa a medida que alcanza pendientes bajas en el municipio (Perfil zona meandro sector Jiñocuabo). Los factores más relevantes en el comportamiento de la erosión y el desbordamiento del río son: las características topográficas, los depósitos aluviales, la confluencia de dos corrientes en las áreas bajas, incremento de la sección transversal del río cercana a un meandro, uso mayormente agropecuario del suelo sin obras de CSA; esto en suma origina áreas cubiertas por aguas lenticas y loticas que generan inundaciones estáticas y dinámicas.

Las gráficas hacen referencia al perfil transversal del cauce del río Villa Nueva y representa la elevación de la lámina de agua después de la ocurrencia de una lluvia torrencial simulado a lo largo del cauce hacia aguas abajo.

Perfil transversal1.

La grafica que se presenta a continuación en la figura 11, fue trazado sobre la zona de confluencia que existe entre el afluente de menor caudal y el rio Villa Nueva. El cual a través de la modelación hidrológica para un evento extremo que se registró el día 12 del mes de octubre del 2007, se presentaron caudales mayores a 500 m³/s. Donde se puede apreciar como el nivel del agua alcanzo alturas superiores a los 2 pies en base al nivel del borde del rio, generando inundaciones estáticas y dinámicas en el sector El Jiñocuabo.

Este comportamiento de inundaciones en la parte baja, se debe a que en este sector hay varios elementos que condicionan el estancamiento del flujo del agua, tales como la presencia de un

meandro, la fuerza turbulenta de las corrientes del río Villanueva, la cual condiciona que el flujo del agua del afluente permanezca estático esto debido también a su poca capacidad hidráulica que tiene el cauce para evacuar el agua proveniente de las partes más altas del municipio.

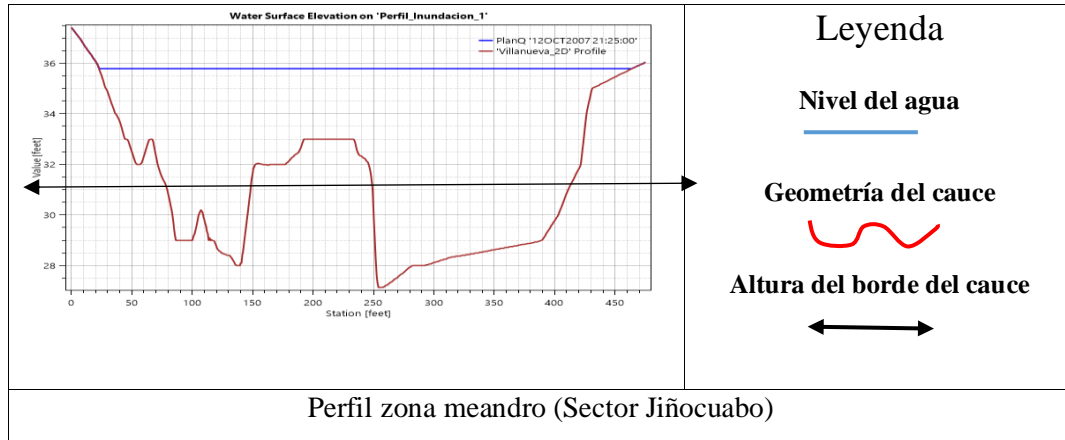


Figura 11. Perfiles transversales de modelación hidráulica Fuente: Elaboración propia

Perfil trasversal 2.

El segundo perfil se trazó en la zona noroeste a 332 m de distancia del primer perfil. En la gráfica se puede apreciar que la elevación del flujo del agua a partir del borde del cauce del río es menor en comparación con el primer perfil, alcanzando alturas mayores a un pie, debido a que la pendiente en ese sector es más alta, sin embargo, los niveles de afectación son de consideración importante, ya que el fujo del agua se extiende a zonas pobladas y vías de acceso hacia el municipio.

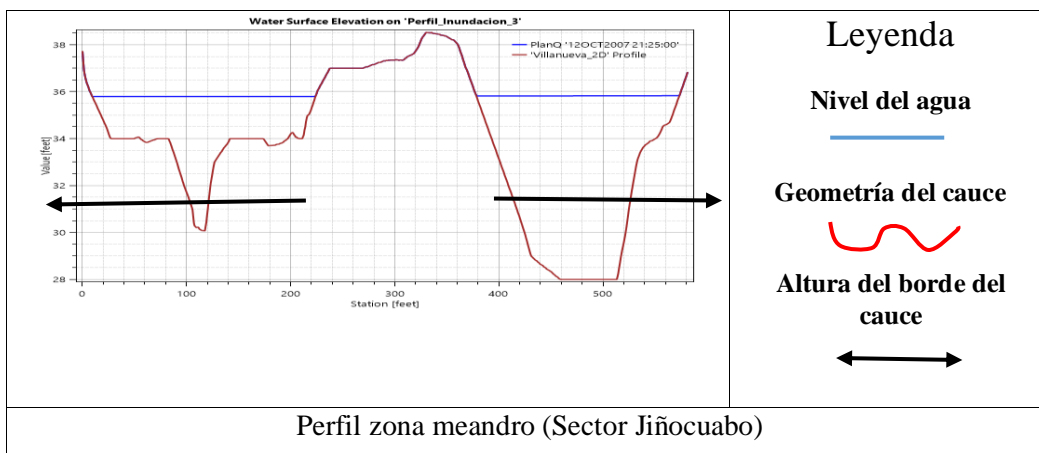


Figura 12. Perfil trasversal de modelación hidráulica – parte alta Fuente: Elaboración propia

5.2 Inundaciones Dinámicas

Considerando los criterios sugeridos por el método INETER-COSUDE, se aprecia que la distribución de la mancha de inundación en el recorrido del río adquiere tres intensidades, siendo el centro del cauce principal el de mayor intensidad; esto se debe a que es el área donde hay mayor profundidad, alcanzando hasta 2 metros de altura, y una velocidad del flujo del agua mayor a los 2.25 m²/s.

A medida que el flujo del agua llega hasta las zonas bajas del municipio se puede apreciar una distribución en la mancha de inundación dinámica que se incrementa hacia los laterales a partir de la convergencia del afluente con el cauce principal; esto implica su desbordamiento y la salida del agua cobrando nuevas llanuras de inundaciones, que es donde se ubican áreas de cultivos y otros medios de vida, incluyendo las viviendas de más de 7 familias que se encuentran asentadas a las orillas del cauce del Río Villa Nueva.

