

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL



**“EVALUACIÓN DE RIESGOS EN LA ZONA URBANA DE
TINGO MARÍA”**

Tesis

Para optar el Grado Académico de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA
MENCION: GESTION AMBIENTAL**

RICARDO MARTÍN CHÁVEZ ASENCIO

ASESOR: Dr. CESAR SAMUEL LOPEZ LOPEZ

Tingo María – Perú

2020



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
ESCUELA DE POSGRADO
DIRECCIÓN



"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS
Nro. 012-2020-EPG-UNAS

En la ciudad universitaria, siendo las 07:00pm, del día lunes 03 de agosto del 2020, reunidos virtualmente vía Microsoft team, se instaló el Jurado Calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:

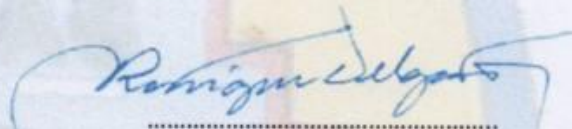
"EVALUACION DE RIESGOS EN LA ZONA URBANA DE TINGO MARIA"

A cargo del candidato al Grado de Maestro en Ciencias en Agroecología, mención Gestión Ambiental de nombre Ricardo Martín Chávez Asencio.

Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el Jurado Calificador procedió a emitir su fallo declarando **APROBADO** con el calificativo de **MUY BUENO**.

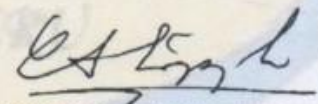
Acto seguido, a horas 08:40 pm. el presidente dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.


.....
Dr. LUCIO MANRIQUE DE LARA SUAREZ
Presidente del Jurado


.....
Dr. SEGUNDO RODRIGUEZ DELGADO
Miembro del Jurado


.....
M. Sc. VICTOR BETETA ALVARADO
Miembro del Jurado




.....
Dr. CESAR SAMUEL LOPEZ LOPEZ
Asesor

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Objetivo general.....	3
1.2.	Objetivos específicos	3
II.	MATERIALES Y MÉTODOS	4
2.1.	Lugar de ejecución.....	4
2.1.1.	Ubicación política	4
2.1.2.	Ubicación geográfica	4
2.2.	Materiales y Equipos.....	5
2.3.	Metodología	5
2.3.1.	Ponderación Saaty	5
2.3.2.	Delimitación de la Zona Urbana de Tingo María.....	7
2.3.3.	Evaluación del Peligro	8
2.3.4.	Evaluación de la Vulnerabilidad.....	15
2.3.5.	Evaluación del Riesgo	20
2.4.	Diseño de investigación y tipo de investigación	21
2.4.1.	Diseño	21
2.4.2.	Tipo de investigación.....	21
2.4.3.	Enfoque.....	22
2.5.	Toma y procesamiento de datos	22

2.6.	Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.	22
III.	REVISIÓN DE LITERATURA	24
3.1.	Marco teórico	24
3.1.1.	Calidad y riesgo ambiental	24
3.2.	Antecedentes de la investigación	25
3.2.1.	Riesgo urbano por inundación	26
3.2.2.	Riesgo urbano por erosión	32
3.2.3.	Riesgo urbano por ruido	35
3.2.4.	Riego urbano por NO ₂	36
3.3.	Delimitación de zonas urbanas a partir del análisis de redes	37
3.4.	Peligros o amenazas	39
3.4.1.	Peligros naturales.....	40
3.4.2.	Peligros antrópicos.....	44
3.5.	Vulnerabilidad	45
3.5.1.	Exposición	46
3.5.2.	Fragilidad	46
3.5.3.	Resiliencia	47
3.6.	Riesgos.....	47
IV.	RESULTADOS.....	48
4.1.	Delimitación del área de estudio	48
4.2.	Peligros.....	55

4.2.1. Peligros naturales.....	55
4.2.2. Peligros antrópicos.....	65
4.3. Análisis de Vulnerabilidades	69
4.3.1. Análisis de la información Socioeconómica y Física.....	69
4.3.2. Vulnerabilidad por Peligros Naturales.....	75
4.3.3. Vulnerabilidad por Peligros Antrópicos	88
4.4. Riesgos.....	94
4.4.1. Riesgos naturales.....	94
4.4.2. Riesgos antrópicos.....	101
V. DISCUSIÓN	104
5.1. Con respecto a los peligros.....	104
5.1.1. Peligros naturales.....	104
5.1.2. Peligros antrópicos.....	107
5.2. Con respecto a las vulnerabilidades	108
5.3. Con respecto a los riesgos.....	110
VI. CONCLUSION	112
VII. RCOMENDACIONES.....	114
VIII. BIBLIOGRAFÍA	117
ANEXOS.....	121

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Escala de valores de la matriz de Saaty para las ponderaciones	6
2. Clasificación de áreas en función a la densidad de Kernel en nodos/Km2	7
3. Clasificación de la intensidad del peligro y ponderación Saaty respectiva	9
4. Rangos entre los niveles de erosión y niveles de peligro con la respectiva ponderación Saaty	12
5. Relación de concentración de contaminantes del aire (ruido y NO2) calidad ambiental, nivel de peligro y ponderación Saaty	15
6. Establecimiento de indicadores y pesos para el cálculo de la vulnerabilidad de los peligros naturales.....	15
7. Establecimiento de indicadores y pesos para el cálculo de la vulnerabilidad de los peligros antrópicos	18
8. Niveles de riesgo en función a los rangos de cálculo	20
9. Descripción e implicancias en el Ordenamiento territorial de los niveles de riesgo establecidos por el CENEPRED	20
10. Niveles de riesgo por inundación y deslizamientos en la zona urbana de Tingo María.....	25
11. Diferencias de las tasas de erosión en el BRUNAS en diferentes coberturas vegetales	32
12. Estándares nacionales de calidad con respecto al ruido	35
13. Datos geométricos de la zona urbana delimitada en Tingo María	48

14. Sectores y números de lotes dentro del área de influencia	52
15. Calles, Avenidas, Jirones y Pasajes de la Zona Central de la zona urbana de Tingo María	53
16. Parámetros de entrada para la simulación de inundación	55
17. Lotes afectados por el peligro de inundación por el desborde del río Huallaga.....	57
18. Lotes afectados por el peligro de inundación por el desborde de la quebrada “Cocheros”	59
19. Lotes afectados por el peligro de inundación por el desborde de la quebrada “Del Águila”.	61
20. Lotes afectados por el peligro de inundación por el desborde de la quebrada Cushuro.	63
21. Lotes afectados por el peligro de erosión en Tingo María	65
22. Lotes afectados por el peligro de ruido en Tingo María	68
23. Matriz de comparación de pares de los elementos de exposición de la vulnerabilidad a los peligros naturales.....	75
24. Cálculo del vector priorización y la razón de consistencia para los elementos de exposición de la vulnerabilidad a los peligros naturales	75
25. Análisis del nivel de exposición para la densidad poblacional	76
26. Centros educativos presentes en la zona urbana de Tingo María	77
27. Centros de Salud ubicados en el área de influencia.....	77
28. Matriz de comparación de pares de los elementos de exposición de la vulnerabilidad a los peligros naturales.....	83

29. Cálculo del vector priorización y la razón de consistencia para los elementos de fragilidad de la vulnerabilidad a los peligros naturales.....	83
30. Matriz de comparación de pares de los elementos de resiliencia de la vulnerabilidad a los peligros naturales.....	88
31. Cálculo del vector priorización y la razón de consistencia para los elementos de fragilidad de la vulnerabilidad a los peligros naturales.....	88
32. Pesos relativos asignados para los parámetros de vulnerabilidad por peligros antrópicos	89
33. Niveles de vulnerabilidad ante los peligros naturales	91
34. Niveles de vulnerabilidad ante los peligros antrópicos.....	93
35. Relación de sectores y lotes afectados por el riesgo de inundación debido al desborde del rio Huallaga, de las quebradas “Cocheros”, “Del Águila” y “Kushuro”	99
36. Relación de sectores y lotes afectados por el riesgo de erosión	100
37. Sectores y lotes afectados por el ruido.....	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Los valores del Índice Aleatorio para los diferentes “n”, obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices	7
2. Método de interpolación Kriging	10
3. Variograma típico de una interpolación Kriging.....	13
4. Curva de transformación de calidad ambiental para la concentración de dióxido de nitrógeno	14
5. Curva de transformación de calidad ambiental para el ruido LAeqT (dB)	14
6. Identificación de parámetros en la exposición, fragilidad y resiliencia en el cálculo de la vulnerabilidad de los peligros naturales.....	17
7. Índice de exposición función a la densidad poblacional	17
8. Identificación de parámetros en la exposición, fragilidad y resiliencia en el cálculo de la vulnerabilidad de los peligros antrópicos	18
9. Delimitación del área del municipio de Trieste (Italia), aplicando KDE a partir de las redes viales de la ciudad aplicando un ancho de banda de 500 m	39
10. Clasificación de peligros	40
11. Clasificación de los peligros naturales	41
12. Proceso de deslizamiento de masas	42
13. Sección típica simplificada de un río en la que se observa el canal principal, así como las llanuras de inundación.....	43
14. Clasificación de los peligros antrópicos según CENEPRED	45

15. Factores que determinan el nivel de vulnerabilidad	46
16. Densidad de Kernel a partir de la red vial en la zona urbana de Tingo María	49
17. Límites naturales de la zona urbana de Tingo María a partir de la metodología de KDE de las redes viales	50
18. Límites de la zona urbana de Tingo María	50
19. Sectores identificados en la zona urbana de Tingo María. La Zona Central está compuesta por las principales avenidas, jirones, calles y pasajes de la ciudad, los cuales se detallan en el Cuadro 15.	54
20. Niveles de peligro de inundación por desborde del río Huallaga para un periodo de retorno de 100 años	56
21. Niveles de peligro de inundación por desborde de la quebrada “Cocheros”, TR = 100 años	58
22. Niveles de peligro de inundación por desborde de la quebrada del Águila para un periodo de retorno de 100 años	60
23. Niveles de peligro de inundación por desborde de la quebrada Cushuro, TR = 100 años	62
24. Niveles de peligro de erosión en la zona urbana de Tingo María.....	64
25. Peligro por concentraciones de NO ₂ (µg/m ³) en la zona urbana de Tingo María	66
26. Niveles de ruido (dB) y peligros en la zona urbana de Tingo María	67
27. Grupos etarios de la ciudad de Tingo María	69
28. Niveles de discapacidad en la población de la zona urbana de Tingo María	70

29.	Grado de instrucción alcanzado por la población de la zona urbana de Tingo María	71
30.	Ingreso Económico de la población de la zona urbana de Tingo María ...	71
31.	Actitud frente al riesgo de algún peligro (sea natural o antrópico) de la población encuestada en la zona urbana de Tingo María.....	72
32.	Tipos de seguro al que se encuentran afiliados la población de la zona urbana de Tingo María	73
33.	Material de construcción de las paredes.....	73
34.	Material de construcción de los pisos	74
35.	Estado de las edificaciones	74
36.	Grupos etarios por sectores ubicados en la zona urbana de Tingo María	78
37.	Nivel de discapacidad por sectores ubicados en la zona urbana de Tingo María	79
38.	Material de construcción de las paredes por sectores ubicados en la zona urbana de Tingo María.....	80
39.	Material de construcción de los pisos por sectores ubicados en la zona urbana de Tingo María	81
40.	Estado de las edificaciones por sectores ubicados en la zona urbana de Tingo María	82
41.	Grado de instrucción alcanzado por los encuestados en la zona urbana de Tingo María	84
42.	Ingreso económico de los encuestados en la zona urbana de Tingo María	85

43. Tipo de seguro afiliado de los encuestados en la zona urbana de Tingo María	86
44. Actitud frente al riesgo de los encuestados en la zona urbana de Tingo María	87
45. Fragilidad de la zona urbana de Tingo María debido a los peligros naturales	90
46. Vulnerabilidad en la zona urbana de Tingo María debido a los peligros antrópicos	92
47. Niveles de riesgo de inundación por desborde del río Huallaga.....	94
48. Niveles de riesgo de inundación por desborde de la quebrada “Cocheros”	95
49. Niveles de riesgo de inundación por desborde de la quebrada “Del Águila”	96
50. Niveles de riesgo de inundación por desborde de la quebrada “Cushuro”	97
51. Niveles de riesgo de erosión en la zona urbana de Tingo María.....	98
52. Niveles de Riesgo por Ruido en la zona urbana de Tingo María	101
53. Profundidad de inundación por el desborde del río Huallaga en la zona urbana de Tingo María	125
54. Velocidad de inundación por el desborde del río Huallaga en la zona urbana de Tingo María	126
55. Profundidad de inundación por el desborde de la quebrada “Cocheros” en la zona urbana de Tingo María	127

56.	Profundidad de inundación por el desborde de la quebrada “Cocheros” en la zona urbana de Tingo María	128
57.	Profundidad de inundación por el desborde de la quebrada del “Águila” en la zona urbana de Tingo María	129
58.	Velocidad de inundación por el desborde de la quebrada del “Águila” en la zona urbana de Tingo María	130
59.	Profundidad de inundación por el desborde de la quebrada “Cushuro” en la zona urbana.....	131
60.	Velocidad de inundación por el desborde de la quebrada “Cushuro” en la zona urbana.....	132
61.	Factor R del modelo USLE para la zona urbana de Tingo María	133
62.	Factor K del modelo USLE para la zona urbana de Tingo María	134
63.	Factor LS del modelo USLE para la zona urbana de Tingo María	135
64.	Factor C del modelo USLE para la zona urbana de Tingo María	136
65.	Pérdida de suelo por erosión para la zona urbana de Tingo María	137
66.	Niveles de NO ₂ (µg/m ³) en la zona urbana de Tingo María	138
67.	Niveles de ruido (dB) y peligros en la zona urbana de Tingo María	139
68.	Análisis de suelos en la zona urbana de Tingo María.....	140

RESUMEN

En la presente investigación se evaluó los riesgos que presenta la ciudad de Tingo María. Para ello se trabajó usando la metodología del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) con una ligera modificación en el cálculo del peligro; se analizaron los riesgos de origen natural (inundación y erosión) y los antrópicos (ruido y NO₂), se trabajó con la modelación HEC – RAS para las inundaciones para TR = 100 años, con el modelo Universal Soil Loss Equation USLE para la erosión y la interpolación Kriging. Para el análisis de vulnerabilidad se levantó información socioeconómica de la población y de infraestructura, se realizó un muestro aleatorio para una población finita (380 encuestas). Los resultados obtenidos son los siguientes: Los peligros naturales afectan a 4662 lotes, los niveles de peligros alcanzados por inundación son: nivel medio (7.64% o 258 lotes), nivel alto (43.89% o 1482 lotes) y nivel alto (48.47% o 1637 lotes), los niveles de peligros alcanzados por erosión son: nivel bajo o moderado (39.5% o 507 lotes), nivel medio (37.7% o 484 lotes), nivel alto (17.6% o 226 lotes) y nivel muy alto (5.3% o 68 lotes), Los niveles de peligros antrópicos alcanzados son: nivel bajo o moderado (71.1% o 5031 lotes) y nivel medio (28.9% o 2045 lotes), solo por ruido. Los niveles de vulnerabilidad para los peligros naturales son: El 86.8% (6145) de los lotes poseen una vulnerabilidad alta y el 13.2% (934) de los lotes poseen una vulnerabilidad muy alta y los niveles de vulnerabilidad para los peligros antrópicos son: El 2.1% (146) de los lotes poseen vulnerabilidad media, el 89.5% (6339) vulnerabilidad alta y el 8.4% (594) vulnerabilidad muy alta. Finalmente, los niveles de riesgos naturales son: para inundación el nivel alto y muy alto están

1749 y 1628 respectivamente, el riesgo por erosión en los niveles, medio, alto y muy alto afectan a 433, 599 y 149 lotes respectivamente y el riesgo antrópico (ruido) en los niveles de bajo y medio afectan a 5124 y 1953 lotes respectivamente. Se concluye que la ciudad de Tingo María a largo plazo no es segura.

I. INTRODUCCIÓN

Según UN-HABITAT, PNUMA, y CIUP, (2009) la región de América Latina y el Caribe es la más urbanizada del mundo en desarrollo, con tasas de crecimiento urbano similares a las de países industrializados. La población urbana pasó de representar el 69,3% en 1987 al 77,8% en el 2005 y 81% en el 2018. Este elevado y desordenado crecimiento ha generado que la degradación ambiental se convierta en uno de los principales problemas de las ciudades. Las causas del incremento de la contaminación de agua, suelo y aire están asociadas a un proceso de urbanización no planificado. El crecimiento no controlado de las ciudades ha generado también residuos sólidos, residuos peligrosos y degradación costera y de riberas. La limitada infraestructura relativa a la demanda de la población urbana incrementa la exposición a los contaminantes, afectando la salud de la población y reduciendo su capacidad de desarrollo.

RÁEZ y DOUROJEANNI (2006), consideran que el problema ambiental más relevante en el Perú es el caos ambiental urbano. El caos ambiental urbano trae consigo la contaminación atmosférica relacionada con el sistema de transporte (defectos y carencias en la red vial urbana, en el transporte público masivo, en las reglas de tránsito, en la cultura de manejo, en el acceso a combustibles menos contaminantes, en la promoción del transporte no

motorizado); contaminación sonora; mala gestión de residuos sólidos y efluentes; edificación antiecológica; carencia de áreas verdes y espacios públicos; mala gestión de fuentes de agua y del agua potable. A esto se añade la presión incontenida de invasiones de terrenos para expansión urbana, que nutre otros problemas, como la destrucción de espacios silvestres periurbanos y el tráfico de agua malsana como potable.

A nivel Huánuco la huella ecológica ha crecido en un 114,97% para el periodo 2003 – 2018 (SINIA, 2019). El incremento poblacional trae consigo una modificación de su ambiente, generalmente esta modificación incrementa el riesgo ambiental y el nivel de exposición a los mismos.

La ciudad de Tingo María no es ajena a estas realidades, el crecimiento urbano poblacional ha ocasionado que los riesgos ambientales aumenten por la vulnerabilidad de sus pobladores, como la peligrosidad de sus actividades, ejemplos claros de esta realidad son las asociaciones de viviendas instaladas en zonas cercanas a los cuerpos de agua (Brisas del Huallaga, Los Laureles, entre otros), el vertido de residuos sólidos al río Huallaga, las inadecuadas ubicaciones de actividades económicas públicas y privadas (el camal municipal, el mercado, las antenas móviles, entre otros), la contaminación sonora y del aire por el parque automotor y otras actividades presentes en la zona urbana. Por lo expuesto anteriormente se plantea la siguiente interrogante:

¿Cuáles serán los niveles de riesgos en la zona urbana de Tingo María?

La zonificación y evaluación de los riesgos en la ciudad de Tingo María servirá como un instrumento de gestión territorial y ambiental por parte del gobierno regional y local para la elaboración e implementación del plan de acondicionamiento territorial, plan de desarrollo urbano, ordenamiento territorial, que ayudarán a un desarrollo sostenible.

OBJETIVOS

1.1. Objetivo general

Evaluar los niveles de riesgos en la zona urbana de Tingo María

1.2. Objetivos específicos

- Evaluar y zonificar los niveles de peligros en la zona urbana de Tingo María
- Evaluar y zonificar los niveles de vulnerabilidad en la zona urbana de Tingo María
- Evaluar y zonificar los niveles de riesgos en la zona urbana de Tingo María

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Lugar de ejecución

El trabajo se realizó en la zona urbana de la ciudad de Tingo María, cuya delimitación se determinará posteriormente.

2.1.1. Ubicación política

Políticamente la zona donde se llevó a cabo la investigación pertenece:

- Departamento : Huánuco.
- Provincia : Leoncio Prado.
- Distrito : Rupa Rupa.

2.1.2. Ubicación geográfica

Geográficamente la zona donde se llevó a cabo la investigación presenta las siguientes coordenadas Geográficas:

- Longitud Oeste : 75° 59' 52".
- Latitud sur : 09° 17' 08".
- Altitud : 660 msnm.

2.2. Materiales y Equipos

- GPS Garmin 64s
- Teodolito
- Wincha
- Encuestas

2.3. Metodología

2.3.1. Ponderación Saaty

El proceso de jerarquía analítica (AHP) o ponderación Saaty es una técnica estructurada para organizar y analizar decisiones complejas, basadas en las matemáticas y la psicología, fue desarrollado por Thomas L. Saaty en 1970 y ha sido ampliamente estudiado y refinado desde entonces, actualmente representa el enfoque más preciso para cuantificar los pesos de los criterios. Las experiencias de expertos individuales se utilizan para estimar las magnitudes relativas de los factores mediante comparaciones por pares. El encuestado tiene que comparar la importancia relativa entre los dos ítems bajo un cuestionario diseñado especialmente. A continuación, se muestra el procedimiento:

1) Elaboración de la matriz de comparación de pares

Resulta de comparar cada parámetro o variable que se escoja al analizar un determinado fenómeno. En esta etapa se utiliza una tabla de comparación diseñada para esta metodología. La tabla se presenta en el siguiente Cuadro:

Cuadro 1. Escala de valores de la matriz de Saaty para las ponderaciones

Escala numérica	Escala verbal	Explicación
9	Absolutamente o muchísimo más importante que ...	Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo
7	Mucho más importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con otro el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	ligeramente más importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.
1	Igual importancia	Dos actividades contribuyen igualmente al objetivo

FUENTE: SAATY (1994)

2) Cálculo de los pesos relativos

A partir de la matriz de comparaciones, se calcula el Vector de Priorización o Vector Ponderado, que son los pesos calculados a partir de un procedimiento matemático de matrices.

3) Razón de consistencia y validación de la ponderación

Una de las ventajas del análisis Saaty es que el método permite corroborar matemáticamente si las decisiones tomadas en la comparación de pares son consistentes entre sí. La razón de consistencia mide la congruencia de las decisiones en las comparaciones, por ejemplo, si se considera que un parámetro "A" es más importante que "B" y que, a su vez, el parámetro "B" es más importante que el parámetro "C", resulta inconsistente asignarle más importancia al parámetro "C" si se lo compara con el parámetro "A".

La razón de consistencia se calcula de la siguiente manera:

$$RC = \frac{IC}{IA}$$

Donde: IC es el índice de consistencia, IA es el índice aleatorio propuesto por (Aguarón y Moreno-Jiménez, 2003). Según estos autores, para poder afirmar que los juicios de importancia comparativa son los más adecuados, se espera que la razón de consistencia sea menor al 10% ($RC < 10\%$)

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595

Figura 1. Los valores del Índice Aleatorio para los diferentes “n”, obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices

FUENTE: (AGUARÓN & MORENO-JIMÉNEZ, 2003)

2.3.2. Delimitación de la Zona Urbana de Tingo María

Para delimitar la zona urbana de Tingo María se utilizará la densidad de Kernel de las esquinas de las calles de la ciudad, a partir de ello, siguiendo la clasificación de Borruso (2003), se delimitará la zona urbana. Los rangos de clasificación se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Clasificación de áreas en función a la densidad de Kernel en nodos/Km²

Densidad de Kernel	Clasificación
<7	Zona Rural
7 - 24	Zona Urbana
>24	Ciudad Cosmopolita

FUENTE: (Borruso, 2003)

2.3.3. Evaluación del Peligro

Peligros naturales

- **Inundación**

- **Selección de ríos y quebradas:** Se trabajó con el río Huallaga y las quebradas “Cocheros”, “Cushuro” “Del Águila”
- **Caudales máximos:** Para la determinación de los caudales máximos en las quebradas se utilizó el perfil técnico “Creación, Ampliación y Mejoramiento del sistema integral del drenaje pluvial de la ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa - Leoncio Prado – Huánuco”. Para el caudal máximo del río Huallaga se tomaron los datos del estudio de (EGOAVIL, 2009)
- **Obtención de datos topográficos:** Estos datos fueron facilitados por la oficina de Catastro de la Municipalidad Provincial de Leoncio Prado. También se realizó un levantamiento topográfico de las quebradas en estudio.
- **Simulación de inundación:** Se trabajó con el modelo de inundación HEC-RAS con un caudal máximo de un periodo de retorno de 100 años. Resultado de la simulación se obtuvieron los mapas de profundidad y velocidad de inundación.
- **Clasificación del peligro:** Se siguió el criterio propuesto por INDECI con una adaptación y se realizó la ponderación Saaty, los detalles se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Clasificación de la intensidad del peligro y ponderación Saaty respectiva

Niveles de intensidad	Profundidad del flujo (H) (m) (inundaciones estáticas)	Profundidad x velocidad, del flujo (m ² /s) (inundaciones dinámicas)	Ponderación Saaty
Muy alta	H > 1.5 m	H*V > 1.5 m	0,503
Alta	0.5 m < H < 1.5 m	0.5 m < H*V < 1.5 m	0,260
Media	0.25 m < H < 0.5 m	0.25 m < H*V < 0.5 m	0,134
Baja	0.05 m < H < 0.25 m	H*V < 0.25 m	0,068
Muy baja	<0,05 m	H*V < 0,25	0,035

FUENTE: Elaboración propia

- **Erosión**

Se seguirá lo propuesto por Sotiropoulou *et al.*, (2011) en el que se utilizó la Ecuación Universal de Perdida de Suelos (USLE) implementado en un GIS, para evaluar el riesgo por erosión en Rodopi, Grecia. El modelo estuvo propuesto para ser adaptado al ArcGIS 10.0, a continuación, se muestran los cálculos de los factores de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE) fue usada para estimar la pérdida anual de suelo:

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

Donde A es la pérdida media anual de suelo en tn/ha/año, R es el factor lluvia-escorrentía [MJ. mm/ha/hr/año], K es el factor de erodibilidad del suelo [tn. ha. hr/ha/MJ/mm], LS es el factor topográfico, C es el factor de gestión de la cobertura y P es el factor de prácticas de apoyo.

Factor de precipitación-escorrentía (R): El factor R se calculó tomando los datos de la estación meteorológica José Abelardo Quiñonez de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para el periodo 1970 – 2016, utilizando la ecuación

planteada por Wischmeier y Smith, (1978): donde p_i es la precipitación media mensual y p es la precipitación media anual.

$$\log(R) = 1.93 \times \log \sum \left[\frac{p_i^2}{p} \right] - 1.52$$

Factor de erosión del suelo (K): Se calcula para cada punto de la muestra con la siguiente ecuación:

$$K = 2.71 \times 10^{-6} \times M^{1.14} (12 - a)$$

donde $M = (\% \text{ limo} + \% \text{ arena muy fina}) (100 - \% \text{ arcilla})$ y a es el porcentaje de materia orgánica. A partir de esta información puntual, se puede crear una superficie por medio de interpolaciones. El análisis de las muestras de suelo obtenidas de los sectores en estudio, fue realizado en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Interpolación Kriging: La interpolación Kriging es una interpolación geoestadística cuya predicción se basa en el Variograma de dispersión que determina estadísticamente el valor más probable de interpolación, este método se diferencia de las otras interpolaciones porque no presenta tendencias que son propios de los modelos deterministas

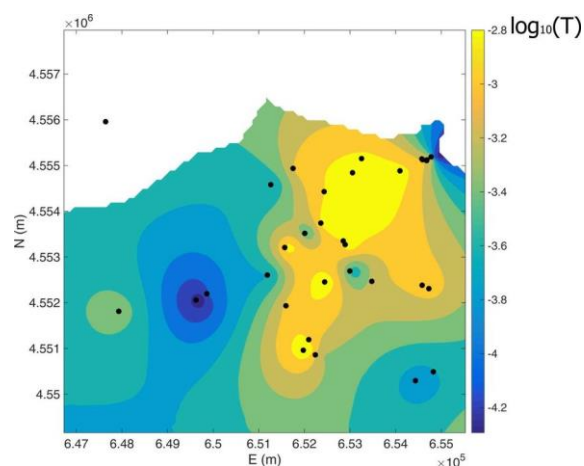


Figura 2. Método de interpolación Kriging

Factor topográfico (LS): Se calcula a partir del DEM con la ecuación (Moore y Burch, 1986). Donde: Acumulación de flujo es el número de celdas que contribuyen en una celda dada, el tamaño de la celda es el lado del píxel, β es el ángulo de inclinación en grados.

$$LS = \left[\frac{\text{FlowAccumulation} \times \text{cell size}}{22.3} \right]^{0.4} \times \left[\frac{\sin(\beta)}{0.0896} \right]^{1.3}$$

Factor de gestión de la cobertura (C): Se calcula a partir de la imagen satelital Landsat 7 u 8 a través del Índice de Diferencia Normalizada de Vegetación (NDVI). Dado que el factor C oscila entre 0 (cobertura total) y 1 (tierra desnuda) y que los valores del NDVI oscilan entre 1 (cobertura total) y 0 (tierra desnuda), los valores del NDVI calculados se invirtieron utilizando la siguiente ecuación (Van der Knijff et al., 1999):

$$C = e^{\left[\frac{-2 \times \text{NDVI}}{1 - \text{NDVI}} \right]}$$

Índice de vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI): El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) cuantifica la vegetación midiendo la diferencia entre el infrarrojo cercano (que la vegetación refleja fuertemente) y la luz roja (que la vegetación absorbe). El NDVI siempre varía de -1 a +1. Por ejemplo, cuando tiene valores negativos, es muy probable que sea agua. Por otro lado, si tiene un valor NDVI cercano a +1, existe una alta posibilidad de que la superficie sea vegetación de alta densidad. Pero cuando el NDVI está cerca de cero, se puede decir que no hay vegetación e incluso podría ser un área urbanizada. A partir de imágenes satelitales Sentinel 2, El NDVI se calcula con la siguiente ecuación (Singh et al., 2016):

$$\text{NDVI} = \frac{\text{Banda 8} - \text{Banda 4}}{\text{Banda 8} + \text{Banda 4}}$$

Factor de práctica de apoyo (P): El factor P representa las medidas de protección tomadas en el área de estudio (por ejemplo, un proyecto de reforestación o reforzamiento de talud). El valor de P es 1 si es que no se hace ninguna medida de protección y 0 cuando las medidas tomadas neutralizan totalmente el riesgo de erosión.

Cuadro 4. Rangos entre los niveles de erosión y niveles de peligro con la respectiva ponderación Saaty

Niveles de pérdida de suelo	Tn/ha/año	Niveles de Peligro	Ponderación Saaty
Muy alta	>40	Muy alto	0,503
Alta	30 – 40	Alto	0,26
Medio	20 – 30	Medio	0,134
Moderado	10 – 20	Bajo	0,068
Normal	0 – 10	Muy bajo	0,035

FUENTE: Elaboración propia

Peligros antrópicos

Contaminación del aire por ruido y NO₂

- Obtención de datos

- **Para el ruido:** Se tomaron los datos del estudio de ZAVALA (2014) en el que se midieron los niveles de ruido en las principales avenidas de la ciudad de Tingo María
- **Para el NO₂:** Se tomaron los datos del estudio de AYALA (2016) en el que se midieron los niveles de NO₂ de las principales avenidas de la ciudad de Tingo María.

- Tratamiento de los datos de ruido y NO₂

- Una vez obtenidos los datos puntuales de ruido y NO₂ se realizó la interpolación geoespacial Kriging ordinario, generando una superficie que cubre el área de estudio.

Interpolación Kriging

Kriging es un tipo poderoso de interpolación espacial que utiliza fórmulas matemáticas complejas para estimar valores en puntos desconocidos basados en los valores en puntos conocidos. La diferencia entre la interpolación Kriging y otros tipos de interpolación es que esta interpolación tiene funciones definidas, pero no para los puntos en si mismos, sino para su Variograma, que consiste en la relación que tiene la varianza de los datos con la distancia de este (MORAL, 2004)

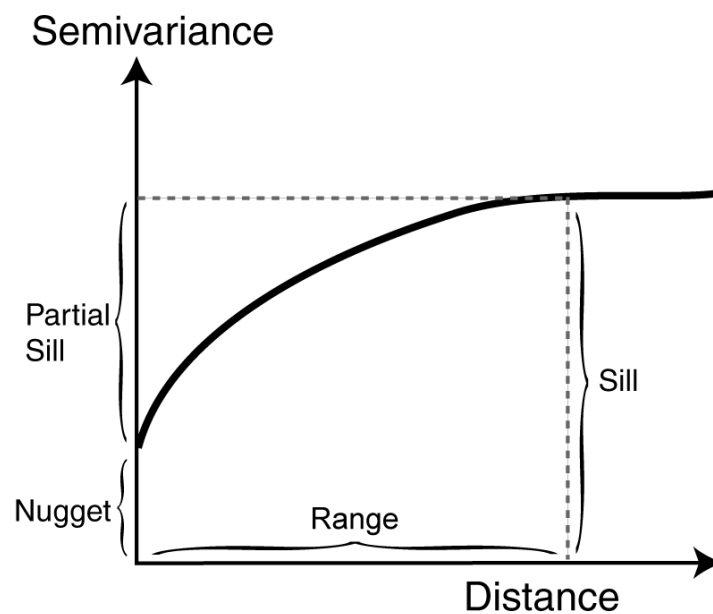


Figura 3. Variograma típico de una interpolación Kriging

- Clasificación del peligro

- Se trabajaron las curvas de transformación de Batelle – Columbus para determinar la intensidad del peligro de los contaminantes del aire trabajados en este estudio.