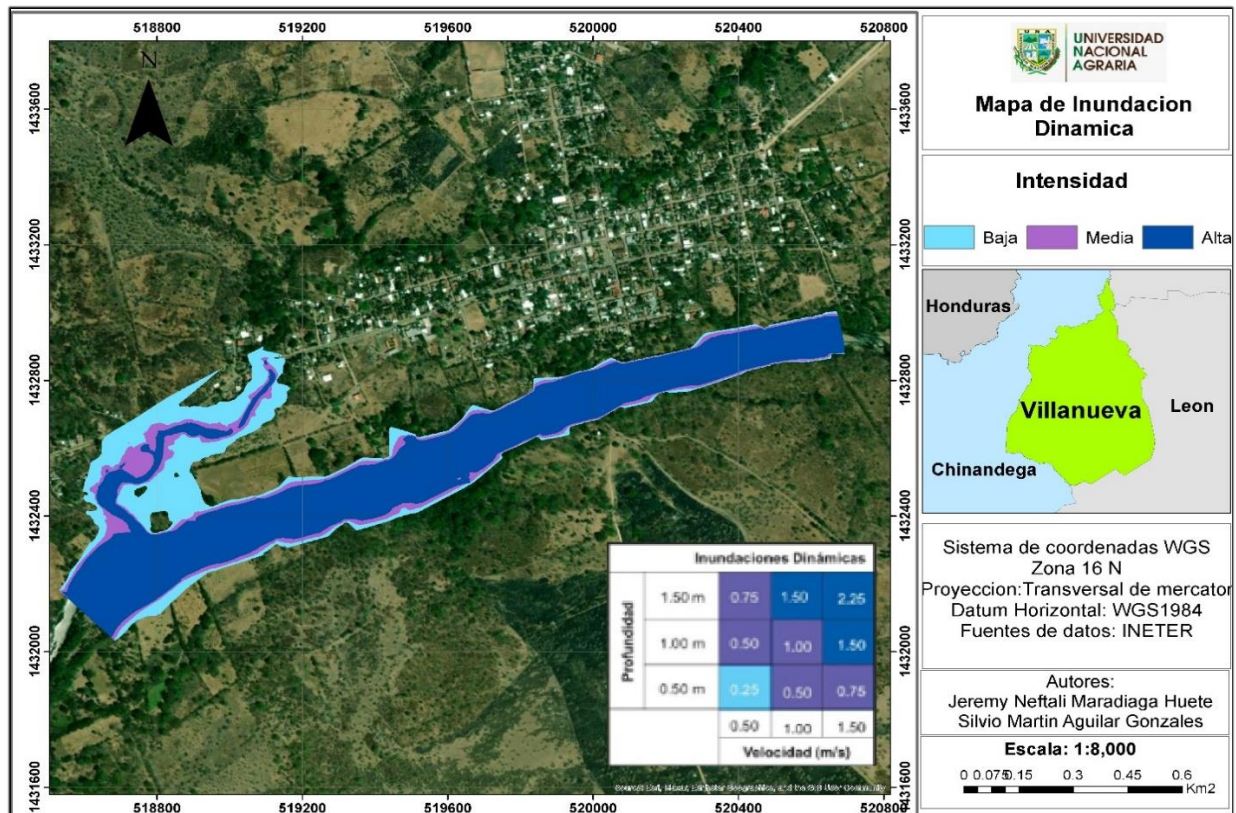


Figura 13. Mapa de inundaciones dinámicas del municipio de Villa Nueva. Fuente: Elaboración propia

5.3 Inundación Estática

A medida que el flujo del agua desciende río abajo, se logra apreciar la dinámica que presentan las inundaciones estáticas, empezando con menor intensidad en la parte alta del municipio (noroeste) pero, a medida que el flujo llega a las zonas planas y bajas del territorio (noreste-Jiñocuabo) se evidencia que la distribución de la mancha de inundación se extiende hacia los laterales incrementando las áreas cubiertas por aguas lenticas.

Las inundaciones en la parte baja están condicionadas por los factores hidro topográficos y de drenaje, en la que se puede constatar que la capacidad hidráulica del cauce para evacuar el flujo del agua no es suficiente, y supera su capacidad de conducción a medida que se aproxima al meandro. La reducción de la profundidad del cauce es producto del arrastre y depósito de los sedimentos que transporta la escorrentía superficial.

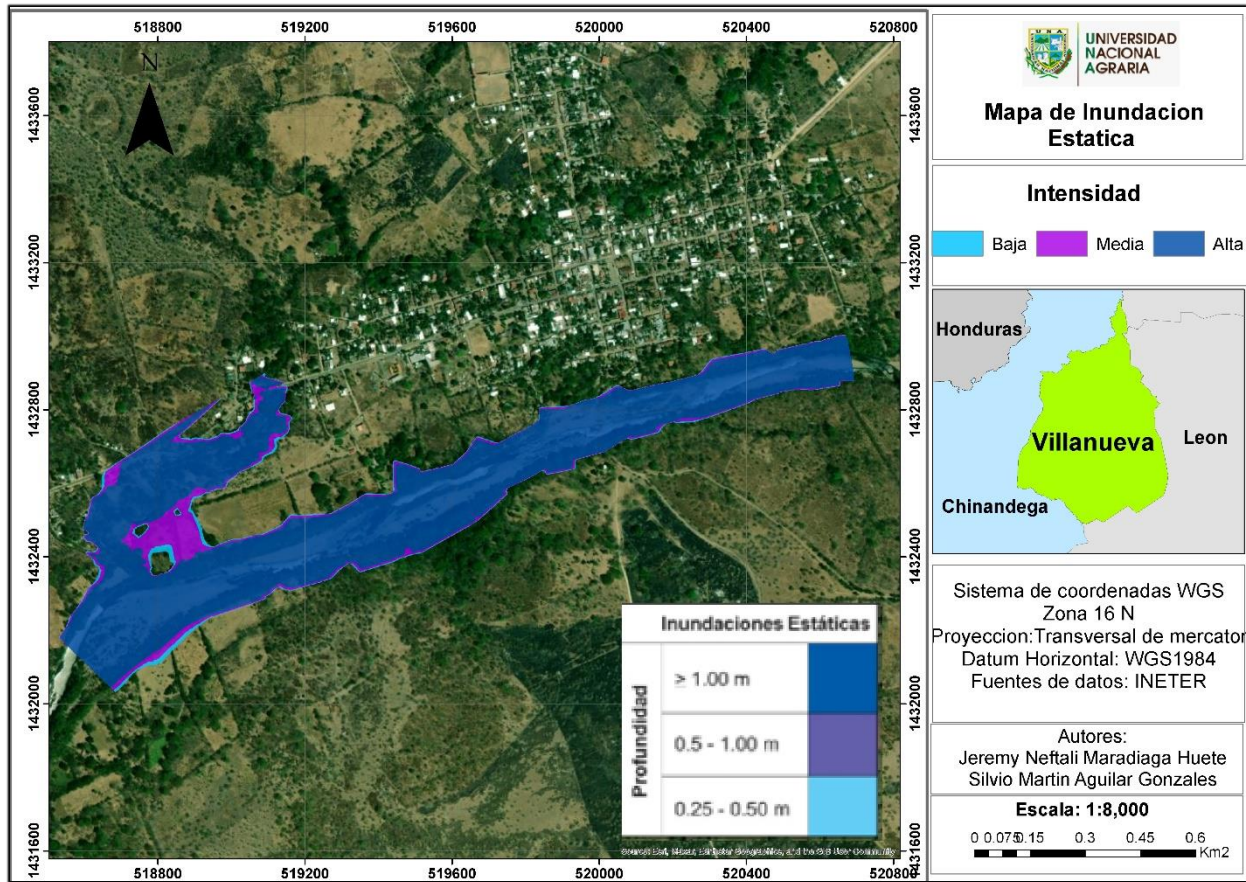


Figura 14. Mapa de inundaciones estáticas del municipio de Villa Nueva. Fuente: Elaboración propia

5.4 Nivel de Amenaza de Inundación Fluvial

El análisis de la amenaza se centró en tres sectores específicos próximos al río: El Jiñocuabo, El Alto y El Granero. En estos tres sectores se registraron las tres intensidades de amenaza, con la salvedad, que el sector de Jiñocuabo es el que posee mayor área con las tres intensidades de la amenaza, (alta, media y baja); sin embargo, la que más resalta en términos de área es la amenaza alta, ya que esta incluye la conducción de agua sobre el cauce principal, zona más baja del río y área de confluencia.

La intensidad de la amenaza para El Alto y El Granero se maneja similar en términos de área cubierta por cada una de las intensidades; para ambos casos es menor a la del sector de Jiñocuabo, pero su consideración en la toma de decisiones debe tenerse por igual, ya que lo que sucede aguas abajo depende de las actividades de aguas arriba.