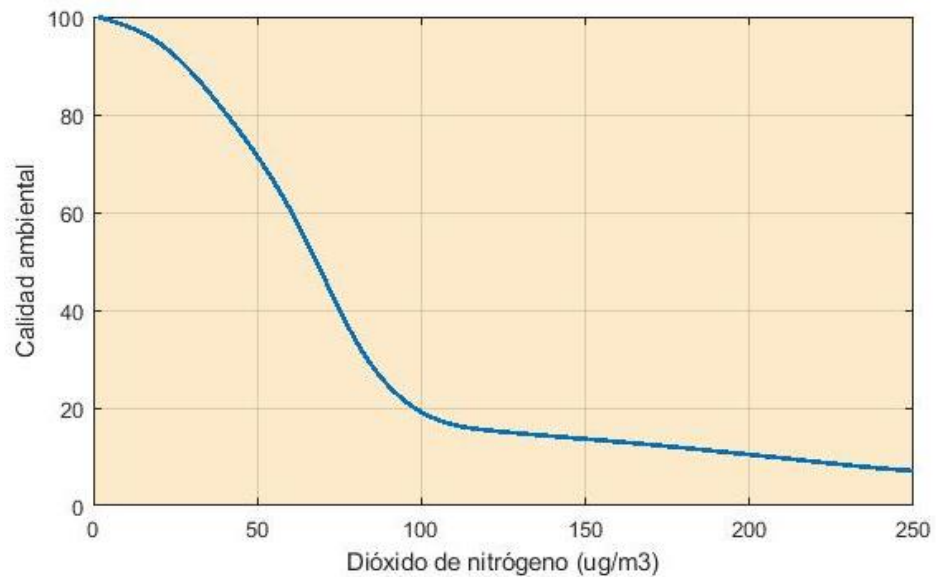


Figura 4. Curva de transformación de calidad ambiental para la concentración de dióxido de nitrógeno

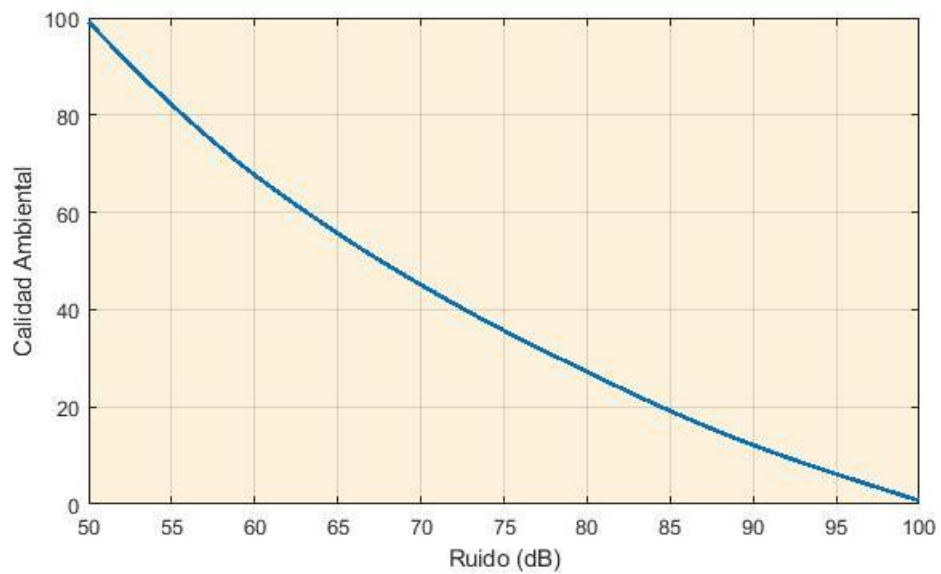


Figura 5. Curva de transformación de calidad ambiental para el ruido LAeqT (dB)

Considerando que el nivel de peligro está relacionado con la calidad ambiental, a partir de las Figuras 3, 4 y 5 se construyeron los rangos de concentración de contaminantes, la calidad ambiental, el nivel de peligro y su peso Saaty

Cuadro 5. Relación de concentración de contaminantes del aire (ruido y NO₂) calidad ambiental, nivel de peligro y ponderación Saaty

Calidad Ambiental	Ruido LAeqT (dB) ¹	NO ₂ (µg/m ³) ¹	Peligro	Peso Saaty ²
Excelente	<60	<40,6	Muy bajo	0,035
Alta	60 – 70	40,6 - 60,4	Bajo	0,068
Regular	70 – 80	60,4 - 75,1	Medio	0,134
Baja	80 – 90	75,1 - 97,9	Alto	0,26
Muy baja	>90	>97,93	Muy alto	0,503

FUENTE: Elaboración propia

¹ Los rangos son adaptados de la guía de evaluación de impacto ambiental de CONESA (2003)

² Los pesos fueron establecidos siguiendo la metodología SAATY, (1994)

2.3.4. Evaluación de la Vulnerabilidad

A. VULNERABILIDAD DEBIDO A LOS PELIGROS NATURALES

Los indicadores para la vulnerabilidad natural se muestran en el Cuadro 6

Cuadro 6. Establecimiento de indicadores y pesos para el cálculo de la vulnerabilidad de los peligros naturales

Factor ¹	Indicadores	Peso ²	
Exposición	> 3952	0.503	
	Densidad Poblacional (Hab/km ²) ³	1226 - 3952	0.26
	220 - 1226	0.134	
	18 - 220	0.068	
	< 18	0.035	
Servicios educativos expuestos	> 75 % del servicio educativo expuesto.	0.503	
	< 75% y > 50 % del servicio educativo expuesto.	0.26	
	< 50% y > 25 % del servicio educativo expuesto.	0.134	

	< 25% y > 10 % del servicio educativo expuesto.	0.068
	< de 10% del servicio educativo expuesto	0.035
Servicios de salud expuestos	> 75 % del servicio de salud expuesto.	0.503
	< 75% y > 50 % del servicio de salud expuesto.	0.26
	< 50% y > 25 % del servicio de salud expuesto.	0.134
	< 25% y > 10 % del servicio de salud expuesto.	0.068
	< de 10% del servicio de salud expuesto	0.035
Grupo etario	De 0 a 5 años y mayores de 65 años.	0.503
	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	0.26
	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	0.134
	De 15 a 30 años.	0.068
	De 30 a 50 años.	0.035
Nivel de discapacidad	Dependencia Total	0.503
	Dependencia severa	0.26
	Dependencia moderada	0.134
	Dependencia escasa	0.068
	Independencia	0.035
Estado de la edificación	Muy malo	0.503
	Malo	0.26
	Regular	0.134
	Bueno	0.068
	Muy bueno	0.035
Material de construcción del piso	Piso de tierra	0.503
	Piso de madera	0.26
	Piso de cemento	0.134
	Piso de láminas asfálticas	0.068
	Piso de losetas	0.035
Material de construcción de las paredes	Pared de piedra con barro	0.503
	Pared de calamina	0.26
	Pared de madera	0.134
	Pared de piedra, sillar con cal o cemento	0.068
	Pared de ladrillo o bloque de cemento	0.035
Actitud frente al riesgo	Actitud fatalista	0.503
	Actitud escasamente previsoras	0.26
	Actitud parcialmente previsoras sin acción	0.134
	Actitud parcialmente previsoras con acción	0.068
	Actitud previsoras	0.035
Grado de instrucción	Inicial o ninguno	0.503
	Primaria completa	0.26
	Secundaria completa	0.134
	Superior no culminado	0.068
	Superior finalizado	0.035
Ingreso Económico	Menor del sueldo mínimo	0.503
	De 930 a 1500 soles	0.26
	De 1501 a 2200 soles	0.134
	De 2201 a 2860 soles	0.068
	Mayor a 2860 soles	0.035
Tipo de seguro afiliado	Ninguna	0.503
	SIS	0.26

ESSALUD	0.134
FFAA - PNP	0.068
Privado	0.035

FUENTE: Elaboración propia

¹ Los factores y sus indicadores fueron extraídos de CENEPRED (2015)

² Los pesos fueron establecidos siguiendo la metodología SAATY, (1994)

³ Rangos adaptados del estudio de Uzielli *et al.*, (2008)



Figura 6. Identificación de parámetros en la exposición, fragilidad y resiliencia en el cálculo de la vulnerabilidad de los peligros naturales

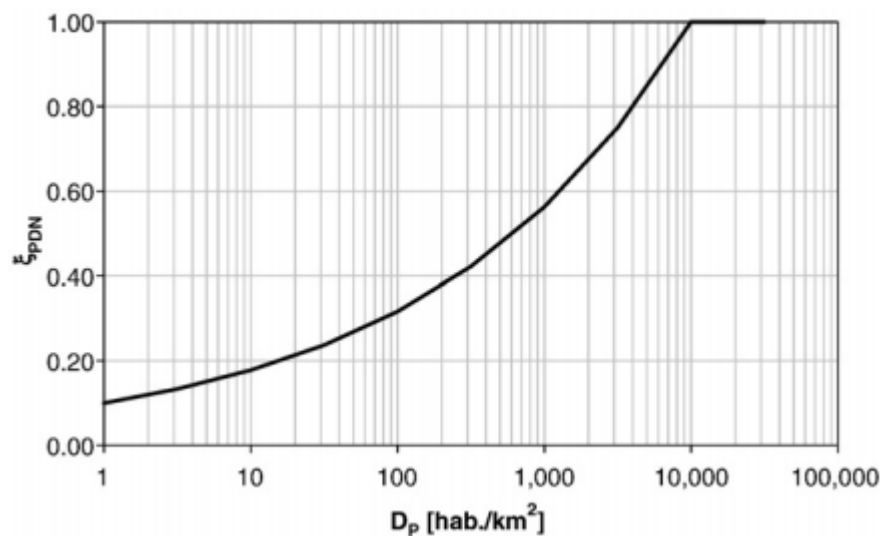


Figura 7. Índice de exposición función a la densidad poblacional

FUENTE: Uzielli *et al.*, (2008)

B. VULNERABILIDAD DEBIDO A LOS PELIGROS ANTRÓPICOS

Las vulnerabilidades debido a los peligros antrópicos se centraron en el daño a la salud más que a las pérdidas físicas, los factores escogidos para exposición fragilidad y resiliencia se muestran en la Figura 8.



Figura 8. Identificación de parámetros en la exposición, fragilidad y resiliencia en el cálculo de la vulnerabilidad de los peligros antrópicos

Cuadro 7. Establecimiento de indicadores y pesos para el cálculo de la vulnerabilidad de los peligros antrópicos

	Factor	Indicadores	Peso
Exposición	Densidad Poblacional (Hab/km ²) ¹	> 3952	0.503
		1226 - 3952	0.26
		220 - 1226	0.134
		18 - 220	0.068
		1 - 18	0.035
Fragilidad	Grupos etareos	De 0 a 5 años y mayores de 65 años.	0.503
		De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	0.26
		De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	0.134
		De 15 a 30 años.	0.068
		De 30 a 50 años.	0.035
Resiliencia	Ingreso económico	Menor del sueldo mínimo	0.503
		De 930 a 1500 soles	0.26
		De 1501 a 2200 soles	0.134
		De 2201 a 2860 soles	0.068
		Mayor a 2860 soles	0.035
		Ninguna	0.503
		SIS	0.26

Tipo de seguro afiliado	ESSALUD FFAA - PNP Privado	0.134 0.068 0.035
-------------------------	----------------------------------	-------------------------

FUENTE: Elaboración propia

¹ Rangos adaptados del estudio de Uzielli *et al.*, (2008)

² Todos los pesos de los factores fueron adaptados del CENEPRED (2015), excepto la densidad poblacional

La vulnerabilidad se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Exposicion} = \sum WE_i \times IE_i$$

$$\text{Fragilidad} = \sum WF_i \times IF_i$$

$$\text{Resiliencia} = \sum WR_i \times IR_i$$

Donde WE_i , WF_i y WR_i son los pesos de los i – ésimos indicadores de exposición, fragilidad y resiliencia y IE_i , IF_i y IR_i son los los i – ésimos indicadores de exposición, fragilidad y resiliencia

$$\text{Vulnerabilidad} = \frac{\text{Exposicion} + \text{Fragilidad} + \text{Resiliencia}}{3}$$

Para la vulnerabilidad se trabajó con encuestas a los pobladores de la ciudad de Tingo María. La población estimada para la zona central es de 36800 habitantes. El muestreo por una población finita se calcula con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

Para $N = 36800$, $Z_{\alpha}^2 = 1.96$ ($\alpha=0.05$), $p = q = 0.5$ y $d = 0.05$, la población resultante es:

$$n = \frac{36800 \times 1.96 \times 0.5 \times 0.5}{0.05^2 \times (36800 - 1) + 1.96 \times 0.5 \times 0.5} = 380.20 = 380$$

Las 380 encuestas fueron repartidas entre los 50 sectores, con un promedio de 7.6 encuestas por sector, las cuales en algunos sectores (con mayor población) se redondearon al mayor entero y en sectores con menor proporción se redondearon al menor entero

2.3.5. Evaluación del Riesgo

El riesgo se calcula con la siguiente ecuación

$$\text{Riesgo} = \text{Peligro} \times \text{Vulnerabilidad}$$

Se utilizó la raíz cuadrada para que el resultado de multiplicar peligro y vulnerabilidad se mantenga dentro de los rangos del CENEPRED

Cuadro 8. Niveles de riesgo en función a los rangos de cálculo

Riesgo Muy Alto	$0.068 \leq R < 0.253$
Riesgo Alto	$0.018 \leq R < 0.068$
Riesgo Medio	$0.005 \leq R < 0.018$
Riesgo Bajo	$0.001 \leq R < 0.005$

FUENTE: (CENEPRED, 2015)

Cuadro 9. Descripción e implicancias en el Ordenamiento territorial de los niveles de riesgo establecidos por el CENEPRED

Niveles de riesgo	Descripción	Implicancias de Ordenamiento Territorial
Riesgo Muy Alto	Las personas están en peligro tanto dentro como fuera de sus casas. Existen grandes probabilidades de destrucción repentina de edificios y/o casas. Los eventos se manifiestan con una intensidad relativamente débil, pero con una frecuencia	Zona de prohibición, no apta para la instalación, expansión o densificación de asentamientos humanos. Áreas ya edificadas pueden ser protegidas con importantes obras de protección, sistemas de alerta temprana y evacuación temporal. Medidas

	elevada o con intensidad fuerte. En este caso, las personas están en peligro afuera de los edificios.	estructurales que reduzcan el riesgo.
Riesgo Alto	Las personas están en peligro afuera de los edificios, pero no o casi no adentro. Se debe contar con daños en los edificios, pero no destrucción repentina de éstos, siempre y cuando su modo de construcción haya sido adaptado a las condiciones del lugar.	Zona de reglamentación, en la cual se puede permitir de manera restringida, la expansión y densificación de asentamientos humanos, siempre y cuando existan y se respeten reglas de ocupación del suelo y normas de construcción apropiadas. Construcciones existentes que no cumplan con las reglas y normas deben ser reforzadas, protegidas o desalojadas y reubicadas.
Riesgo Medio	El peligro para las personas es regular. Los edificios pueden sufrir daños moderados o leves, pero puede haber fuertes daños al interior de estos.	Zona de sensibilización, apta para asentamientos humanos, en la cual la población debe ser sensibilizada ante la ocurrencia de este tipo de peligro, a nivel moderado y poco probable, para el conocimiento y aplicación de reglas de comportamiento apropiadas ante el peligro.
Riesgo Bajo	El peligro para las personas y sus intereses económicos son de baja magnitud, con probabilidades de ocurrencia mínimas.	Zona de sensibilización, apta para asentamientos humanos, en la cual los usuarios del suelo deben ser sensibilizados ante la existencia de peligros muy poco probables, para que conozcan y apliquen reglas de comportamiento apropiadas ante la ocurrencia de dichos peligros.

FUENTE: (CENEPRED, 2015)

2.4. Diseño de investigación y tipo de investigación

2.4.1. Diseño

Como el fin del trabajo es describir el nivel de riesgo en la zona urbana de Tingo María, se utilizó el diseño no experimental, ya que no se realizó manipulación de variables dependientes, sino que se observó el nivel de riesgo debido a los fenómenos naturales y antrópicos establecidos

2.4.2. Tipo de investigación

Según (HERNANDEZ, 2010) el estudio descriptivo tiene como meta describir fenómenos, situaciones, contextos y eventos; esto es, detallar cómo son y se manifiestan. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características de un fenómeno en particular. El presente estudio es de tipo descriptivo, ya que se describe el riesgo (riesgo alto, medio, bajo, etc.) en la zona urbana de Tingo María

2.4.3. Enfoque

El enfoque es de tipo cuantitativo ya que se calcularon numéricamente los riesgos en una plataforma SIG (ArcGIS 10.3) a la que posteriormente se le asignó una calificación

2.5. Toma y procesamiento de datos

- **Observación directa:** Los datos para la simulación de inundación fueron levantados de campo (análisis de suelo), datos históricos (precipitaciones)
- **Encuestas:** Para el cálculo de la vulnerabilidad se utilizaron preguntas cerradas y/o toma de datos de campo (Ver ANEXO)

2.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.

Para la simulación de inundación se trabajaron los datos topográficos proporcionados por la municipalidad provincial de Leoncio Prado y los datos de precipitación proporcionados por el estudio hidrológico de Tingo María, ambos datos se insertaron en el software HEC-RAS 4.1. y ArcGIS 10.3, estos programas nos ayudaron a visualizar las inundaciones en la zona urbana de Tingo María.

Para el procesamiento de datos de las encuestas se utilizó el software Excel y se realizaron las ponderaciones de la importancia de estos para las dimensiones de exposición, fragilidad y resiliencia usando el análisis jerárquico Saaty.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Marco teórico

3.1.1. Calidad y riesgo ambiental

La calidad ambiental se puede definir como el conjunto de características ambientales que permitan la buena salud de las personas o el ecosistema; aunque, en lugares altamente urbanizados el interés de la calidad ambiental está más direccionado al bienestar de las personas. La calidad ambiental urbana entonces podría definirse cómo el conjunto de características y factores ambientales en el medio urbano que permiten la buena salud de las personas y el ecosistema.

Según la guía para la elaboración de estudios de evaluación de riesgos a la salud y el ambiente (ERSA) en sitios contaminados la evaluación del riesgo es “la determinación cualitativa y cuantitativa de un riesgo a la salud humana y el ambiente generado por la presencia actual de contaminantes o su dispersión potencial. La evaluación de riesgos involucra la naturaleza, magnitud y la probabilidad de efectos adversos a la salud humana y/o ecosistemas como resultados de la exposición a contaminantes por diferentes rutas y vías de exposición”.

A partir de los conceptos de calidad ambiental urbana y riesgo ambiental, podríamos definir el riesgo ambiental urbano como la probabilidad de daño a la salud o al ecosistema debido a la baja calidad ambiental consecuencia de factores antropogénicos y/o naturales.

3.2. Antecedentes de la investigación

Según el estudio realizado por ABC (2008) las zonas de “Brisas del Huallaga”, “Playa Tingo” y “Los laureles” presentan riesgos de inundación altos y muy altos. La subgerencia de gestión ambiental y defensa civil identificaron los niveles de riesgo de inundación y deslizamientos para la zona urbana de Tingo María y tan solo un 16.30% de la superficie presenta riesgos bajos

Cuadro 10. Niveles de riesgo por inundación y deslizamientos en la zona urbana de Tingo María.

Niveles de Riesgo	Áreas (Ha)	Porcentaje
Muy alto	323.43	15.54%
Alto	150.38	7.22%
Medio	1268.29	60.93%
Bajo	339.29	16.30%

FUENTE: ABC (2008)

Aunque la evaluación de riesgos ha sido ampliamente estudiada, hasta ahora no se ha realizado una investigación que integre todos los problemas ambientales (o por lo menos varios de ellos en un solo estudio) de una ciudad para hacer de esta un análisis de riesgo, sin embargo, existen trabajos en los que se analiza el riesgo para factores que intervienen en la calidad de vida

3.2.1. Riesgo urbano por inundación

El CENEPRED considera al peligro como la función de factores condicionantes y desencadenantes, sin embargo, el INDECI trabaja con las profundidades de inundación y sus velocidades:

Niveles de intensidad	Profundidad del flujo (H) (m) (inundaciones estáticas)	Profundidad x velocidad. del flujo (m ² /s) (inundaciones dinámicas)
Muy alta	$H > 1.5 \text{ m}$	$H*V > 1.5 \text{ m}$
Alta	$0.5 \text{ m} < H < 1.5 \text{ m}$	$0.5 \text{ m} < H*V < 1.5 \text{ m}$
Media	$0.25 \text{ m} < H < 0.5 \text{ m}$	$0.25 \text{ m} < H*V < 0.5 \text{ m}$
Baja	$< 0.25 \text{ m}$	$H*V < 0.25 \text{ m}$

Figura 9. Intensidad de la peligrosidad considerando la profundidad de inundación y la velocidad del flujo

Modelo HEC – RAS

HEC-RAS como modelo de cálculo no deja de ser una aproximación al flujo en lámina libre. Por ello lleva asociadas unas limitaciones de cálculo inherentes a las hipótesis de partida de las ecuaciones que resuelve. Así, HEC-RAS resuelve el flujo gradualmente variado a partir de la ecuación de balance de energía (trinomio de Bernoulli) entre dos secciones dadas, excepto en los casos en los que simulen estructuras como puentes, vertederos o tramos cortos entubados (culverts). En tales casos HEC-RAS resuelve la ecuación de conservación de la cantidad de movimiento, así como ciertas ecuaciones de carácter empírico establecidas ad hoc para estas estructuras. Una hipótesis básica en la que se basa HEC-RAS es que el flujo simulado debe ser

unidimensional. Es decir, la única componente de la velocidad que se considera es la componente en la dirección del movimiento. Las otras, dirección vertical y transversal al movimiento, se consideran despreciables. Además, las pendientes se consideran pequeñas, es decir, inferiores a 1 v:10 h (BLADÉ, *et al.* 2009)

El modelo HEC – RAS requiere de 3 insumos básicos:

1) Modelo de elevación digital (DEM)

Esto es requerido básicamente para las secciones transversales y la visualización del alcance de la altura del agua. El mundo en que vivimos y trabajamos se caracteriza por ser tridimensional. Por ejemplo, tenemos valles, montañas, cañadas y riscos. Los programas de computación en el área de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permiten recrear visual y numéricamente el valor Z asociado a elementos del paisaje (natural y antrópico) (FALLAS, 2007)

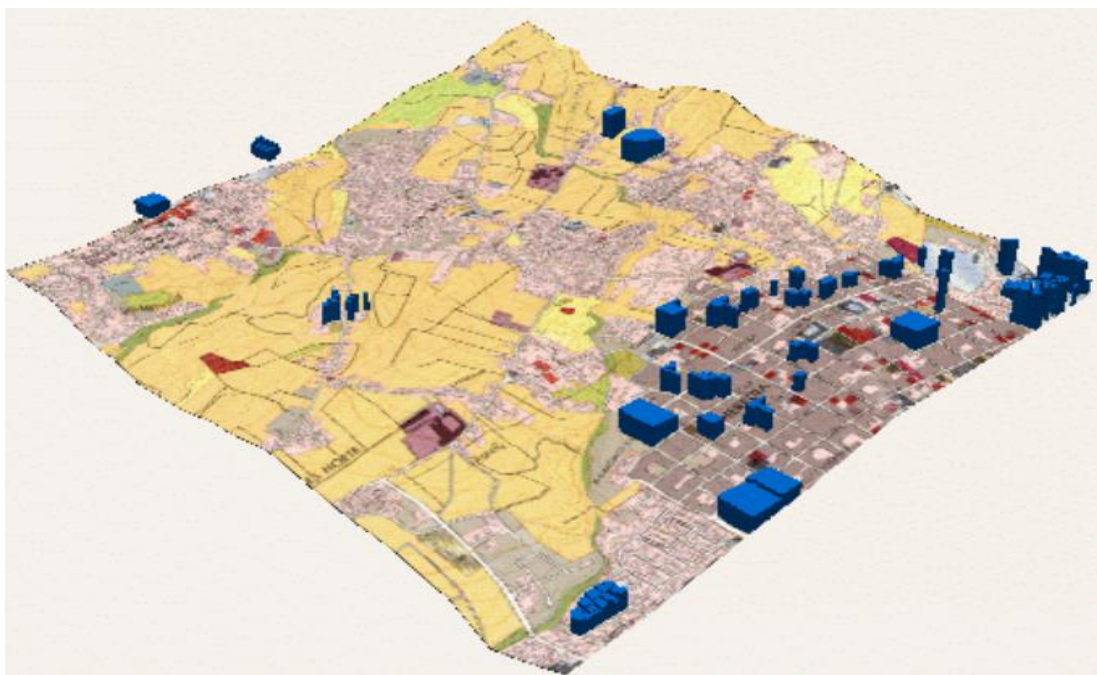


Figura 10. Modelo de elevación digital de una ciudad

2) Caudales máximos

Método racional

El método puede ser aplicado a pequeñas cuencas de drenaje agrícola, aproximadamente si no exceden a 1300 has o 13 Km². En el método racional, se supone que la máxima escorrentía ocasionada por una lluvia se produce cuando la duración de ésta es igual al tiempo de concentración. Cuando así ocurre, toda la cuenca contribuye con el caudal en el punto de salida. Si la duración es mayor que el tiempo de concentración, contribuye asimismo toda la cuenca, pero en ese caso la intensidad de la lluvia es menor, por ser mayor su duración y, por tanto, también es menor el caudal. Si la duración de la lluvia es menor que el tiempo de concentración, la intensidad de la lluvia es mayor, pero en el momento en el que acaba la lluvia, el agua caída en los puntos más alejados aún no ha llegado a la salida; sólo contribuye una parte de la cuenca a la escorrentía, por lo que el caudal será menor. Aceptando este planteamiento, el caudal máximo se calcula por medio de la siguiente expresión, que representa la fórmula racional:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Dónde: Q es el caudal máximo, C es el coeficiente de escorrentía, I es intensidad máxima de la lluvia, para una duración igual al tiempo de concentración, y para un período de retorno dado, en mm/h y A es el área de la cuenca.

Método racional de Témez

La metodología de Témez se basa en el método racional, aplicable a pequeñas cuencas, pero con una serie de modificaciones que amplían su rango de validez hasta los 3000 km² (DIAZ *et al.*, 2005).

$$Q = \frac{CIA}{3.6} \times K$$

Donde K representa el coeficiente de uniformidad y se calcula de la siguiente manera:

$$K = 1 + \frac{t_c^{1.25}}{t_c^{1.25} + 14}$$

$$t_c = 0.3 \frac{L^{0.76}}{J^{1/4}}$$

Donde t_c es el tiempo de concentración en horas, L es la longitud del cauce principal y J es la pendiente del cauce principal.

Método de MacMath

La fórmula de Mac Math, para el sistema métrico, es la siguiente:

$$Q = 0.0091CIA^{4/5}S^{1/3}$$

3) Uso de suelos

Su requerimiento es para determinar los coeficientes de Manning de cada parte del terreno. Actualmente se cuenta con Sistemas de Información Geográfica que ayudan a zonificar los tipos de uso de suelo para poder determinar su respectivo coeficiente.

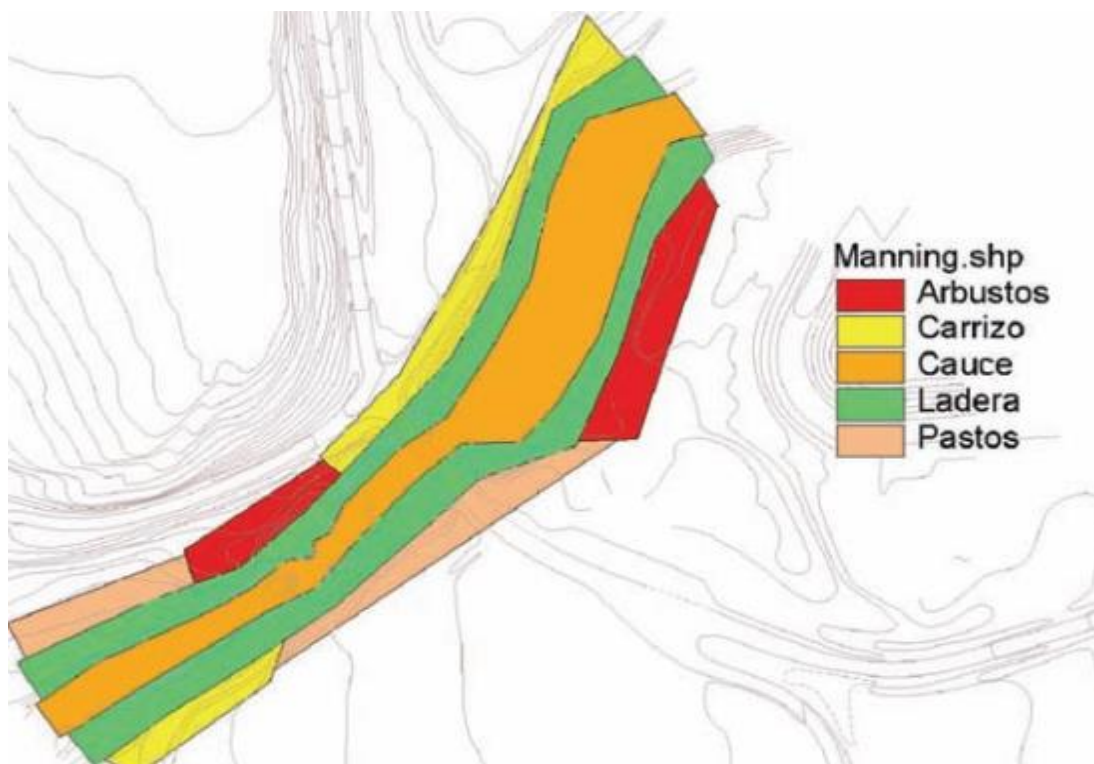


Figura 11. Mapa de uso de suelos para el establecimiento de los coeficientes de Manning

En el estudio de TUESTA (2018) se realizó la evaluación de riesgo por inundación en una sección del río Huallaga (desde el sector “Las Lagunas” hasta el sector “Los Jazmines”), ubicada en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco. La metodología consistió en la recopilación de datos de gabinete como datos de precipitación, curvas IDF y de campo para estimar los peligros con sus respectivos escenarios, análisis de vulnerabilidad social, económica y ambiental y los riesgos por inundación de la ciudad de Tingo María; se analizó e interpretó los resultados para plasmarlos en mapas temáticos mediante un entorno SIG. Los resultados obtenidos fueron: presenta peligro alto con 36.30%, medio con 30.17%, bajo con 23.17% y muy alto con 10.36% del área de estudio; la zona afectada por este peligro va desde

la ribera del río, hasta las primeras cuerdas de los jirones al lado derecho de la Av. Raymondi, con respecto a la vulnerabilidad se obtuvo lo siguiente: vulnerabilidad social baja con 25.97%, media con 39.72% y alta con 34.32%, vulnerabilidad económica media con 77.80% y alta con 22.20% y vulnerabilidad ambiental alcanza su categoría muy alto en toda su extensión de la zona evaluada y presenta niveles de riesgo medio con 61.54%, alto con 23.08% y muy alto con 15.38% del área de estudio evaluada.

El estudio de ZHAI *et al.*, (2006) proporciona un marco para analizar muertes y lesiones por inundación, y describe la derivación de una función de riesgo de inundación generalizada (es decir, consecuencias de inundación y sus probabilidades) mediante la introducción de un índice integrado (el número de edificios residenciales afectados por una inundación) que representa El cambio principal en la relación de poder entre la intensidad de la inundación, la vulnerabilidad regional y la resiliencia. Tanto las probabilidades como el número de muertes y lesiones aumentan significativamente con el aumento de la gravedad de la inundación (en términos del número de edificios inundados). A continuación, se presenta la ecuación producto de su investigación:

$$P(Y \geq 1/X = N) = \frac{1}{1+e^{3.139-1.595 \times \text{Log}_{10}(X)}} \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde $P(Y \geq 1/X = N)$, es la probabilidad de encontrar al menos un muerto, herido o desaparecido para N construcciones afectadas por las inundaciones

3.2.2. Riesgo urbano por erosión

En el estudio de MEZA-SEGAMA, (2016) se evaluaron cinco parcelas de escorrentía, ubicadas en el BRUNAS. Con el objetivo de determinar la influencia de la cobertura en la variación de la erosión hídrica en parcelas demostrativas del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, se evaluó el porcentaje de la cobertura vegetal. La duración de las evaluaciones en campo fue de enero del 2016 – julio del 2016. Los resultados indican que a los 7 meses de establecidas las coberturas: con el método de la Ecuación Universal de la Pérdida de Suelo (USLE) existen diferencias en las tasas de erosión.

Cuadro 11. Diferencias de las tasas de erosión en el BRUNAS en diferentes coberturas vegetales

Tratamientos		Cobertura vegetal	Ton/Ha/año
Parcela I	T1	<i>Canavalia ensiformis</i>	13,49
Parcela II	T2	<i>Canavalia ensiformis</i> y <i>Pueraria phaseoloides</i>	17,82
Parcela III	T3	<i>Mucuna pruriens</i>	19,03
Parcela IV	T4	<i>Mucuna pruriens</i> y <i>Pueraria phaseoloides</i>	22,61

FUENTE: MEZA-SEGAMA, (2016)

Otra investigación que se puede mencionar es la de (DEL ÁGUILA-ANGÚLO, 2010) que se realizó en el sector “La alcantarilla”, ubicado en el distrito de Mariano Dámaso Beraúm - Las Palmas, Provincia de Leoncio Prado, con el objetivo de estimar la tasa de pérdida de suelo por erosión hídrica. Para ello se aplicó la metodología de la Ecuación Universal Revisada de Pérdida de Suelos (USLE/RUSLE). La microcuenca "Alcantarilla" tiene una erosión media de 0 y 3046 toneladas / ha / año, encontrándose que el 82% de la microcuenca "Alcantarilla" tiene una erosión de baja a moderada y el 12% restante una erosión

que supera los límites aceptables, con áreas que incluso califican como de riesgo muy crítico. Luego de realizar el análisis de correlación entre la erosión y el factor C, se determinó que el uso y cobertura del suelo afecta directamente los procesos de erosión ($R^2 = 0.87$).

En el trabajo de Sotiropoulou *et al.*, (2011) se utilizó la Ecuación Universal de Perdida de Suelos (USLE) implementado en un GIS, para evaluar el riesgo por erosión en Rodopi, Grecia. Los resultados mostraron que el 58,2% del área de estudio presentaba un riesgo de erosión mínimo (4052 ha), 16,4% un riesgo de erosión mínimo a moderado (1145 ha), 9,1% un riesgo de erosión moderado a severo (633 ha), 5,1% un riesgo de erosión severo a muy severo (358 ha), y 11,1% un riesgo de erosión altamente severo (773 ha).

Otro estudio que se puede mencionar es el de Quillama-Torres *et al.*, (2017) en el que se avaluó el riesgo por erosión en la ciudad de Ayabaca, Piura. Aunque en este estudio no se utilizó el modelo USLE para el cálculo de la erosión, se siguió la metodología CENEPRED utilizando como factores condicionantes al tipo de suelo, geología y la geomorfología y como factor desencadenante a la precipitación. Por otro lado, para el análisis de vulnerabilidades de la dimensión social, los elementos expuestos considerados fueron, la población, viviendas y centros educativos y de salud, con respecto a la fragilidad, se consideró los grupos etarios y los tipos de discapacidad de los habitantes; finalmente para la resiliencia se consideró el nivel educativo, tipo de seguro y beneficios sociales. Para la dimensión económica, se trabajaron los mismos elementos expuestos, pero la fragilidad estuvo determinada por el

material predominante en paredes y techos de las construcciones y como factor de resiliencia se analizó el tipo de vivienda, si era alquilado, propio, etc. El estudio no cuantifica áreas específicas de impacto, sin embargo, si da un costo aproximado de los posibles daños por dicho riesgo, el cálculo ascendió a unos S/. 135,127,500.00.