La zona baja del municipio es caracterizada por ser una zona moderadamente plana lo que permite la ocurrencia con alta intensidad de las inundaciones y eleva la categoría de la amenaza.

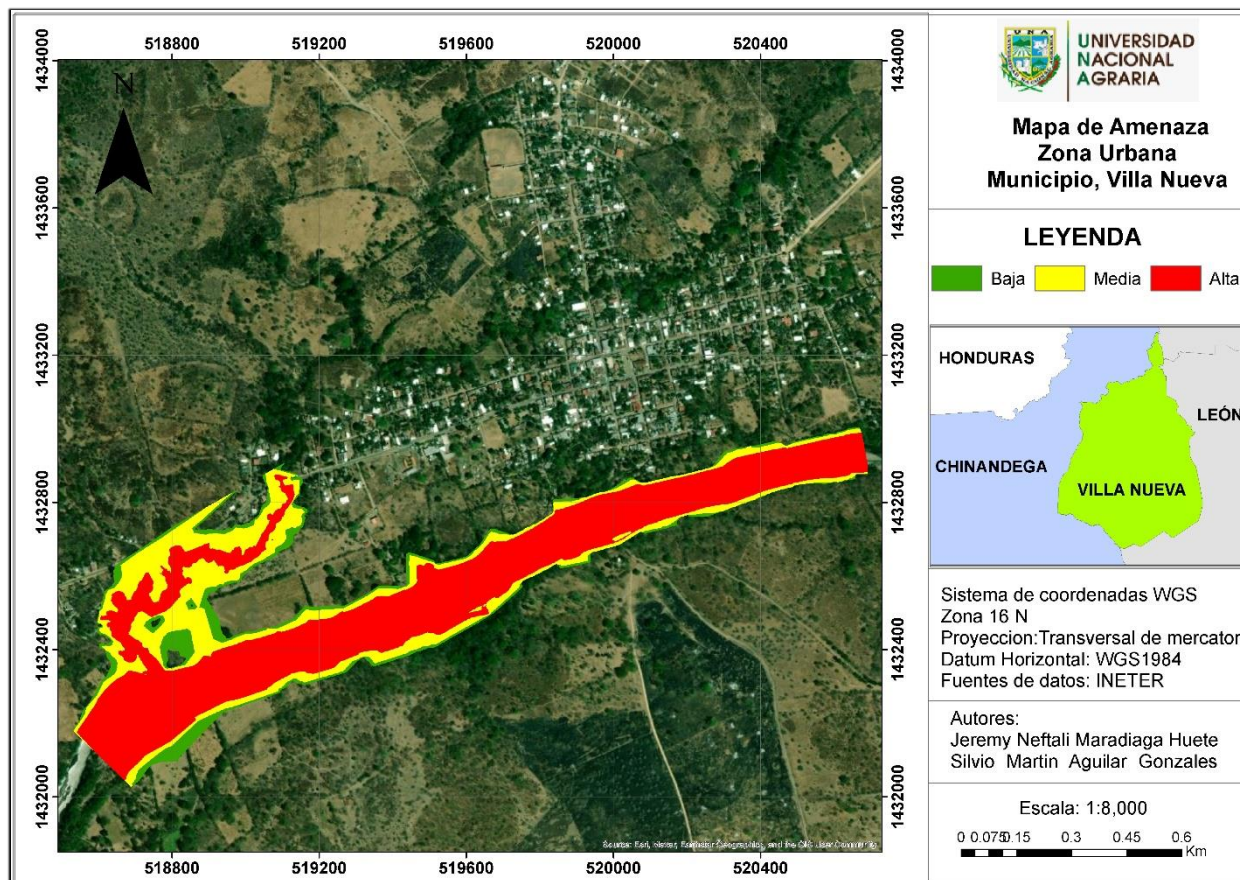


Figura 15. Mapa de Amenazas del municipio de Villa Nueva.

Fuente: Elaboración propia

5.5 Caracterización de la vulnerabilidad

5.5.1 Descripción de vulnerabilidades

Se identificaron similares niveles de vulnerabilidad, en los sectores El Jiñocuabo (1), El Alto (2) y El Granero (3). A través de la evaluación de los factores de vulnerabilidad general por subescenarios se obtuvo la siguiente información:

Factor de Vulnerabilidad Estructura (A)

En el sector El Granero se logró identificar un pozo de agua potable, el cual fue construido a 80 metros de distancia del río; este pozo se encuentra moderadamente vulnerable, ya que, según la información recolectada a través de las entrevistas a los pobladores de ese sector, el pozo se encuentra construido en la mancha de la huella máxima de inundación, considerando como referente al año 1998 cuando el huracán Mitch hizo presencia en el territorio nacional.

Factor de Vulnerabilidad Infraestructural (B)

Las vías de acceso en los sectores del Jiñocuabo, El Alto y El Granero son caminos de macadán (tierra); estos caminos en su mayoría son penetrados por el río y en algunos tramos, estos caminos funcionan como cauce de las escorrentías que provienen de la parte alta del municipio.

Los caminos que conectan estos tres sectores se encuentran altamente deteriorados por las escorrentías superficiales, volviéndolos intransitable al momento de las inundaciones; por tanto, los pobladores de estos sectores quedan atrapados en sus viviendas, reduciendo la posibilidad de buscar lugares de evacuación seguros.

Factor de Vulnerabilidad Física (C)

Las viviendas y medios de vida de 33 familias aledañas al río se encuentran ocupando llanuras de inundación; adicionalmente, las viviendas en su mayoría están construidas con bloques de adobe de poca resistencia y se encontró una casa construida con plástico la cual se encuentra ubicada en el sector del Jiñocuabo.

Factor de Vulnerabilidad Institucional (D):

La Alcaldía del municipio de Villa Nueva cuenta con un Plan de Gestión Integral de Riesgos (PGIR), el cual contiene elementos de prevención, atención y mitigación de los posibles desastres. Sin embargo, las familias que se han visto afectadas por las inundaciones, no tienen conocimiento sobre dicho plan y mencionan que en situaciones de emergencias derivadas de las inundaciones

fluviales nos les han brindado asistencia, tampoco les han brindado otras opciones para habitar, es por eso les ha tocado evacuar por sus propios medios.

La falta de conocimiento de los pobladores sobre cómo actuar ante la amenaza de inundación, los vuelve altamente vulnerable debido a que no tienen idea de la intensidad y magnitud destructiva de las inundaciones, donde pueden desencadenar una serie de procesos (socavación bajo las viviendas, penetración del río a las casas o destrucción de estas). Las personas de estos sectores llegan a actuar hasta que el flujo del agua alcanza niveles altos en donde corren el riesgo de quedar atrapados entre las corrientes del flujo del agua y se les haga difícil evacuar a zonas más segura.

La prevención es un elemento importante para reducción del riesgo ante la amenaza de inundación, ya que permite reducir la vulnerabilidad de las personas. Los sectores El Alto, Jiñocuabo y El Granero aledaños al río deben ser capacitados e incluidos en todas las actividades que permitan reducir los niveles de riesgo y que estos cuenten con la información necesaria, sobre cómo actuar antes, durante y después ante la amenaza de inundación para fortalecer las capacidades de los pobladores.

Factor de Vulnerabilidad Socioeconómico (E):

Las familias que habitan próximas al río, presentan un nivel alto de vulnerabilidad debido a que las familias son numerosas; el número de habitantes por casa es en promedio de 5 personas, y en uno de los casos se logró identificar una casa ubicada en el sector El Granero en la que habitan 14 personas. Las personas económicamente activas de estas familias son los varones adultos y estos trabajan en la construcción, jornaleros. Una pequeña parte se sustenta con lo que logran cosechar en los dos ciclos agrícolas (si las sequías se lo permiten), siendo el cultivo del maíz el principal rubro.