Un estudio que evalúa los riesgos por colmatación en el drenaje pluvial es el de FERNÁNDEZ-CABRA, (2015), esta colmatación tiene relación directa con la erosión en las partes altas, por lo que a continuación se menciona el trabajo. Esta investigación se llevó a cabo en la ciudad de Tingo María y se evaluó la calidad del aire, agua y suelo a partir de parámetros microbiológicos y fisicoquímicos. Los parámetros microbiológicos para todos los canales de drenaje estudiados superan los estándares establecidos para aguas residuales urbanas al encontrar concentración de coliformes fecales mayor >1100 , presencia de *Salmonella spp.*, *Vibrio cholerae* y presencia de vectores. Los parámetros fisicoquímicos en todos los canales de drenaje estudiados superan los estándares establecidos para aguas residuales urbanas. La concentración de turbiedad fue >9.99 NTU. La calidad del agua de los canales es mala. Los canales presentan residuos sólidos de los cuales el 74.89% es de origen orgánico, residuos de botella y vidrio es de 7.66%, residuos de plástico es de 10.54%, residuos de metales es de 2.29% y otros residuos es de 4.62%, habiéndose determinado que los propios pobladores aledaños a los canales los utilizan como botadores encontrando un promedio de generación per cápita de 0.256 Kg/hab/día. El riesgo ambiental por los índices microbiológicos, personal de limpieza sin EPP adecuados y la mala calidad del agua de canales de drenaje

estudiados, así como por la presencia de residuos sólidos es del 64,43%, lo cual es significativo y amerita tomar medidas de mitigación para disminuir los impactos sobre la sociedad, el ambiente y la economía de la ciudad.

3.2.3. Riesgo urbano por ruido

Desde hace tiempo se reconoce que la exposición continua a niveles de sonido elevados conduce a la pérdida auditiva inducida por el ruido. El ruido se define como un sonido no deseado que perturba la comunicación y la inteligibilidad del habla e interfiere con el sueño y las tareas mentales. La evidencia apunta a numerosos resultados psicofisiológicos de exposición sostenida, que incluyen molestias, rendimiento reducido, comportamiento agresivo y mayor riesgo de infarto de miocardio. Las áreas pobladas han experimentado un aumento constante en el ruido ambiental exterior como resultado del aumento del tráfico de vehículos y el uso ubicuo de maquinaria (Moudon, 2009)

Las normas internacionales sobre el ruido establecen que para exteriores el estándar de calidad ambiental es de 50 y 70 dB para la OMS y la EPA respectivamente. Por otro lado, las normas peruanas establecen lo siguiente:

Cuadro 12. Estándares nacionales de calidad con respecto al ruido

Zonas de aplicación	Valores expresados en LAeqT	
	Diurno	Nocturno
Zona de protección especial	50	40
Zona residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona industrial	80	70

FUENTE: El Peruano (2003)

Le ruido en las ciudades, está altamente correlacionado con el tráfico existente, un ejemplo es el estudio de (Seto, *et al.*, 2007) en donde se analiza la distribución espacial del ruido en la ciudad de San Francisco, encontrando los siguientes resultados, una correlación de Pearson altamente significativa ($p < 0.01$) entre el ruido y el flujo vehicular de 0.813 (correlación fuerte). En el estudio se encontró que el ruido urbano aumenta en 6,7 dB ($p < 0,001$) por cada 3 veces que se multiplicaba el tráfico. Vivir a lo largo de las calles principales también aumentó el riesgo de molestia en un 40%. En general, se estimó que el 17% de la población de la ciudad estaba en riesgo de una gran molestia por el ruido del tráfico.

Una manera de mitigar el ruido por el tránsito es aplicar la gestión ambiental del tránsito, en el que mediante análisis de redes y zonas de aplicación se logra reducir el tránsito, reduciendo así el ruido hasta niveles aceptables (Fernández y Valenzuela, 2004)

3.2.4. Riesgo urbano por NO₂

El dióxido de nitrógeno NO₂ es un gas oxidante que contamina el aire en muchos lugares urbanos e industriales, y el aire interior en hogares con aparatos de combustión. La Agencia de Protección Ambiental actualmente regula el NO₂ en el aire como un contaminante "criterio" o de referencia. A pesar de décadas de investigación de laboratorio, clínica y epidemiológica, los efectos en la salud de la exposición al NO₂ en humanos no se conocen bien. La evidencia toxicológica sugiere que el aumento de la susceptibilidad a la infección, los déficits funcionales de los efectos en las vías respiratorias y el deterioro del

estado de las personas con afecciones respiratorias crónicas, incluidos los asmáticos, son una posible preocupación.

Un metaanálisis de los resultados de Atenas, Barcelona, Colonia, Londres, Lyon y París arrojó un aumento medio de muertes del 1,3% cuando el valor medio máximo diario aumentó en 50 mg/m³ (Krafta *et al.*, 2005). La correlación entre la concentración en el ambiente de NO₂ y el aumento de la mortalidad cardiovascular han sido calculado en un metaanálisis. Con un aumento de la concentración media diaria de NO₂ de 50 mg/m³ se estimó un aumento del 1% de las muertes cardiovasculares (Zmirou *et al.*, 1998).

3.3. Delimitación de zonas urbanas a partir del análisis de redes

Una dificultad universal para los estudios urbanos es cómo definir correctamente una ciudad. Las áreas urbanas juegan un papel importante en la representación del desarrollo espacial urbano para las decisiones de planificación, gestión y estudios urbanos. No sólo ilustran los patrones espaciales, como los niveles de desarrollo y las escalas del entorno construido, sino que también revelan las desigualdades socioeconómicas dentro de las zonas edificadas, representando así cómo evoluciona una ciudad de manera compleja (Batty 2012).

Podemos definir diferentes niveles de análisis como, por ejemplo, el caso de una red urbana. Si consideramos el nivel de análisis urbano es posible visualizar otros fenómenos de red diferentes, teniendo en cuenta las interacciones que generan y, por lo tanto, los espacios que se forman a partir de dichas relaciones. Hay diferentes tipos de redes a analizar y diferentes niveles

también. Las redes físicas están sin duda entre las más importantes. Estos pueden incluir la red de carreteras y las redes de servicios públicos, como la energía, el suministro de agua, los sistemas de alcantarillado, las telecomunicaciones, etc. También es posible visualizar algunas redes no materiales, que recuerdan el conjunto de relaciones que se pueden establecer entre los diferentes puntos o nodos que componen la red. Estos pueden ser conexiones, así como acuerdos comerciales, industriales, culturales, ocupacionales o vínculos entre las localidades consideradas (Borruso, 2003).

La información principal de las redes, son los nodos (ya sea de carreteras, de servicios de agua o desagüe, etc., sin embargo, a la hora de hacer la delimitación se requiere que la información puntual (los nodos) se convierta a información de superficie, para esto el método más común es el de Estimación de Densidad de Núcleos KDE (Kernel Density Estimation). La forma general de un estimador de Kernel es:

$$\lambda(s) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\tau^2} \kappa\left(\frac{s - s_i}{\tau}\right)$$

dónde $\lambda(s)$ es la estimación de la intensidad del patrón de puntos espaciales medido en el lugar. s, s_i el evento observado i ésimo, $\kappa(\cdot)$ representa la función de ponderación del núcleo y τ es el ancho de banda. Para los datos bidimensionales, la estimación de la intensidad viene dada por:

$$\lambda(s) = \sum_{d_i \leq \tau} \frac{3}{\pi\tau^2} \left(1 - \frac{d_i^2}{\tau^2}\right)^2$$

dónde d_i es la distancia entre la ubicación s y el punto de evento observado s_i . Por lo tanto, los valores del núcleo van desde $\frac{3}{\pi\tau^2}$ en la posición s a cero a distancia τ (Borruso, 2003).

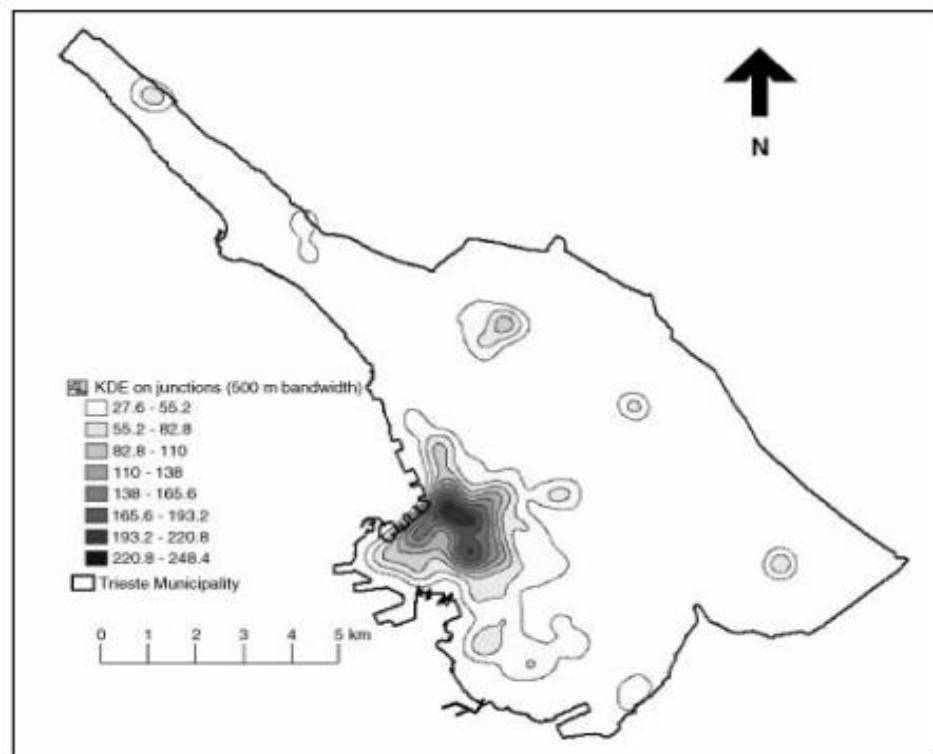


Figura 12. Delimitación del área del municipio de Trieste (Italia), aplicando KDE a partir de las redes viales de la ciudad aplicando un ancho de banda de 500 m

3.4. Peligros o amenazas

Según CENEPRED (2015) el peligro o amenaza es la “*probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos*”

La Estrategia Internacional para la Reducción del Riesgo de Desastres EIRD (2011) define el peligro de la siguiente manera: *“Un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que pueden ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales”*

El DS 048 – 2011 – PCM define el peligro como la: *“Probabilidad de que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos”*

El CENEPRED establece que los peligros son de 2 tipos: naturales y antrópico o tecnológicos:

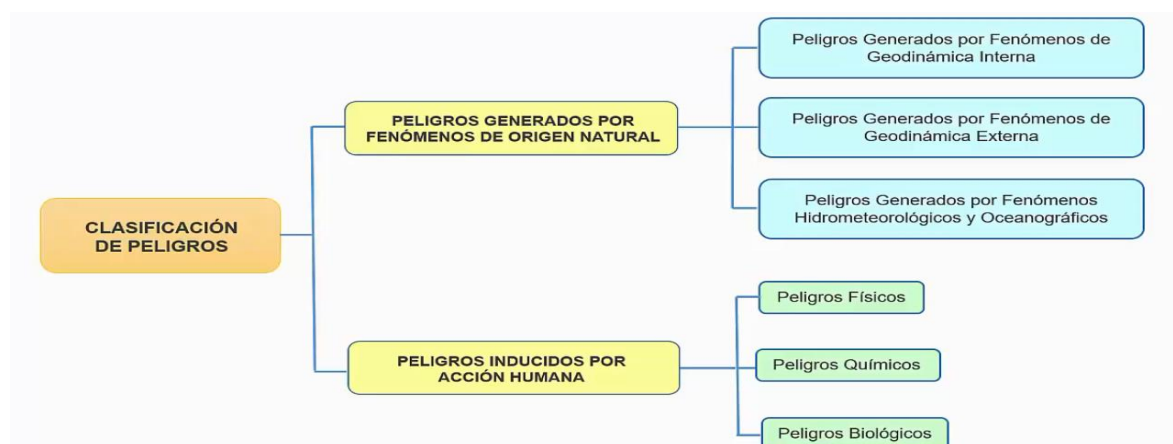


Figura 13. Clasificación de peligros

3.4.1. Peligros naturales

El EIRD (2011) define el peligro natural como: *“Un proceso o fenómeno natural que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la*

salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales”.

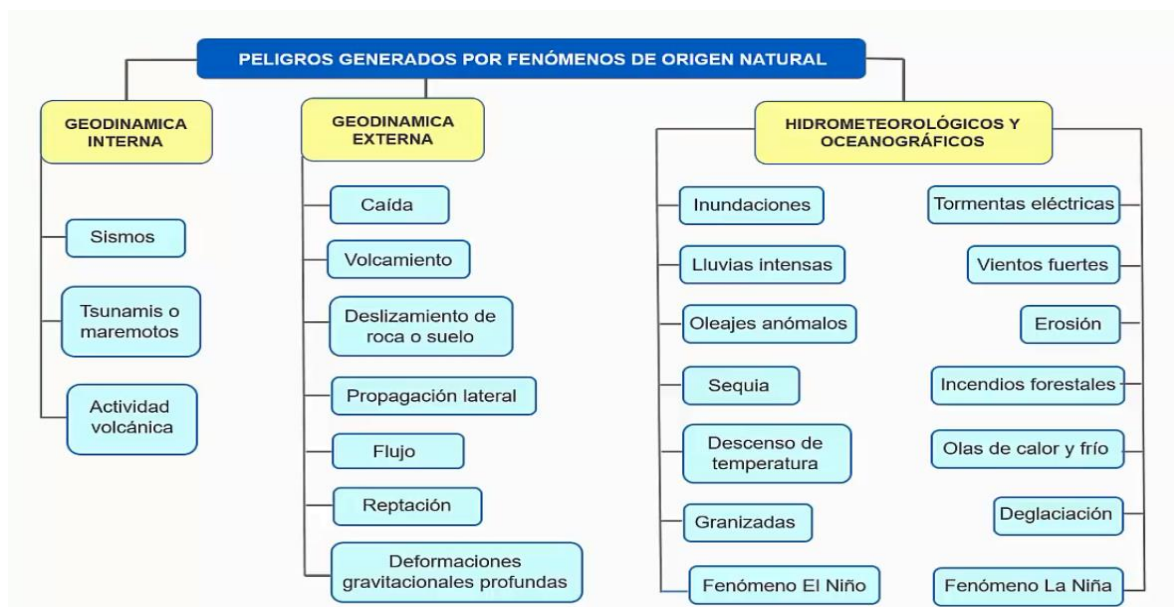


Figura 14. Clasificación de los peligros naturales

3.4.1.1. Peligros de la geodinámica interna

Sismos: Los sismos se definen como un proceso paulatino, progresivo y constante de liberación súbita de energía mecánica debido a los cambios en el estado de esfuerzos, de las deformaciones y de los desplazamientos resultantes, regidos además por la resistencia de los materiales rocosos de la corteza terrestre, bien sea en zonas de interacción de placas tectónicas, como dentro de ellas (CENEPRED, 2014)

Tsunami: Fenómeno que ocurre en el mar, generado principalmente por un disturbio sísmico que impulsa y desplaza verticalmente la columna de agua originando un tren de ondas largas, con un periodo que va de varios minutos hasta una hora, que se propaga a gran velocidad en todas direcciones desde la

zona de origen, y cuyas olas al aproximarse a las costas alcanzan alturas de grandes proporciones, descargando su energía sobre ellas con gran poder, infligiendo una vasta destrucción e inundación (CENEPRED, 2014)

Volcanes (Erupciones Volcánicas): Los volcanes son estructuras geológicas formadas alrededor de un orificio de forma circular conocido como cráter y por donde son expulsados los materiales volcánicos provenientes del interior de la Tierra (CENEPRED, 2014)

3.4.1.2. Peligros de la geodinámica externa

Movimiento de masa: Los movimientos en masa en laderas son procesos de movilización lenta o rápida que involucran suelo, roca o ambos, causados por exceso de agua en el terreno y/o por efecto de la fuerza de gravedad.



Figura 15. Proceso de deslizamiento de masas

3.4.1.3. Peligros hidrometeorológicos y oceanográficos

El EIRD (2011) da la siguiente definición: *“Un proceso o fenómeno de origen atmosférico, hidrológico u oceanográfico que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales”*

Inundaciones: Las inundaciones se producen cuando las lluvias intensas o continuas sobrepasan la capacidad de campo del suelo, el volumen máximo de transporte del río es superado y el cauce principal se desborda e inunda los terrenos circundantes. Las llanuras de inundación (franjas de inundación) son áreas de superficie adyacente a ríos o riachuelos, sujetas a inundaciones recurrentes. Debido a su naturaleza cambiante, las llanuras de inundación y otras áreas inundables deben ser examinadas para precisar la manera en que pueden afectar al desarrollo o ser afectadas por él (CENEPRED, 2014)

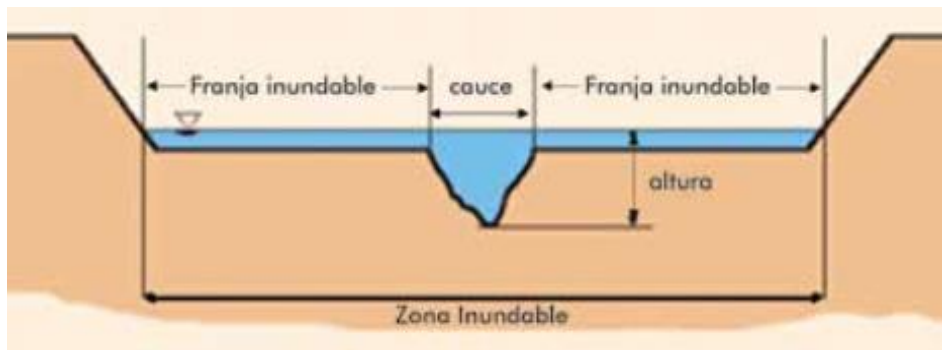


Figura 16. Sección típica simplificada de un río en la que se observa el canal principal, así como las llanuras de inundación

Sequías: La sequía es un fenómeno complejo que resulta difícil darle un enfoque genérico, que contemple todos sus aspectos y satisfaga todas las expectativas; es más bien una particularidad del clima y del ambiente, que a su vez tiene múltiples facetas, lo cual le confiere un carácter altamente relativo y elusivo (CENEPRED, 2014).