Factor de Vulnerabilidad Ambiental (F):

Existe una alta fragilidad ambiental debido a la presencia de diferentes tipos de residuos sólidos no peligrosos¹ presentes en los cauces afluentes al río; también, se logró observar una avanzada degradación que el bosque de galería, lo que afecta directamente a la fauna que habita propiamente este ecosistema de bosque ripario. Es notorio las huellas de erosión de todo tipo en ambos bordes laterales del cauce del río.

¹ NTON, 05 014-02

La falta de sensibilidad ambiental en las personas que habitan próximas al río es notoria, por la forma en que se comportan al momento de consultarles sobre temas de interés para ellos, tales como el manejo de los desechos, reforestación, tala ilegal, incendios, caza furtiva de animales, entre otros. Ellos aducen que no se les imparten charlas de educación ambiental por parte de ninguna institución.

Índice de Vulnerabilidad General

Analizada la información levantada para los seis subescenarios se combinaron en un único modelo de ponderación que dio como resultado el **Índice de Vulnerabilidad General (IVG)**, que refleja las diferentes realidades de los tres sectores próximos al Río Villa Nueva, las cuales se describen en la tabla 2.

Tabla 2: Índices de Vulnerabilidad General.

Comunidades/Ba rrio	FV_A	FV_B	FV_C	FV_D	FV_E	FV_F	IV G	RANGO VUL
Jiñocuabo	100 (Baja)	40 (Alta)	60 (Media)	30 (Alta)	80 (Media)	40 (Alta)	58	Alta
El Alto	110 (Baja)	40 (Alta)	30 (Alta)	30 (Alta)	60 (Alta)	70 (Media)	56	Alta
El Granero	120 (Media)	50 (Alta)	90 (Media)	30 (Alta)	70 (Media)	60 (Alta)	70	Media

Mapeo de la Vulnerabilidad

Los sectores Jiñocuabo, El Alto y El Granero presentan las tres categorías de vulnerabilidad, y la misma intensidad en cuanto a elementos expuestos y sensibilidad a sufrir daños. El Alto y El Granero poseen áreas e intensidades de vulnerabilidad similares; el Jiñocuabo resultó con mayor área vulnerable, lo que considera mayor exposición de elementos. Sin embargo, las viviendas más vulnerables (Alta) se ubican en El Alto y El Granero debido a su proximidad al río.

Mapa de vulnerabilidad

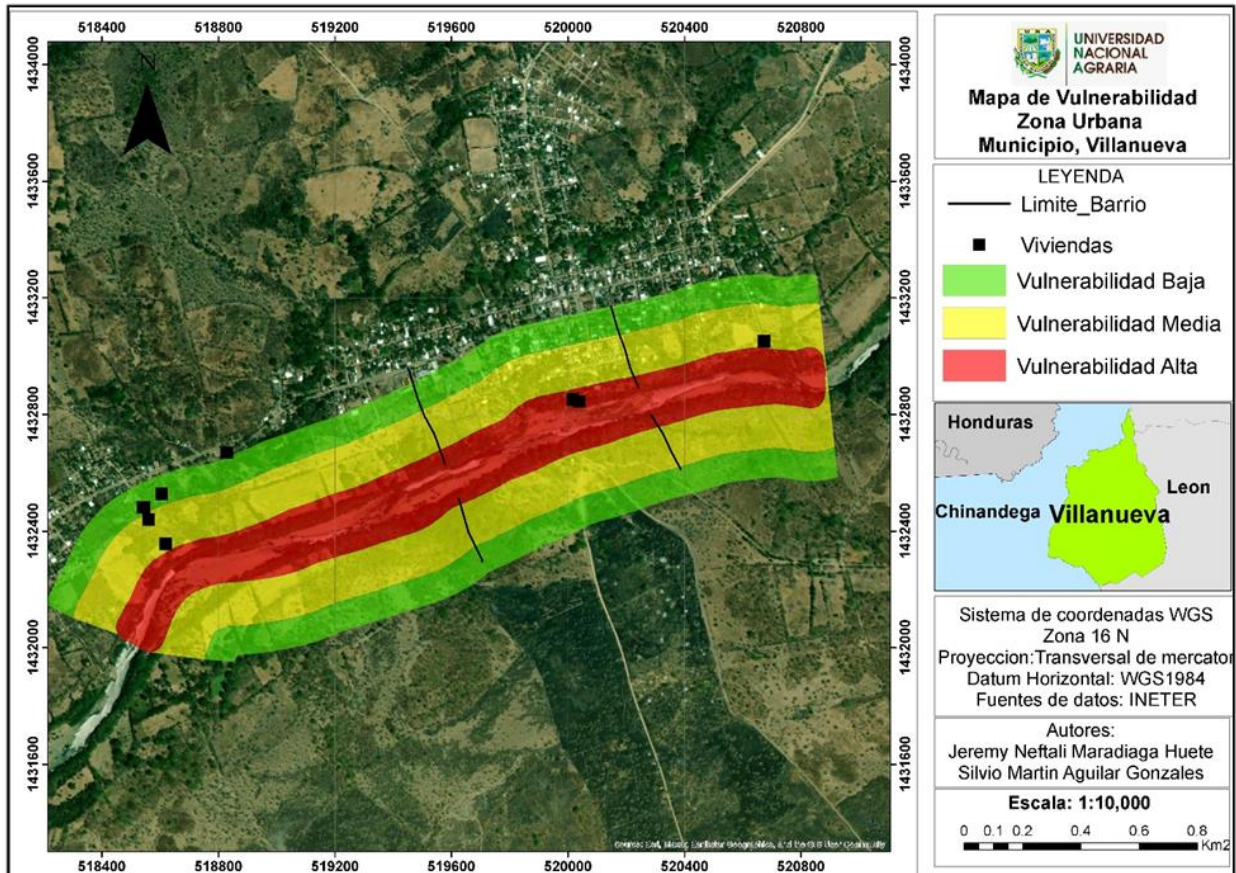


Figura 16: Mapa de vulnerabilidad del municipio de Villa Nueva.

Fuente: Elaboración propia

5.6. Estimación del riesgo

Los cambios en el entorno natural, con énfasis en el cambio del uso del suelo, han contribuido a la modificación del medio sobre el que acontecen diferentes fenómenos naturales; esto potencia su capacidad destructiva desencadenando pérdidas y daños a familias con diferentes niveles de vulnerabilidad. Esto contribuye a la profundización de la pobreza, incorporándolos a los ciclos de los riesgos interminables y menguando su capacidad de resiliencia.

Los tres sectores bajo estudio se encuentran con niveles diferenciados de riesgo (alto, medio y bajo) ante la amenaza por inundación fluvial, con infraestructura expuesta tales como, colegios, centro de salud, albergues, caminos y un sistema potabilización del agua que se sirve al municipio. Otros elementos expuestos incluyen los siguientes: 10 Ha utilizadas para el establecimiento de granos básicos, 31 viviendas expuestas, 23 familias en riesgo, que totalizan 115 personas.

Tabla 3. Conclusiva para la estimación del nivel riesgo.

Barrio/ Comunidad	Ubicación específica	Efectos previsible	Elementos Expuestos						Tipología de amenaza	Nivel de Amenaza	IVG	Nivel de Riesgo
			Infraestructura	Agropecuaria	Viviendas		Población					
					Directa	Indirecta	Directa	Indirecta				
Jiñocuabo	Aledaño a al río	Pérdidas de vidas humana, pérdida de biodiversidad, daños materiales público y privados.	Colegios, centro de salud, albergue, caminos.	10 ha granos básicos	12	6	37	23	Socio natural	Alto	Alto	Alto
										Baja	Medio	Medio
										Baja	Baja	Baja
El Alto	Aledaño a al río	Pérdidas de vidas humana, pérdida de biodiversidad, daños materiales público y privados.	Colegios, centro de salud, albergue, caminos.		6	2	24	6	Socio natural	Alto	Alto	Alto
										Baja	Medio	Medio
										Baja	Baja	Baja
El Granero	Aledaño a al río	Pérdidas de vidas humana, pérdida de biodiversidad, daños materiales público y privados.	Sistema de agua potable, caminos.		3	2	18	7	Socio natural	Alto	Medio	Alto
										Baja	Medio	Medio
										Baja	Baja	Baja

Mapa de Riesgo a inundación

Tal como se puede observar en el mapa de riesgo (figura 17) los tres sectores tienen las tres categorías de riesgos, evidenciándose la mayor área de riesgo alto y medio (70 ha) en el sector de Jiñocuabo. El riesgo es directamente proporcional al nivel de la amenaza y de la vulnerabilidad.

Independientemente del nivel de riesgo encontrado, este implica la posibilidad de producir pérdidas y daños en diferentes magnitudes, por tanto, se debería de dirigir acciones para la reducción del riesgo general; ante la falta de recursos económicos de la Alcaldía, es necesario atender las áreas en orden de prioridad dada por los niveles de riesgos, enfatizando en la zona con riesgo alto.

Los niveles de riesgo de moderado a bajo cubren gran parte del área urbana del municipio, esto indica que según su distancia respecto al río, las pérdidas y daños pueden ser menores, en relación a las personas que están más cercanas al cauce, sin embargo, los impactos indirectos ocasionados por las inundaciones se pueden percibir en gran parte del municipio.

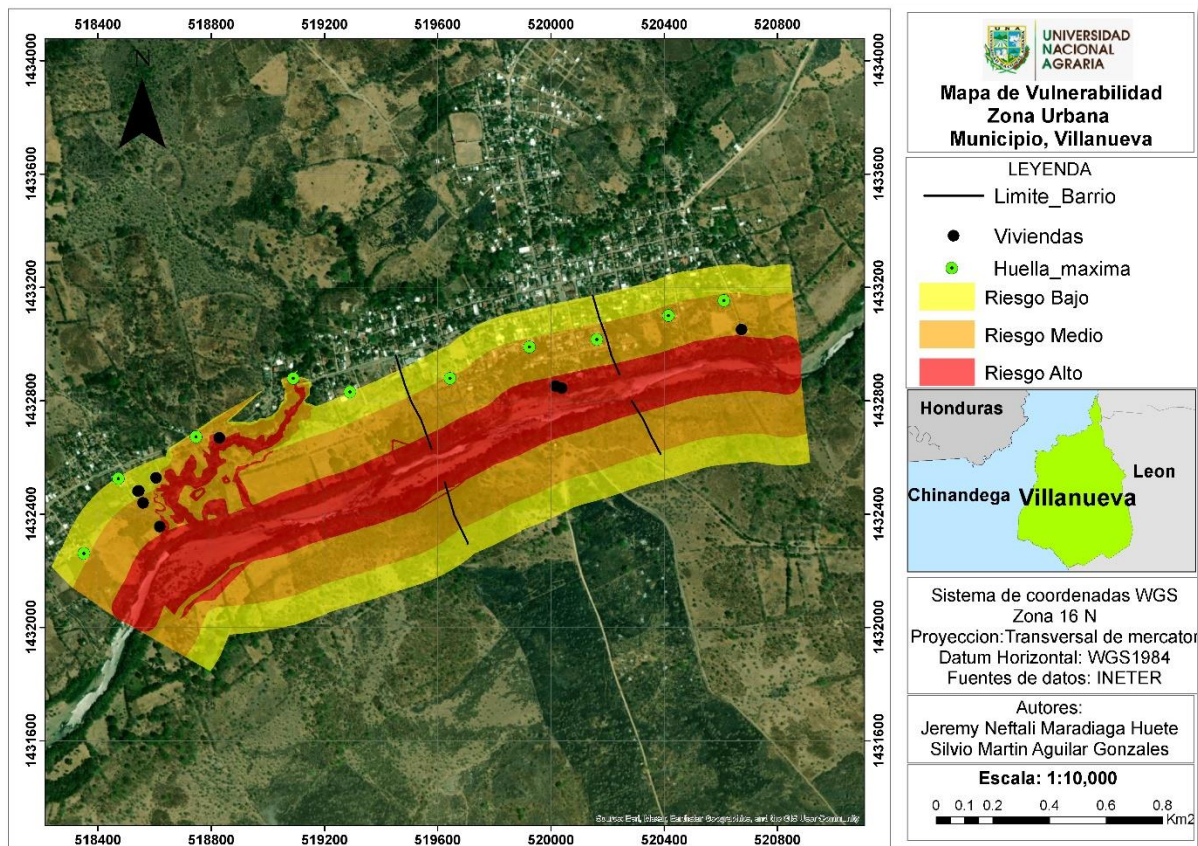


Figura 17. Mapa de riesgo Municipio Villa Nueva

Fuente: Elaboración propia

Los sectores con mayor área de riesgo son El Jiñocuabo (con un total de 91 ha), seguido de El Alto (con 52 ha), ambas clasificadas con diferentes niveles de riesgos. En total, se contabilizan 58 ha como de alto riesgo, 77 ha con riesgo medio y 47 ha con riesgo bajo (ver tabla 4), sumando un total de 182 ha en riesgos diferenciados por la amenaza de inundaciones fluviales.

El pozo de agua potable del ENACAL, se identificó como un sitio que cubrió la huella máxima durante la ocurrencia del Huracán Mitch, con una longitud de 80 metros hasta el cauce del río Villa Nueva, se encuentra en la zonificación de riesgo medio; el sector del granero presenta un riesgo moderado por eventos históricos.

El riesgo moderado bajo cubre áreas más allá de las áreas con amenaza de inundación debido a que se tomó como referencia la huella máxima identificada en campo considerando como referencia el Huracán Mitch, donde se separa el sector el Jiñocuabo la huella máxima tuvo una longitud de inundación de 420m con respecto al río Villa Nueva, el sector El Alto la huella máxima con respecto al río fue de 92 m y para el sector El Granero la huella máxima que se registró corresponde a 182 m hasta el cauce del río Villa Nueva.

Cuadro 4. Caracterización por nivel de riesgo.

Barrios	Área en hectáreas por nivel de Riesgo			
	Alto	Medio	Bajo	Área total en riesgo
El Jiñocuabo	32	38	21	91 ha
El Alto	15	22	15	52 ha
El Granero	11	17	11	39 ha
Totales	58	77	47	182 ha

5.7 Descripción de sitios críticos

❖ SITIO CRÍTICO N° 1: BARRIO JIÑOCUABO, MUNICIPIO VILLA NUEVA

Tipo de amenaza: Inundación fluvial

Ubicación: Sector Jiñocuabo, zona de confluencia. Coordenadas WGS84 UTM:

X: 518651 Y: 1432396

Descripción: En este sector las personas que habitan se ven afectadas debido a que la única vía de acceso se inunda en épocas lluviosas.



Figura 18. Sitio crítico – Camino expuesto.

El cruce entre las dos corrientes de agua no permite que el afluente con menor caudal entre hacia el río principal, permitiendo que la inundación se desplace hacia los laterales llegando hasta este camino, el cual se vuelve totalmente intransitable.