Erosión de suelos: Entre los peligros por geodinámica externa, se encuentran los producidos por erosión de capa superficial de suelos o rocas debido a la acción de factores desencadenantes naturales como la lluvia y el viento los que

afectan la erodabilidad o vulnerabilidad de los factores condicionantes. Otra definición: “proceso natural de movimiento de las partículas del suelo de un sitio a otro principalmente por medio de la acción del agua o del viento” (CENEPRED, 2014).

3.4.2. Peligros antrópicos

La EIRD (2011) establece que los peligros tecnológicos son: *“una amenaza que se origina a raíz de las condiciones tecnológicas o industriales, lo que incluye accidentes, procedimientos peligrosos, fallas en la infraestructura o actividades humanas específicas que pueden ocasionar la muerte, lesiones, enfermedades u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales o económicos, o daños ambientales”*

El manual para la evaluación de riesgos inducidos por la acción humana del CENEPRED (2015) clasifica los peligros antrópicos en los siguientes:



Figura 17. Clasificación de los peligros antrópicos según CENEPRED

3.5. Vulnerabilidad

La EIRD (2011) define la vulnerabilidad como: *“las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza”*

Según el CENEPRED (2014) la vulnerabilidad *“es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro. La vulnerabilidad puede ser explicada por tres factores: Exposición, Fragilidad y Resiliencia”*.

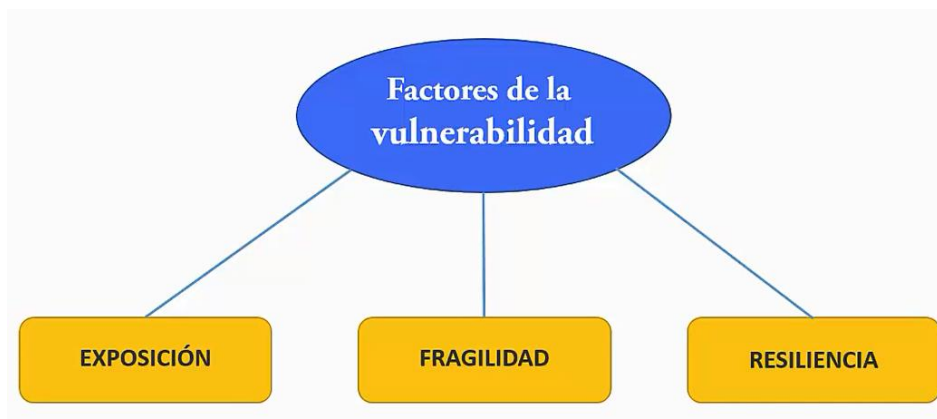


Figura 18. Factores que determinan el nivel de vulnerabilidad

3.5.1. Exposición

La exposición, está referida a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro. La exposición se genera por una relación no apropiada con el ambiente, que se puede deber a procesos no planificados de crecimiento demográfico, a un proceso migratorio desordenado, al proceso de urbanización sin un adecuado manejo del territorio y/o a políticas de desarrollo económico no sostenibles. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad (CENEPRED, 2014).

3.5.2. Fragilidad

La Fragilidad, está referida a las condiciones de desventaja o debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente a un peligro. En general, está centrada en las condiciones físicas de una comunidad o sociedad y es de origen interno, por ejemplo: formas de construcción, no seguimiento de normativa vigente sobre construcción y/o materiales, entre otros. A mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad (CENEPRED, 2014)

3.5.3. Resiliencia

La Resiliencia, está referida al nivel de asimilación o capacidad de recuperación del ser humano y sus medios de vida frente a la ocurrencia de un peligro. Está asociada a condiciones sociales y de organización de la población. A mayor resiliencia, menor vulnerabilidad (CENEPRED, 2014)

3.6. Riesgos

El Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres mediante la ley N°29664, establece que el riesgo es una función $f()$ del peligro y la vulnerabilidad.

$$\text{Riesgo} = \text{Peligro} \times \text{Vulnerabilidad}$$

IV. RESULTADOS

4.1. Delimitación del área de estudio

Para delimitar la zona urbana se utilizó la densidad de Kernel para un radio de 500 m y un tamaño de celda de 1 pixel

Los sectores afectados son en total 50, siendo las avenidas y jirones de la ciudad considerados como Zona central

Cuadro 13. Datos geométricos de la zona urbana delimitada en Tingo María

Área (Ha)	Perímetro (m)	Centroide (UTM)	
		X	Y
285,8	8852,8	390242,9	8971819,9

FUENTE: Elaboración propia

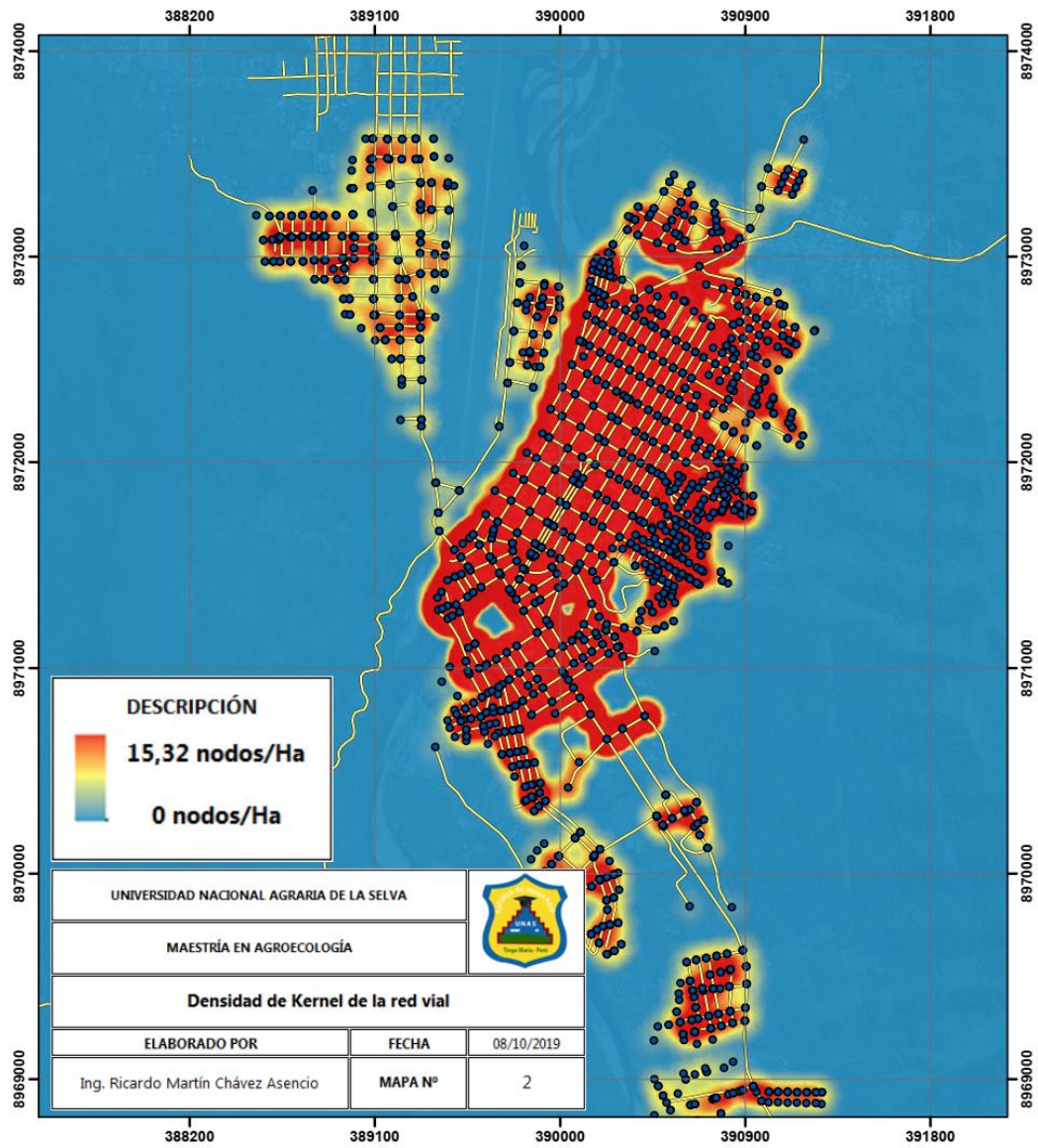


Figura 19. Densidad de Kernel a partir de la red vial en la zona urbana de Tingo María

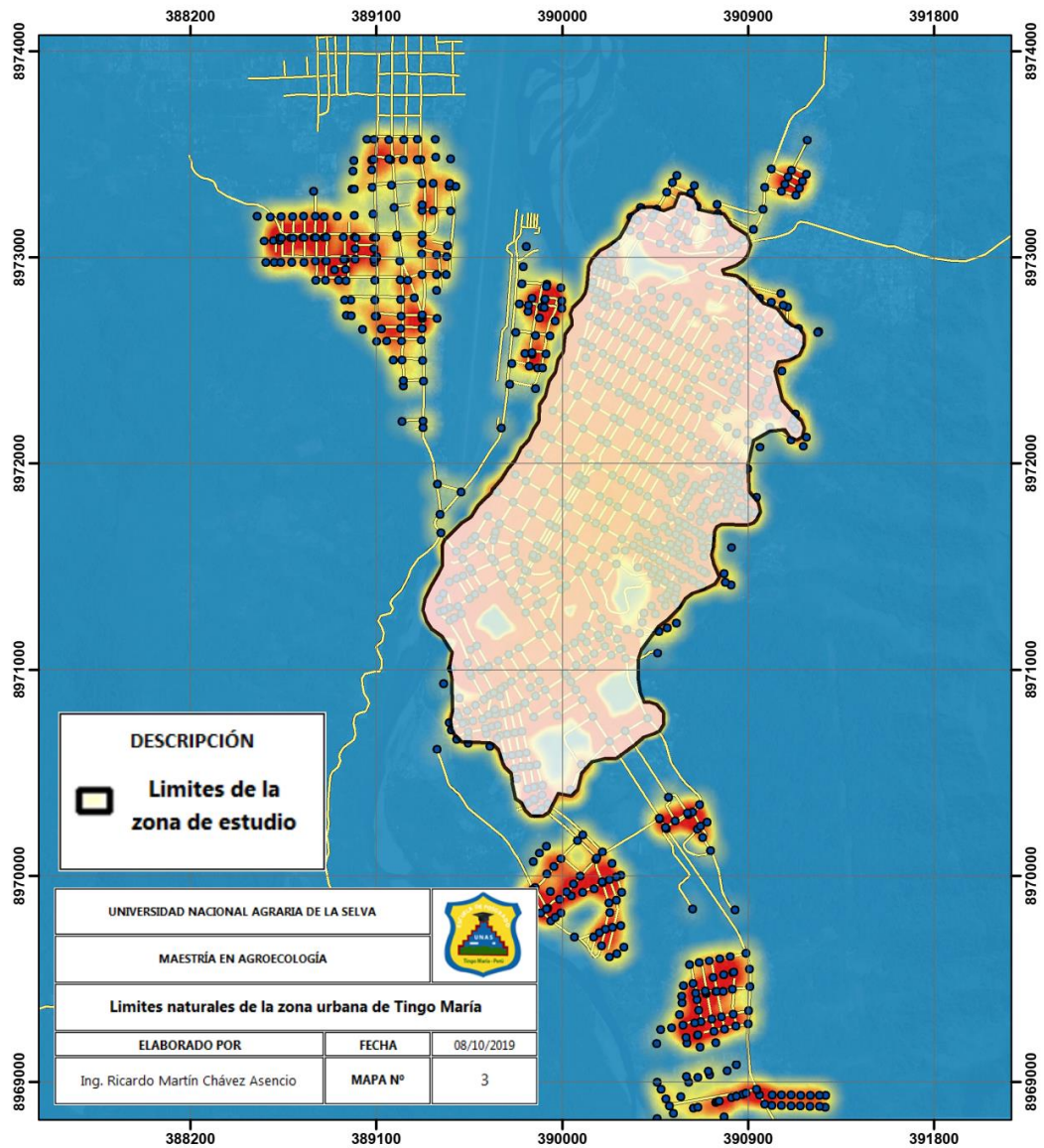


Figura 20. Límites naturales de la zona urbana de Tingo María a partir de la metodología de KDE de las redes viales



Figura 21. Límites de la zona urbana de Tingo María

Cuadro 14. Sectores y números de lotes dentro del área de influencia

Sectores	Lotes
AA.HH. 1ro de Julio	133
AA.HH. 2 de Febrero	42
AA.HH. 2 de Setiembre	70
AA.HH. 5 de Noviembre	85
AA.HH. 6 de Agosto	28
AA.HH. Aguas Verdes	97
AA.HH. Alberto Fujimori	112
AA.HH. Ampliación Bella Durmiente	68
AA.HH. Brisas del Huallaga	376
AA.HH. Dos amigos	101
AA.HH. Gral. Santa Cruz	68
AA.HH. Jesús Alberto Páez	131
AA.HH. Keiko Sofía	64
AA.HH. La Unión	13
AA.HH. Mercedes Alta	97
AA.HH. Nuevo Horizonte	166
AA.HH. Pedro Abad Saavedra	202
AA.HH. Prolongación Cayumba	40
AA.HH. Quebrada del Águila	72
AA.HH. Ricardo Abad Vásquez	54
AA.HH. Sven Ericcson	540
AA.HH. Tito Jaime Fernández	62
Asoc. Viv. Costa Verde	56
Asoc. Viv. Octavio Díaz	46
Asoc. Viv. Tomislavo Zecevich	36
Asociación de Vivienda Quebrada Kushuro	49
Asociación Provivienda 10 de Noviembre	92
Cooperativa de Vivienda Asunción Saldaña	97
Lotización 28 de Mayo	63
Lotización de vivienda Frank Potokar	50
Lotización El Risueño II Etapa	84
Lotización Isla Potokar	26
Lotización José Olaya	165
Lotización Karly Alegría Arévalo	46
Lotización La Vaca	149
Lotización Los Cerros	90
Lotización Los Zapotes	20
Lotización Santa Anita	19
Lotización Santa Fidelia	24
Lotización Víctor Raúl Haya de la Torre	320
Lotización Villa Agricultura	55
Lotización Villa Piña	47
PP.JJ. 9 de Octubre	380
PP.JJ. Bella Durmiente	135
PP.JJ. La Libertad	64
PP.JJ. Tupac Amaru	224
Zona Central	2119
Total	7077

FUENTE: Elaboración propia

Cuadro 15. Calles, Avenidas, Jirones y Pasajes de la Zona Central de la zona urbana de Tingo María

Calles, Avenidas, Jirones y Pasajes	Lotes
Av. 28 de Julio	12
Av. Alameda Perú	149
Av. Amazonas	134
Av. Antonio Raymondi	177
Av. Enrique Pimentel	18
Av. José Olaya	10
Av. La Bandera	3
Av. Malecón Lima	110
Av. Sveen Erickson	7
Av. Tito Jaime Fernández	171
Av. Ucayali	136
CA. S/N 234	6
CA. S/N 347	1
Calle Primavera	2
Jr. 9 de Octubre	10
Jr. Aguaytía	70
Jr. Arequipa	46
Jr. Aucayacu	62
Jr. Bellavista	3
Jr. Cajamarca	45
Jr. Callao	25
Jr. Cayumba	43
Jr. Chiclayo	74
Jr. Cuzco	39
Jr. Huallaga	11
Jr. Huánuco	38
Jr. José Olaya	5
Jr. José Prato	44
Jr. Julio Burga	25
Jr. Lamas	40
Jr. Loreto	43
Jr. Monzón	66
Jr. Piura	101
Jr. Pucallpa	62
Jr. Puno	32
Jr. San Alejandro	63
Jr. Santa Rosa	16
Jr. Sucre	31
Jr. Tocache	8
Jr. Uchiza	10
Jr. Yurimaguas	38
Jr. Iquitos	27
Pje 2 de Mayo	12
Pje Barranco	9
Pje Cajamarca	37
PJE S/N 140	3
Pje Surquillo	7
Pje Violeta	24
PJE. S/N 124	7
PJE. S/N 125	4
PJE. S/N 140	3

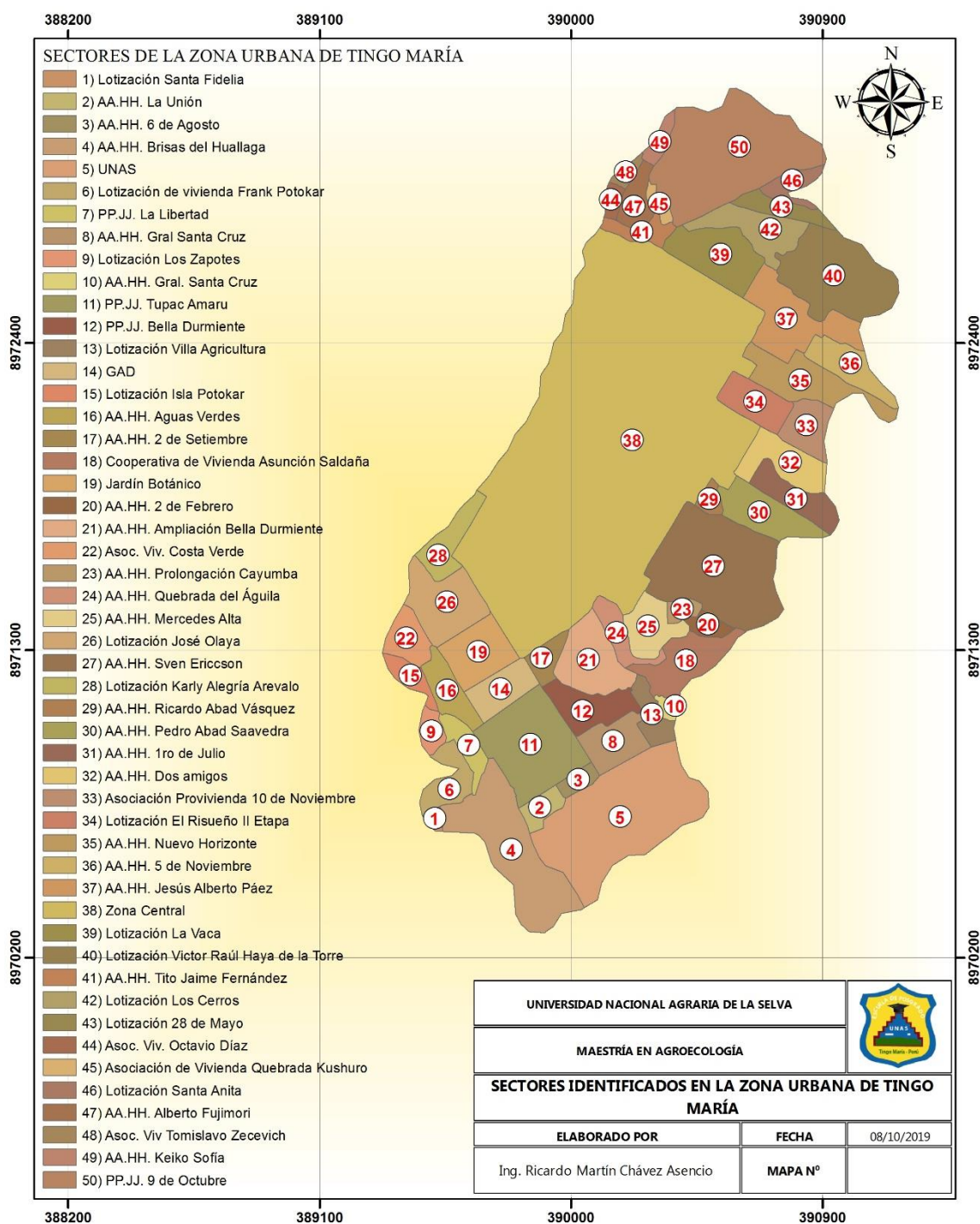


Figura 22. Sectores identificados en la zona urbana de Tingo María. La Zona Central está compuesta por las principales avenidas, jirones, calles y pasajes de la ciudad, los cuales se detallan en el Cuadro 15.

4.2. Peligros

4.2.1. Peligros naturales

4.2.1.1. Inundación por el río Huallaga

Cuadro 16. Parámetros de entrada para la simulación de inundación

Cota máxima (m)	Cota mínima (m)	Longitud (m)	Pendiente (m/m)	Caudales máximos (m ³ /s) ¹	Cuerpo de agua
650,5	643,0	2425,3	0,003	3351,74	Rio "Huallaga"
691,9	649,0	1281,6	0,033	55,19	Quebrada "Del Águila"
682,5	647,1	1606,8	0,022	42,59	Quebrada "Cushuro"
656,2	650,5	1250,4	0,005	23,63	Quebrada "Cocheros"

¹ Los datos de caudales máximos para el río Huallaga fueron tomados del estudio de EGOAVIL (2009) y los de las quebradas se tomaron del perfil técnico "Creación, Ampliación y Mejoramiento del sistema integral del drenaje pluvial de la ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa - Leoncio Prado – Huánuco".

Haciendo la simulación de inundación HEC – RAS para el río Huallaga para un periodo de retorno de 100 años, se encontró que la altura máxima de inundación, tomando en cuenta el cauce principal alcanza los 8.4 metros y la velocidad alcanza los 6.58 m/s (Ver el ANEXO B, las Figuras X y Y). La inundación afecta a 29 sectores a un total de 1240 lotes en las proporciones de peligro medio, alto y muy alto de 20,8%, 42,3% y 36,9% respectivamente.

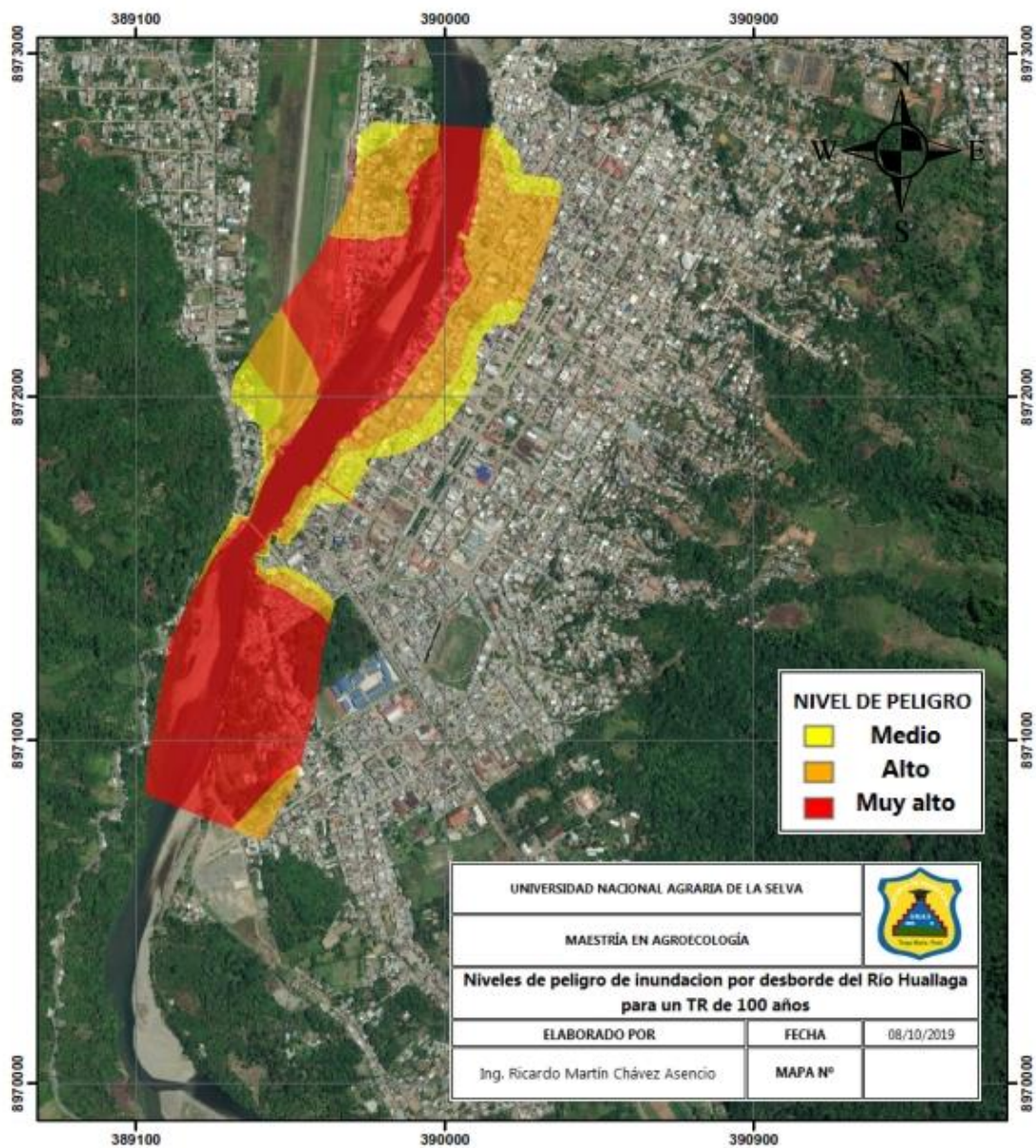


Figura 23. Niveles de peligro de inundación por desborde del río Huallaga para un periodo de retorno de 100 años

Cuadro 17. Lotes afectados por el peligro de inundación por el desborde del río Huallaga.

Sector	Niveles de peligro		
	Medio	Alto	Muy Alto
AA.HH. Aguas Verdes			86
Asoc. Viv. Costa Verde			56
Av. Alameda Perú	6	6	
Av. Antonio Raymondi	39	103	48
Av. Enrique Pimentel	2		
Av. Malecón Lima	18	68	60
Av. Tito Jaime Fernández	67	82	
CA. S/N 234	3		
Jr. Aguaytía	22	9	
Jr. Arequipa		4	
Jr. Aucayacu		20	
Jr. Callao	5	1	
Jr. Cayumba	3	2	1
Jr. Chiclayo	12	13	11
Jr. Cuzco	10	21	
Jr. José Prato	10	7	2
Jr. Lamas	4	8	7
Jr. Loreto	4	23	
Jr. Monzón	11	9	2
Jr. Pucallpa	2	14	8
Jr. Puno	3	25	
Jr. San Alejandro		21	3
Lotización de vivienda Frank Potokar		14	5
Lotización Isla Potokar			26
Lotización José Olaya	26	35	92
Lotización Karly Alegría Arevalo	11	39	5
Lotización Los Zapotes			20
PP.JJ. La Libertad			26
Total general	258	524	458
Porcentajes	20,8%	42,3%	36,9%

FUENTE: Elaboración propia

4.2.1.2. Inundación por la quebrada Cocheros

Haciendo la simulación de inundación HEC – RAS para la quebrada Cocheros para un periodo de retorno de 100 años, se encontró que la altura máxima de inundación, tomando en cuenta el cauce principal alcanza los 3.3 metros y la velocidad alcanza los 3.11 m/s (Ver el ANEXO B, las Figuras X y Y).

La inundación afecta a 11 sectores a un total de 839 lotes en las proporciones de peligro alto y muy alto de 36,5% y 63,5% respectivamente.

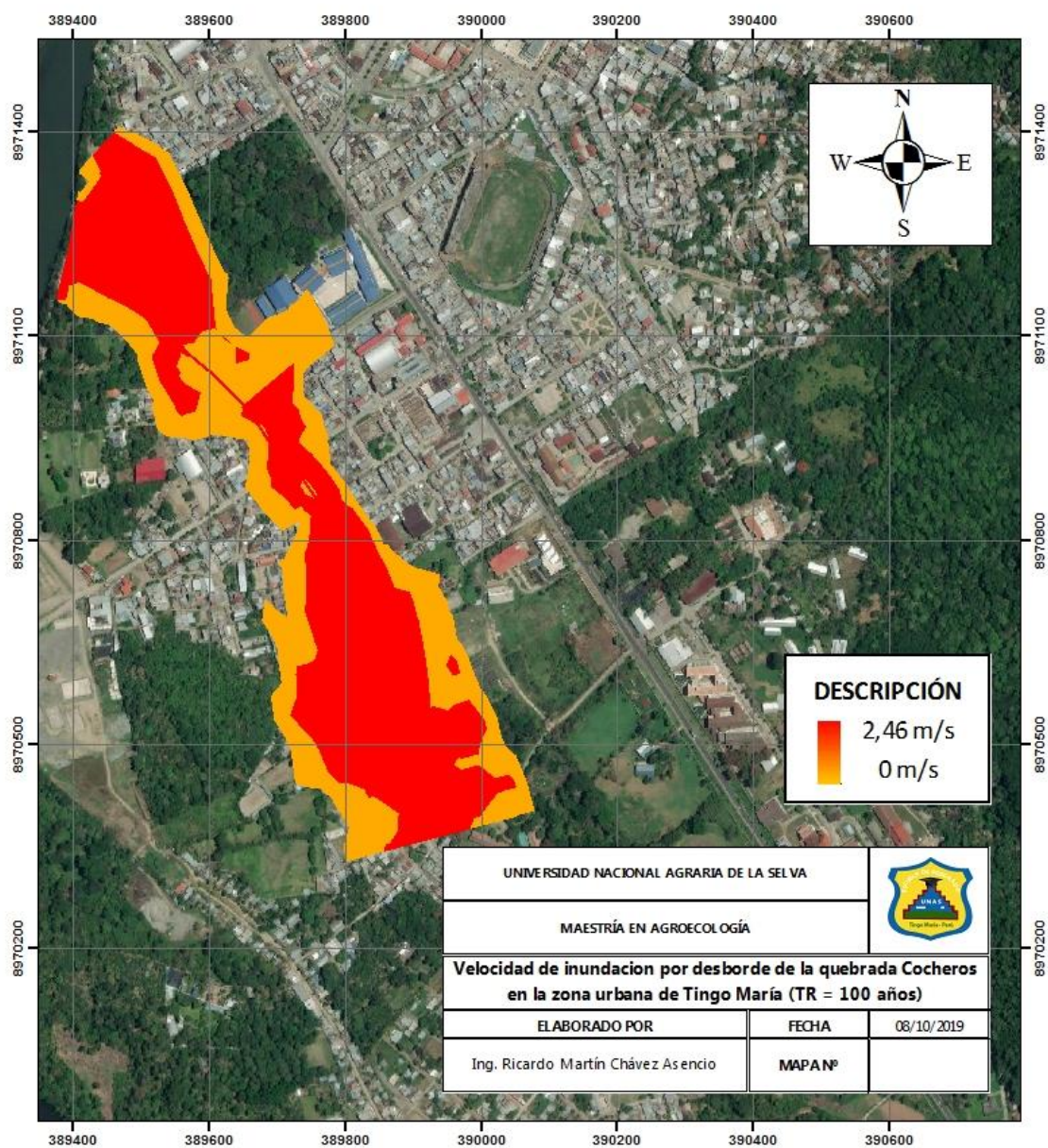


Figura 24. Niveles de peligro de inundación por desborde de la quebrada “Cocheros”, TR = 100 años

Cuadro 18. Lotes afectados por el peligro de inundación por el desborde de la quebrada “Cocheros”.

Sector	Niveles de peligro	
	Alto	Muy alto
AA.HH. Aguas Verdes	31	80
AA.HH. Brisas del Huallaga	124	276
AA.HH. La Unión	4	1
Asoc. Viv. Costa Verde	12	48
Lotización de vivienda Frank Potokar	4	
Lotización Isla Potokar	7	22
Lotización José Olaya	26	26
Lotización Los Zapotes	11	2
Lotización Villa Piña	2	
PP.JJ. La Libertad	45	28
PP.JJ. Tupac Amaru	40	50
Total general	306	533
Porcentajes	36,5%	63,5%

FUENTE: Elaboración propia

4.2.1.3. Inundación por la quebrada del Águila

Haciendo la simulación de inundación HEC – RAS para la quebrada del Águila para un periodo de retorno de 100 años, se encontró que la altura máxima de inundación, tomando en cuenta el cauce principal alcanza los 3.12 metros y la velocidad alcanza los 3.02 m/s (Ver el ANEXO B, las Figuras X y Y). La inundación afectaría a 21 sectores haciendo un total de 484 lotes en las proporciones de peligro alto y muy alto de 74,6% y 25,4% respectivamente.

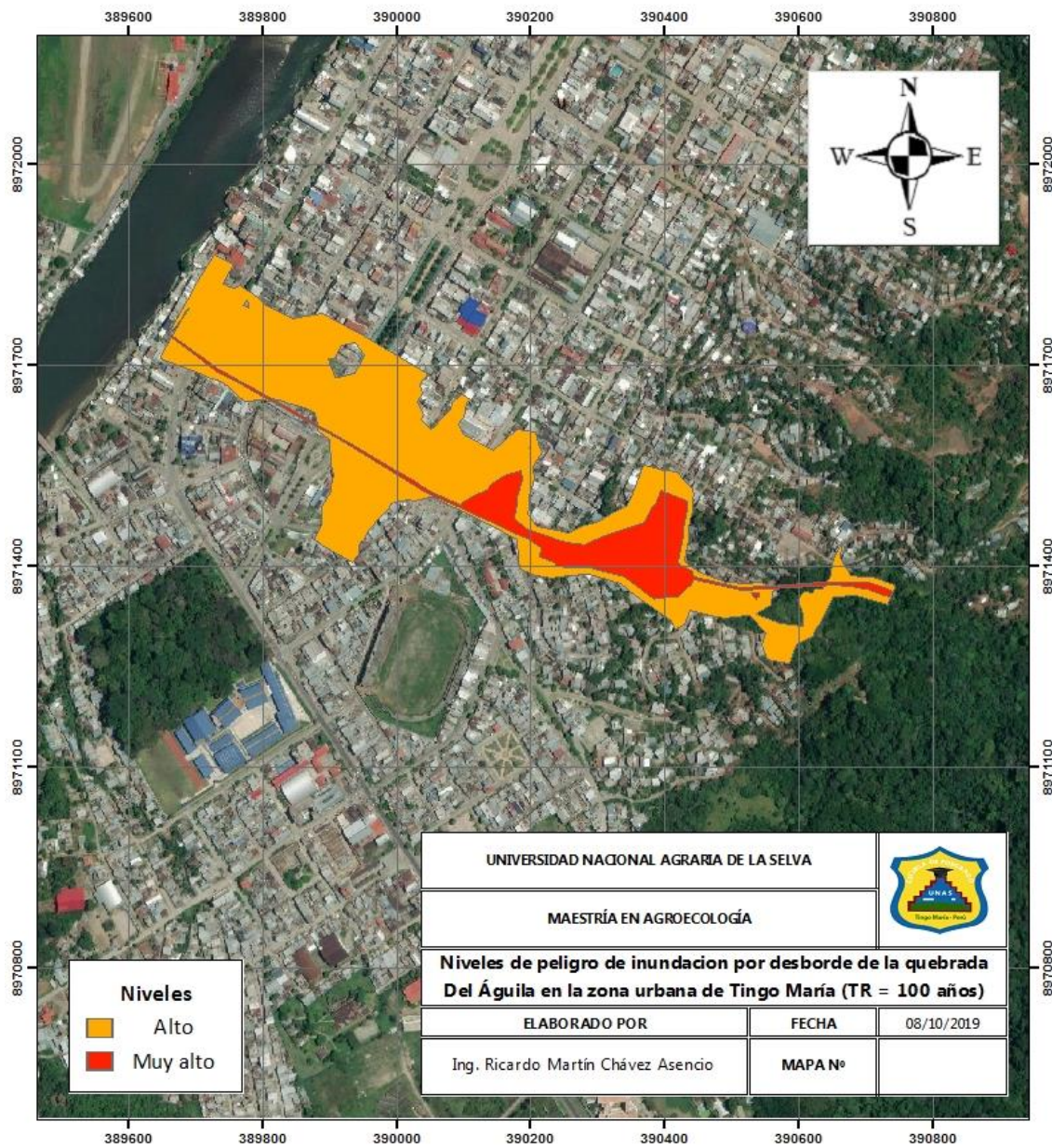


Figura 25 Niveles de peligro de inundación por desborde de la quebrada del Águila para un periodo de retorno de 100 años

Cuadro 19. Lotes afectados por el peligro de inundación por el desborde de la quebrada “Del Águila”.