Grado de amenaza: Alta: Las inundaciones se producen principalmente en época de invierno, cuando la lluvia se prolonga en un tiempo de 3 días a más y se manifiestan con una intensidad alta.

Grado de vulnerabilidad: (Media), obtenida de los resultados del análisis del (IVG).

Nivel de Riesgo: Alto:

Efectos previsibles:

- Calle funciona como canal por donde escure el agua.
- Retención de agua en terrenos con pequeñas depresiones.
- Afectación a la salud de los habitantes, por el agua empantanada que causa proliferación de vectores que transmiten enfermedades.

Elementos expuestos:

- 5 viviendas.
- 11 habitantes.
- Calle del barrio

❖ SITIO CRÍTICO N° 2:

Coordenadas WGS84 UTM: BARRIO JIÑOCUABO, MUNICIPIO VILLA NUEVA

Tipo de amenaza: Inundación fluvial

Ubicación: Sector Este del casco urbano de Villa Nueva. Coordenadas. WGS84 UTM X: 518669 Y: 14321527

Descripción: Las viviendas están asentadas dentro de la llanura de inundación y en las márgenes a lo largo del cauce.



Figura 19. Sitio crítico – Desbordamiento del cauce

Esta quebrada nace en la parte norte del municipio y desemboca en el río principal de Villa Nueva.

El cauce de esta quebrada se desborda principalmente por la confluencia, sumado a otros factores como la falta de bosque de galería a la orilla del río; se han socavado y erosionando las paredes del cauce. El flujo de agua ha ampliado el lecho del cauce depositando sedimentos; esto incrementa las probabilidades que el río se desborde frecuentemente con precipitaciones de media a alta intensidad por un tiempo de 3 a más días.

Grado de amenaza: Alta. Las inundaciones se producen con recurrencia cada 3 años en época lluviosa. La amenaza se manifiesta con gran intensidad durante época de huracanes y fuertes tormentas. Los niveles de agua alcanzan alturas mayores a 2 m.

Grado de vulnerabilidad. (Media), obtenida de los resultados del análisis del (IVG).

Nivel del Riesgo: Alto.

Efectos previsibles:

- Desborde del cauce.
- Derrumbe de las paredes del cauce (erosión lateral del río).
- Destrucción de viviendas.
- Inundación de áreas de cultivo
- Incomunicación

Elementos expuestos:

- 9 viviendas.
- 35 habitantes.

SITIO CRÍTICO N° 3: BARRIO JIÑO CUABO, MUNICIPIO VILLA NUEVA**Tipo de amenaza:** Inundación fluvial**Ubicación:** Coordenadas WGS84 UTM: X: 518867 Y: 1432684

El cauce se encuentra al costado izquierdo de la vía de acceso principal que va hacia la parte central del municipio de Villa Nueva.

Descripción: La carretera se encuentra ubicada en un terreno de pendiente baja, y está a una distancia de 7 m del río; por tanto, el flujo del agua se extiende a las partes



Figura 20. Punto crítico – Vía de acceso al municipio

más planas, inundando áreas pobladas y el camino que conecta la parte este y oeste del municipio.

Grado de amenaza: Media. El desbordamiento de las aguas se produce por diferentes factores, una de ellas es que al presentarse precipitaciones de alta intensidad el talud o borde del río se encuentra erosionado y está desprotegido por falta de bosque de galería. Otro factor es que la carretera se construyó sobre un terreno de baja pendiente lo que permite que haya una obstrucción al acceso de los vehículos y peatones.

Grado de vulnerabilidad. (Media), obtenida de los resultados del análisis del (IVG).

Nivel de Riesgo: Medio.

Efectos previsibles:

- Desbordamiento de la vaguada, manteniendo anegada la zona.
- Corte de camino.
- Interrupción del flujo vehicular por varias horas.

Elementos expuestos:

- 4 viviendas.
- 7 habitantes.

- Camino de acceso al municipio.

❖ **SITIO CRÍTICO N° 4: BARRIO EL ALTO, MUNICIPIO VILLA NUEA**

Tipo de amenaza: Inundación fluvial

Ubicación: El barrio se encuentra localizada al sur en la parte baja del municipio. **Coordenadas UTM:**

X: 586168 Y: 1426174

Descripción: Una parte de las viviendas de este sector se encuentran establecidas en el borde del río, lo que incrementa la vulnerabilidad ante las crecidas de las corrientes agua.



Figura 21. Punto crítico – Vivienda expuesta

El deterioro del bosque de galería permite que el talud sea erosionado, debido a la fuerza del flujo del agua cuando ocurren precipitaciones de alta intensidad.

Grado de amenaza: Alta. Las inundaciones no son muy frecuentes; estas ocurren principalmente cuando hay tormentas, huracanes o una depresión con altas intensidades de lluvia.

La alta presencia de escombros y vegetación acumulados en la parte del centro del cauce hace que el flujo del agua se extienda por los laterales, provocando el desborde e inundando parte del camino y las viviendas cercanas al lecho menor del mismo. Los niveles de agua llegan a la misma altura del piso de las viviendas.

Grado de vulnerabilidad. (Media), obtenida de los resultados del análisis del (IVG).

Nivel de Riesgo: Alto.

Efectos previsibles:

- Desborde del cauce.
- Inundación de terrenos y viviendas.
- Erosión de la ladera (borde del río)

Elementos expuestos:

- 6 viviendas

❖ SITIO CRÍTICO N° 5: BARRIO EL ALTO, MUNICIPIO VILLA NUEVA

Tipo de amenaza: Inundación fluvial

Ubicación: Camino que vincula el barrio El Alto con la zona central del municipio. Coordenadas WGS84 UTM:

X: 585782 Y: 1421635

Descripción: Este camino además de ser la única vía de salida hacia las zonas céntricas del municipio para seis familias, también hace función de cauce de drenaje de la parte alta de la quebrada que viene de la parte alta del



Figura 22. Punto crítico – Camino expuesto

municipio. El flujo del agua pasa por encima de la vía en la época lluviosa, pero al momento que el río se desborda, este no permite que el flujo entre haciendo que toda el agua que recorre el camino quede estancada dejando bloqueada la vía de comunicación.

Grado de amenaza: Alta. Arrastre de sedimento, con ocurrencia anual y niveles de agua mayores a 1 m de altura.

Grado de vulnerabilidad. (Media), obtenida de los resultados del análisis del (IVG).

Nivel de Riesgo: Alto.

Efectos previsibles:

- Inundación del camino.
- Acumulación de sedimentos.
- Incomunicación de la comunidad.

Elementos expuestos:

- Camino de acceso.
- 6 viviendas.

❖ SITIO CRÍTICO N° 6: BARRIO EL GRANERO, MUNICIPIO VILLA NUEVA

Tipo de amenaza: Inundación fluvial

Ubicación: Sistema de agua potable en el barrio El Granero sector oeste del municipio de Villa Nueva.

Coordenadas WGS84 UTM: X: 520662 Y: 1433027

Descripción: El sistema de agua potable se construyó a una distancia de 80 metros del río en una zona donde existe un meandro.



Figura 23. Punto crítico – Pozo de agua potable.

El borde del cauce en este sitio se encuentra altamente desprotegido, donde es evidente la ampliación de los taludes del río y las huellas de inundaciones pasadas.

Para el huracán Mitch gran parte del territorio que abarca el barrio El Granero fue inundado por la crecida del río, llegando hasta las partes más altas de este sitio. Por esa razón, existen altas probabilidades que al presentarse un evento de precipitaciones de igual o similar magnitud, el sistema de agua se vea afectado por el desbordamiento de las aguas, afectando directamente a más de 1000 familias que hacen uso del recurso de agua potable.

Grado de amenaza: Alta. Al encontrarse en una zona con antecedentes de inundación, sumado a que el borde del cauce se encuentra erosionado, los niveles de agua pueden llegar hasta donde se encuentran los elementos del sistema de agua potable, provocando daños estructurales y dejando gran parte de la población sin abastecimiento del vital líquido.

Grado de vulnerabilidad. (Media), obtenida de los resultados del análisis del (IVG).

Nivel de Riesgo: Alto. Deterioro de una alcantarilla, debido al socavamiento que provoca el agua de escorrentía que se drena en el camino de macadán.

Efectos previsibles:

- Erosión del cauce.
- Desabastecimiento de agua potable.

Elementos expuestos:

- 5 viviendas.
- 23 habitantes.

- Camino de acceso a la zona centro del municipio.

❖ **SITIO CRÍTICO N° 7: BARRIO EL GRANERO, MUNICIPIO VILLA NUEVA**

Tipo de amenaza: Inundación fluvial

Ubicación: Zona oeste del municipio, contiguo al sistema de agua potable. Coordenadas WGS84 UTM: X: 587150 Y: 1429015

Descripción: Las viviendas se encuentran asentadas en una zona con antecedentes de inundación.



Figura 24. Punto crítico – Vivienda expuesta

Debido a la proximidad, falta de protección del borde del río y la presencia de meandros; hace que este sitio sea altamente susceptible ante las inundaciones, cuando se presenten precipitaciones de alta intensidad en la parte alta y media de la cuenca. Según los pobladores de este sector, la casa que se visualiza en la imagen fue totalmente destruida cuando aconteció el huracán Mitch, pues el nivel del agua llegó hasta las partes más altas de la vivienda.

Grado de amenaza: Media. Las inundaciones tienen una frecuencia anual específicamente en época lluviosa, cuando las precipitaciones tienen una duración de hasta tres días o cuando ocurren eventos hidrometeorológicos extremos, capaces de provocar ascensos de hasta 3 m de altura sobre el nivel del cauce del río.

Grado de vulnerabilidad. (Media), obtenida de los resultados del (IVG).

Nivel del Riesgo: Medio.

Efectos previsibles:

- Desborde del cauce.
- Derrumbe de las paredes del cauce (erosión lateral del río).
- Destrucción de viviendas.

Elementos expuestos:

- 5 viviendas.
- 23 habitantes.
- Calles de los barrios.

VI. CONCLUSIONES

La evaluación de la amenaza por inundaciones fluviales, evaluada mediante la metodología INETER-COSUDE, en los sectores El Jiñocuabo, El Alto y El Granero aledañas al río Villanueva, refleja tres categorías de amenaza: alta, media y baja. El riesgo alto cubre la mayor parte del área en estudio, con énfasis en el sector de Jiñocuabo.

La evaluación de la vulnerabilidad aplicando la metodología de SINAPRED, consideraron seis subescenarios que contienen una serie de elementos expuestos en los tres sectores contemplados, entre los que se encuentran escuelas, centros de salud, pozo, sistemas de tratamiento de agua, caminos, viviendas y medios de vida. Según el IVG para los sectores Jiñocuabo y El Alto la vulnerabilidad es alta, y para El Granero resultó ser media.

La estimación del riesgo, que es el resultado de la amenaza por la vulnerabilidad, se clasificó en tres categorías: alta, media y baja, siendo el sector de Jiñocuabo el que presentó mayor área expuesta ante el riesgo alto y moderado, cubriendo un área de 70 hectáreas, que equivale al 38% del área total en estudio. Sin embargo, la mayor parte del área se encuentra un riesgo medio con 77 ha.

La información generada mediante esta investigación es importante para los tomadores de decisiones, pues considerando las estimaciones del riesgo y su clasificación por área, puede servir de sustento para tomar la decisión de dirigir parte del presupuesto municipal para la reducción del riesgo de manera sectorizada. Adicionalmente, esta información puede brindar elementos relevantes para el establecimiento del Sistema de Alerta Temprana (SAT) ante inundaciones.

VII. RECOMENDACIONES

- Elaborar una ordenanza municipal que regule el establecimiento de viviendas y otras infraestructuras en las áreas próximas al río.
- Fomentar un uso adecuado del suelo en la parte media y alta de la cuenca, y reforestar el área bosque de galería con especies nativas, para contribuir al control de las corrientes.
- Realizar estudios respectivos para el establecimiento de obras hidráulicas en aquellos puntos críticos que presentan problemas de drenaje en el sector El Granero y Jiñocuabo.
- Capacitar a los pobladores de las áreas afectadas acerca de los resultados del estudio, para fortalecer sus capacidades de respuesta en situaciones de emergencia.
- Realizar el dragado del río en las áreas de alto riesgo en el sector de El Jiñocuabo.
- Divulgar el PGIR municipal e involucrar a la comunidad en las actividades para reducir el riesgo en los diferentes sectores.

VIII. LITERATURA CITADA

- Loma-Ossorio Friend, E. D., García Ruiz, A., Córdoba Salinas, M. J., & Ribalaygua Batalla, J. (2014).** *Estrategias de adaptación al cambio climático en municipios de Nicaragua del Golfo de Fonseca.*
- Barillas, E. M., Cárdenas, J., Nayra, M., Morales, S., Zavala, F. J., Paz, D., & Arévalo, A. (2012).** *Notas de campo: estimación de riesgo local en comunidades de 19 municipios del Golfo de Fonseca (El Salvador, Honduras y Nicaragua).*
- Cruz Potosme, E., Castro, M., & Ibarra, J. (2005).** *Recomendaciones 51menazas para 51menazas 51ón de mapas de 51menazas por inundaciones fluviales. INETER-COSUDE. Proyecto MET-ALARN.*
- Jovel, J. R. (1989).** *Los desastres naturales y su incidencia económico-social. Revista de la CEPAL.*
- Salgado Montoya, R. A. (2005).** *Análisis integral del riesgo a deslizamientos e inundaciones en la microcuenca del río Gila, Copán, Honduras.*
- Narváez, L., Lavell, A., & Pérez, G. (2009).** *La gestión del riesgo de desastres. Secretaría General de la Comunidad Andina.*
- Chanca Poma, K. A., & Inga Ramo, (2018).** *Influencia de la inundación en el riesgo de desastre del distrito de moya de la provincia y departamento de Huancavelica.*
- Hernández-Uribe, R. E., Barrios-Piña, H., & Ramírez, A. I. (2017).** *Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac. Tecnología y ciencias del agua.*
- Alemán Zeledón, F. S., Larios González, R. C., Balmaceda Murillo, L. A., Herrera, I., Lovo Jerez, S. M., Argüello Murillo, F., & López, J. (2019).** *Guías y normas metodológicas de las formas de culminación de estudios.*
- SINAPRED. (2013).** *INFORME SOBRE LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO DE DESASTRES EN NICARAGUA.*
<https://eird.org/pr14/cd/documentos/espanol/AmericaCentralHerramientasydocumentos/Informesregionaly nacionales/Informe-GIRD-Nicaragua-version-web.pdf>
- SINAPRED. (2013).** *Reporte sobre Amenazas, Vulnerabilidad y Riesgo, Municipio de San Isidro – Matagalpa.*
- SINAPRED. (2010).** *Plan Nacional de Gestión del Riesgo Nicaragua.*
- Sánchez Á & Sánchez E, (2010)** *Vulnerabilidad física de la comunidad El Naranjo del municipio de Somoto, ante la amenaza de inundación.*

XI. ANEXOS

Anexo 1. Caudales utilizados para la modelación hidrográfica.

Estación:	VILLANUEVA EN GENIZARO											Latitud:		
Código:	600202												Longitud:	
Año:	2007												Elevación:	
Parámetro:	Caudal												Tipo HMP:	LGF
Día	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
1	6.41	5.87	---	6.23	---	---	9.97	---	---	70.6	51.3	15.9		
2	6.41	5.87	---	6.23	6.05	---	9.74	117	---	68.4	62.2	15.3		
3	6.41	5.87	---	6.23	5.87	---	9.28	115	99.3	54.9	63.1	15.3		
4	6.41	5.87	---	6.23	6.25	---	8.84	84.6	137	55.8	64.3	14.4		
5	6.41	5.70	---	6.79	7.37	---	8.40	123	303	63.2	50.0	14.7		
6	6.41	5.70	---	6.60	6.88	---	7.98	75.1	136	136	44.5	14.7		
7	6.41	5.70	---	6.60	7.37	---	7.78	102	101	120	39.9	14.7		
8	6.41	5.70	---	6.41	6.60	---	7.78	117	95.0	100	37.0	14.7		
9	6.23	5.70	---	6.41	6.41	---	7.98	127	76.2	92.0	34.6	14.7		
10	6.23	5.70	---	6.41	6.41	---	7.98	93.1	80.5	267	33.2	14.4		
11	6.23	5.70	---	6.23	6.41	---	7.78	---	82.4	267	31.0	14.4		
12	6.23	5.70	---	6.23	7.17	---	7.57	---	60.1	439	28.9	14.1		
13	6.23	5.70	---	6.23	7.87	---	7.37	---	71.0	517	28.9	13.8		
14	6.23	5.70	---	6.23	7.37	---	7.57	---	55.6	179	32.3	13.6		
15	6.23	---	---	6.05	6.60	---	7.78	---	46.7	115	27.2	13.6		
16	6.05	---	---	5.87	7.73	---	7.57	---	43.0	124	25.6	13.6		
17	6.05	---	6.60	6.23	7.98	---	---	---	41.6	93.2	24.1	13.3		
18	6.05	---	6.41	6.60	6.98	---	10.9	---	41.5	104	23.3	13.3		
19	6.05	---	6.41	6.60	11.0	---	8.19	---	170	93.5	22.9	13.3		
20	6.05	---	6.23	---	7.98	---	---	---	157	112	21.8	13.0		
21	6.05	---	6.23	---	7.27	---	9.54	---	149	175	21.1	13.0		

Anexo 2. Formato de levantamiento de datos-gira de campo.

ID	Comunidad o barrio	Coordenadas (X)	Coordenadas (Y)	No Personas	Tipología constructiva de las viviendas.	Distan-Rio (m)	Meandros	Medios de vida

Anexo 3. Fichas para la caracterización de la amenaza

1). Situación geográfica del Fenómeno:	NOMBRE DEL RIO O QUEBRADA:
CUENCA Y MICROCUENCA:	LOCALIZACION
MUNICIPIO: RIO VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: CHINANDEGA	2). Situación cartográfica del Fenómeno:
LONGITUD (GEOGRÁFICA): LATITUD (GEOGRÁFICA):	NOMBRE DE LA HOJA TOPOGRAFICA:
ESCALA:	

3) Caracterización temporal	FECHA DE LA ÚLTIMA INUNDACION y DURACION:
4). Tipo de Inundación:	Tipo Observaciones
Torrencial: Procesos Torrenciales	Lenta
Repentina: Inundaciones Repentinias	5). Dinámica Fluvial
Zonas de Erosión:	Roca: Suelo: Relleno:
Longitud de zona de inundación (m):	

	Geometría y datos del cauce
• Natural Revestido	• Profundidad:
• Forma: V Trapezoide Cuadrada Irregular	• Uso del suelo en el cauce:
Urbano edificado Urbano no edificado Industria e infraestructura	Cultivos Natural y forestal Pastos
• Uso del suelo en el Cuenca:	Urbano edificado Urbano no edificado Industria e infraestructura
Cultivos Natural y forestal Pastos	• Uso del suelo en la terraza:
Urbano edificado Urbano no edificado	Cultivos Natural y forestal Pasto
• Longitud del cauce o quebrada:	• Pendiente del cauce:
• Zonas de estrangulamiento	• Zonas de obstáculos artificiales:

Anexo 4. Zona de confluencia, sector Jiñocuabo.



Coordenadas X:518744 Y: 1432357

Coordenadas X:518744 Y: 1432357

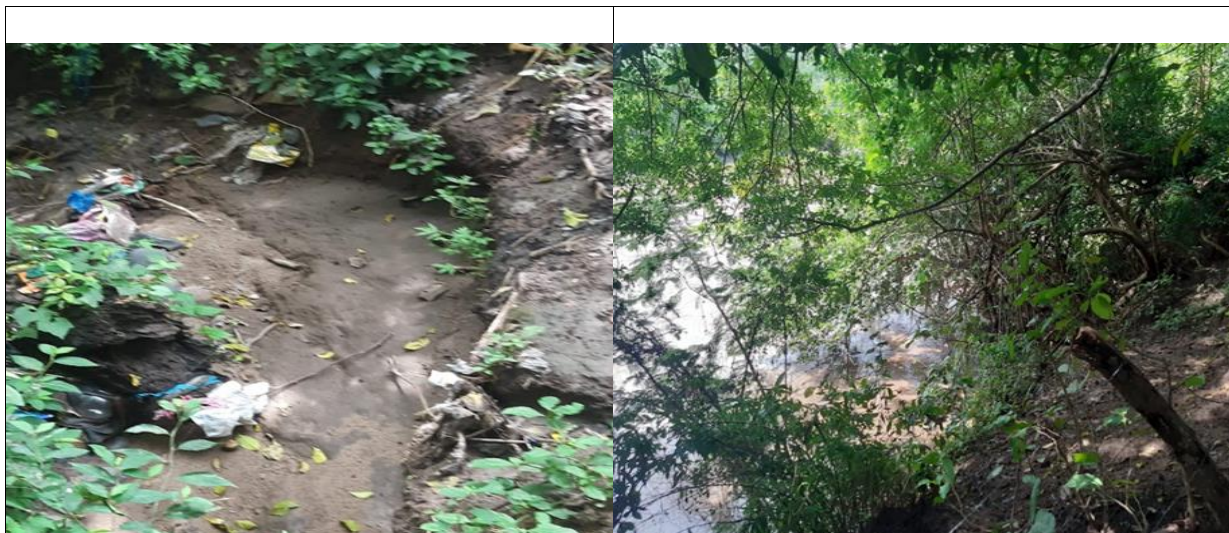
Anexo 5. Presencia de residuos sólidos al borde del río



Coordenadas X: 518690 Y: 1432382

Coordenadas X:518744 Y: 1432357

Anexo 6. Presencia de erosión en el borde del cauce del río



Coordenadas X: 518690 Y: 1432382

Coordenadas X: 518625 Y: 1432283

Anexo 7. Área susceptible a inundación, sector Jiñocuabo



Coordenadas X: 518619 Y: 1432356

Coordenadas X: 518651 Y: 1432396

Anexo 8. Vivienda con presencia de socavación en sus bordes por inundaciones.



Coordenadas X: 518606 Y: 1432528

Anexo 9. Vivienda asentada al borde del cauce del río, sector Jiñocuabo.



Coordenadas X: 518830 Y: 1432669

Anexo 10. Vía de acceso principal al municipio susceptible a inundación.



Coordenadas X: 520018 Y: 1432852

Anexo 11. Presencia de erosión en el borde del cauce del río.



Coordenadas X: 520665 Y: 14324712