Sector	Niveles de peligro	
	Alto	Muy alto
AA.HH. 2 de Febrero	26	16
AA.HH. Mercedes Alta	31	23
AA.HH. Prolongación Cayumba	9	30
AA.HH. Quebrada del Águila	9	8
AA.HH. Sven Ericcson	43	10
Av. Alameda Perú	17	2
Av. Amazonas	9	5
Av. Antonio Raymondi	18	2
Av. José Olaya	1	
Av. Malecón Lima	3	
Av. Tito Jaime Fernández	8	
Av. Ucayali	16	2
Cooperativa de Vivienda Asunción Saldaña	23	1
Jr. Callao	22	3
Jr. Cayumba	21	2
Jr. Huallaga	7	10
Jr. José Olaya	3	
Jr. Tocache	4	2
Jr. Uchiza	6	6
Pje Cajamarca	26	
PJE S/N 140	3	1
Total general	305	123
Porcentaje	71,3%	28,7%

FUENTE: Elaboración propia

4.2.1.4. Inundación por la quebrada del Cushuro

Haciendo la simulación de inundación HEC – RAS para la quebrada Cushuro para un periodo de retorno de 100 años, se encontró que la altura máxima de inundación, tomando en cuenta el cauce principal alcanza los 3.67 metros y la velocidad alcanza los 4.16 m/s (Ver el ANEXO B, las Figuras X y Y). La inundación afecta a 13 sectores a un total de 814 lotes en las proporciones de peligro alto y muy alto de 74,6% y 25,4% respectivamente.

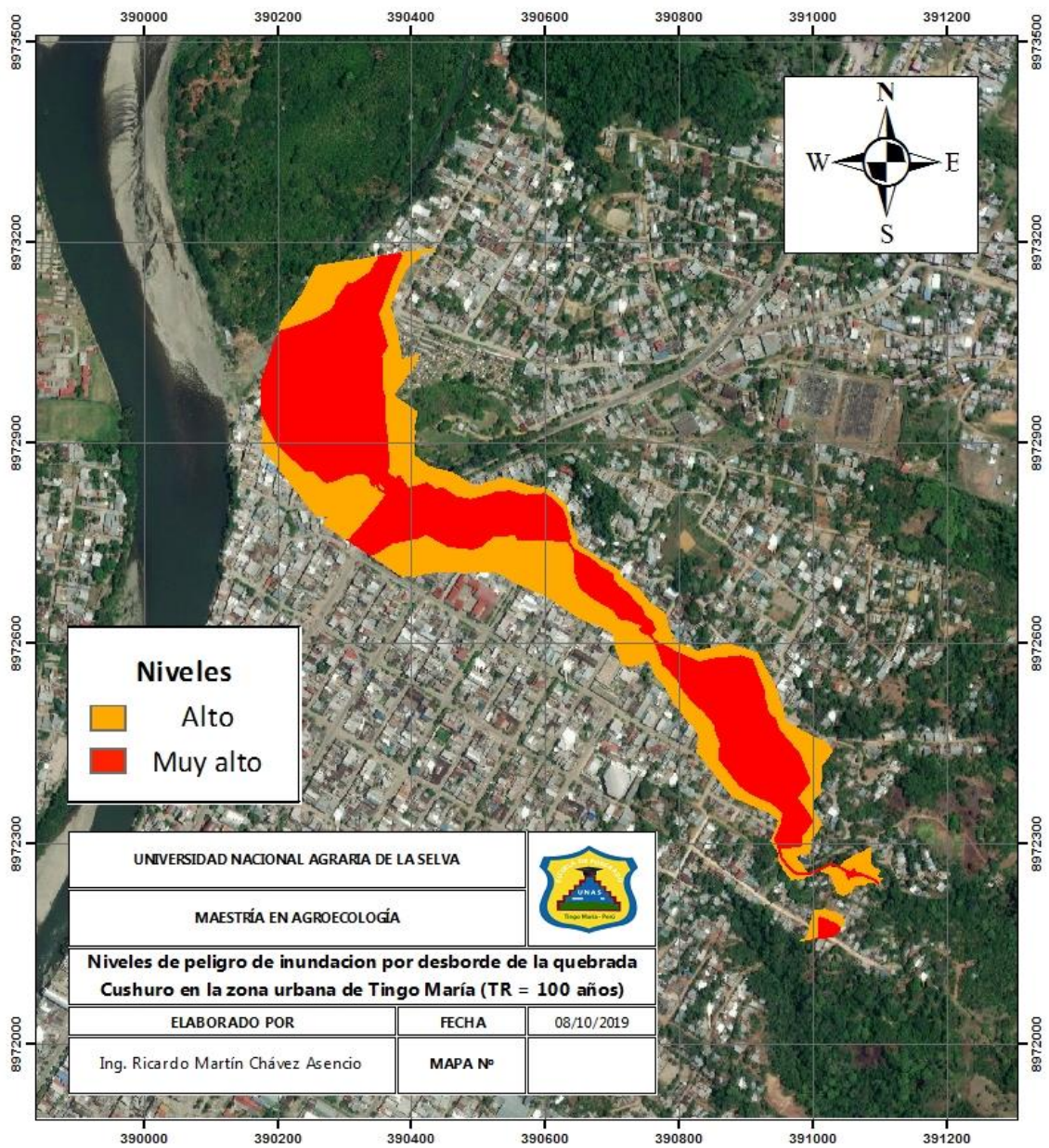


Figura 26. Niveles de peligro de inundación por desborde de la quebrada Cushuro, TR = 100 años

Cuadro 20. Lotes afectados por el peligro de inundación por el desborde de la quebrada Cushuro.

Sector	Niveles de peligro	
	Alto	Muy Alto
AA.HH. 5 de Noviembre	49	36
AA.HH. Alberto Fujimori	36	76
AA.HH. Jesús Alberto Páez	45	52
AA.HH. Keiko Sofía	27	51
AA.HH. Nuevo Horizonte	3	
AA.HH. Tito Jaime Fernández	34	11
Asoc. Viv. Octavio Díaz	2	5
Asoc. Viv. Tomislavo Zeceovich		36
Asociación de Vivienda Quebrada Kushuro	13	145
Lotización La Vaca	80	63
Lotización Los Cerros	36	21
Lotización Víctor Raúl Haya de la Torre	68	52
PP.JJ. 9 de Octubre	16	37
Total general	409	585
Porcentaje	41,1%	58,9%

FUENTE: Elaboración propia

4.2.1.5. Peligros por Erosión

Se aplicó la ecuación universal de pérdida de suelo USLE y se encontró lo siguiente: La erosión afecta a 14 sectores en las proporciones de peligro bajo, medio, alto y muy alto en 39,5%, 37,7%, 17,6% y 5,3% de los lotes afectados respectivamente. La pérdida de suelo es normal (0 a 10 Ton/Ha/año) hasta niveles muy altos (> 40 ton/Ha/año)

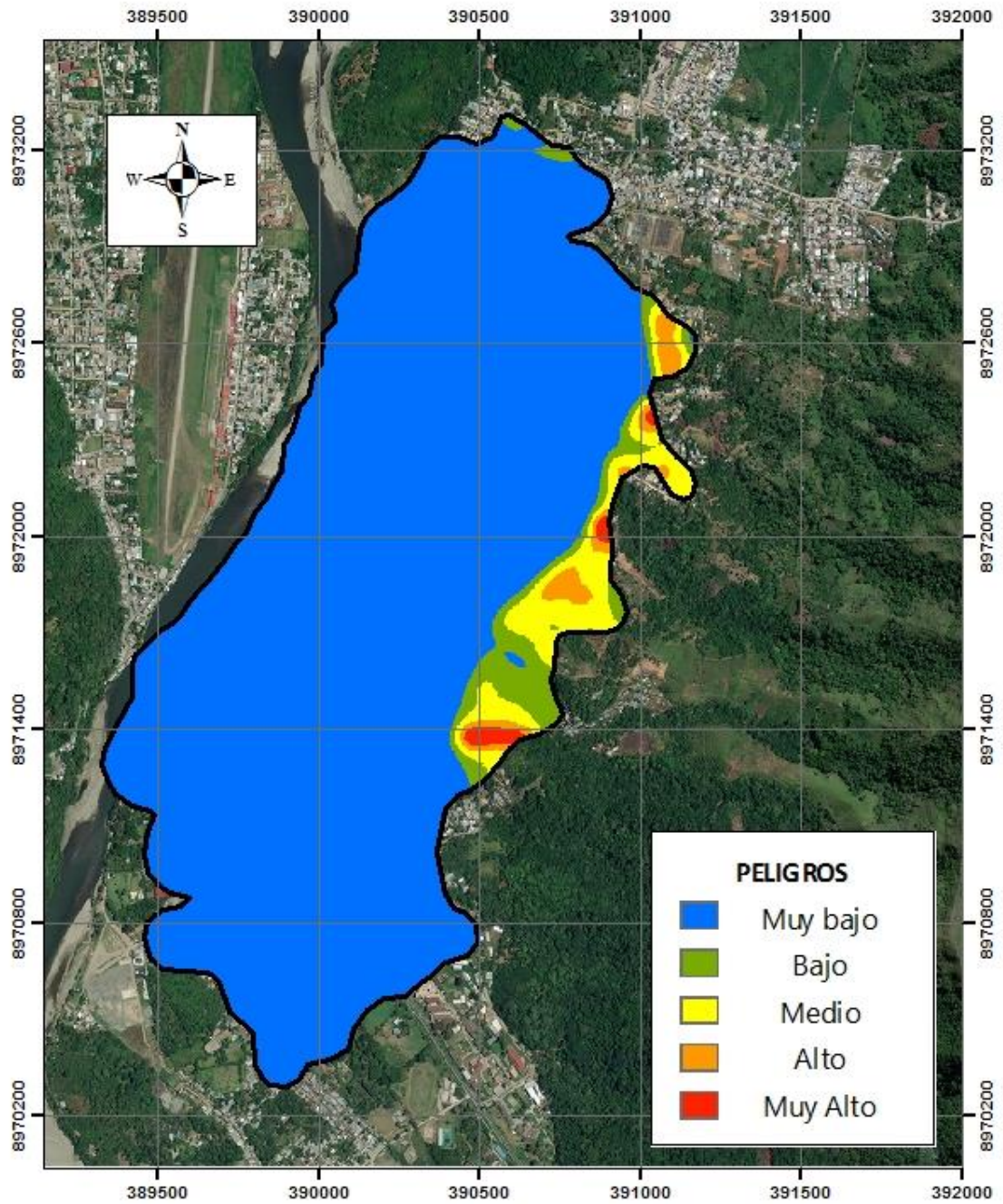


Figura 27. Niveles de peligro de erosión en la zona urbana de Tingo María

Cuadro 21. Lotes afectados por el peligro de erosión en Tingo María

Sector	Niveles de peligro			
	Moderada	Media	Alto	Muy alto
AA.HH. 1ro de Julio	42	67	47	
AA.HH. 2 de Febrero	3	10	21	33
AA.HH. 5 de Noviembre	21	32	15	4
AA.HH. Dos amigos	10	28	9	
AA.HH. Jesús Alberto Páez	8	5	4	2
AA.HH. Mercedes Alta	2			
AA.HH. Nuevo Horizonte	14	22	18	
AA.HH. Pedro Abad Saavedra	26	107	25	
AA.HH. Prolongación Cayumba	15	4		
AA.HH. Sven Ericsson	223	122	26	10
Asociación Provivienda 10 de Noviembre	26	16	12	16
Cooperativa de Vivienda Asunción Saldaña	21	25	9	3
Lotización Víctor Raúl Haya de la Torre	64	46	40	
PP.JJ. 9 de Octubre	32			
Total general	507	484	226	68
Porcentaje	39,5%	37,7%	17,6%	5,3%

FUENTE: Elaboración propia

4.2.2. Peligros antrópicos

4.2.2.1. Dióxido de nitrógeno

Con la clasificación propuesta en la Figura 4, las concentraciones de Dióxido de nitrógeno son muy bajas por ello el nivel de peligro debido a este contaminante es muy bajo en el 100% del área de estudio.

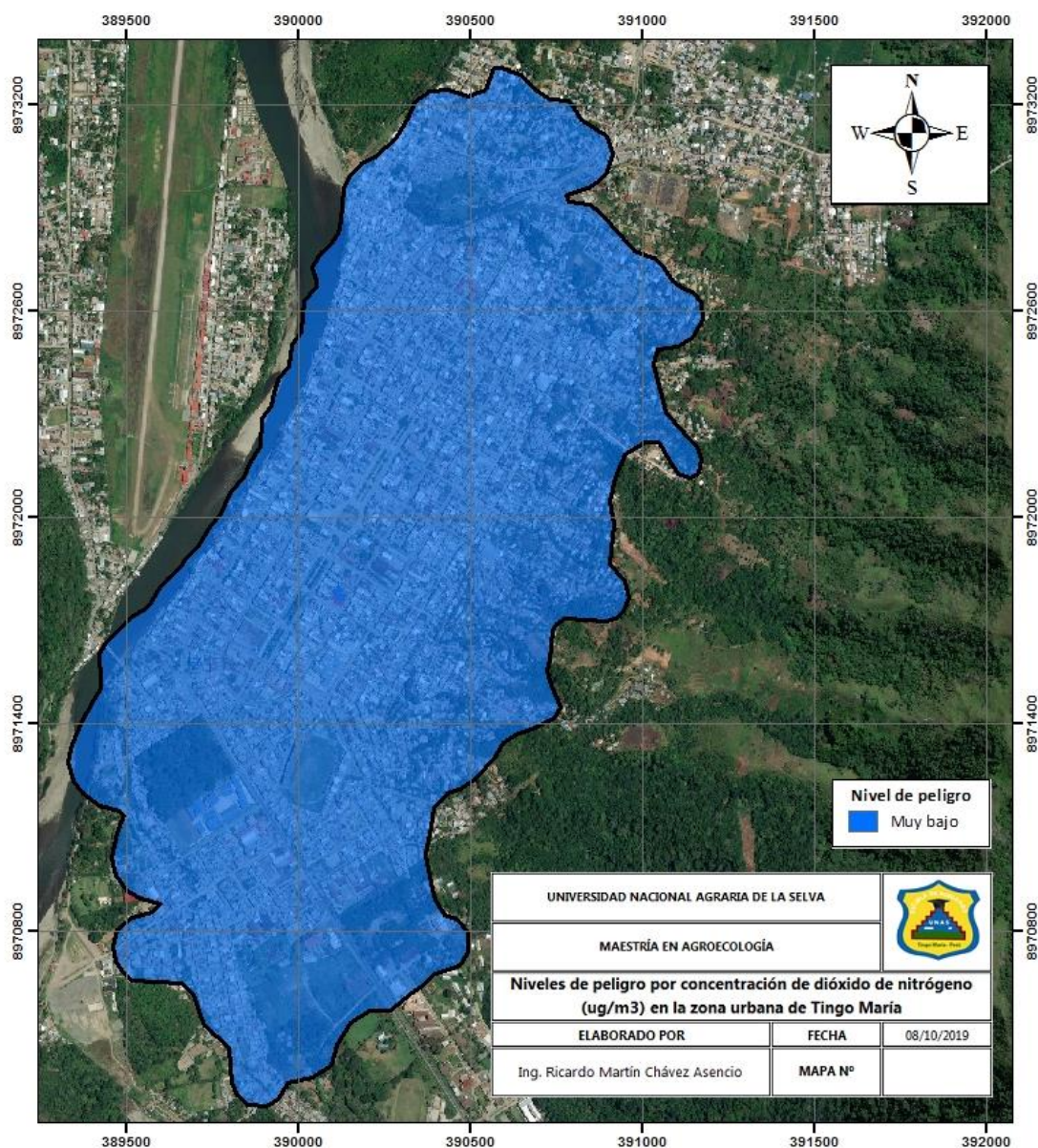


Figura 28. Peligro por concentraciones de NO₂ (µg/m³) en la zona urbana de Tingo María

4.2.2.2. Ruido

Siguiendo la clasificación propuesta en la Figura 5, los niveles de peligro alcanzados son bajos en el 71.1% de los lotes y el 28.9% alcanza el nivel medio.

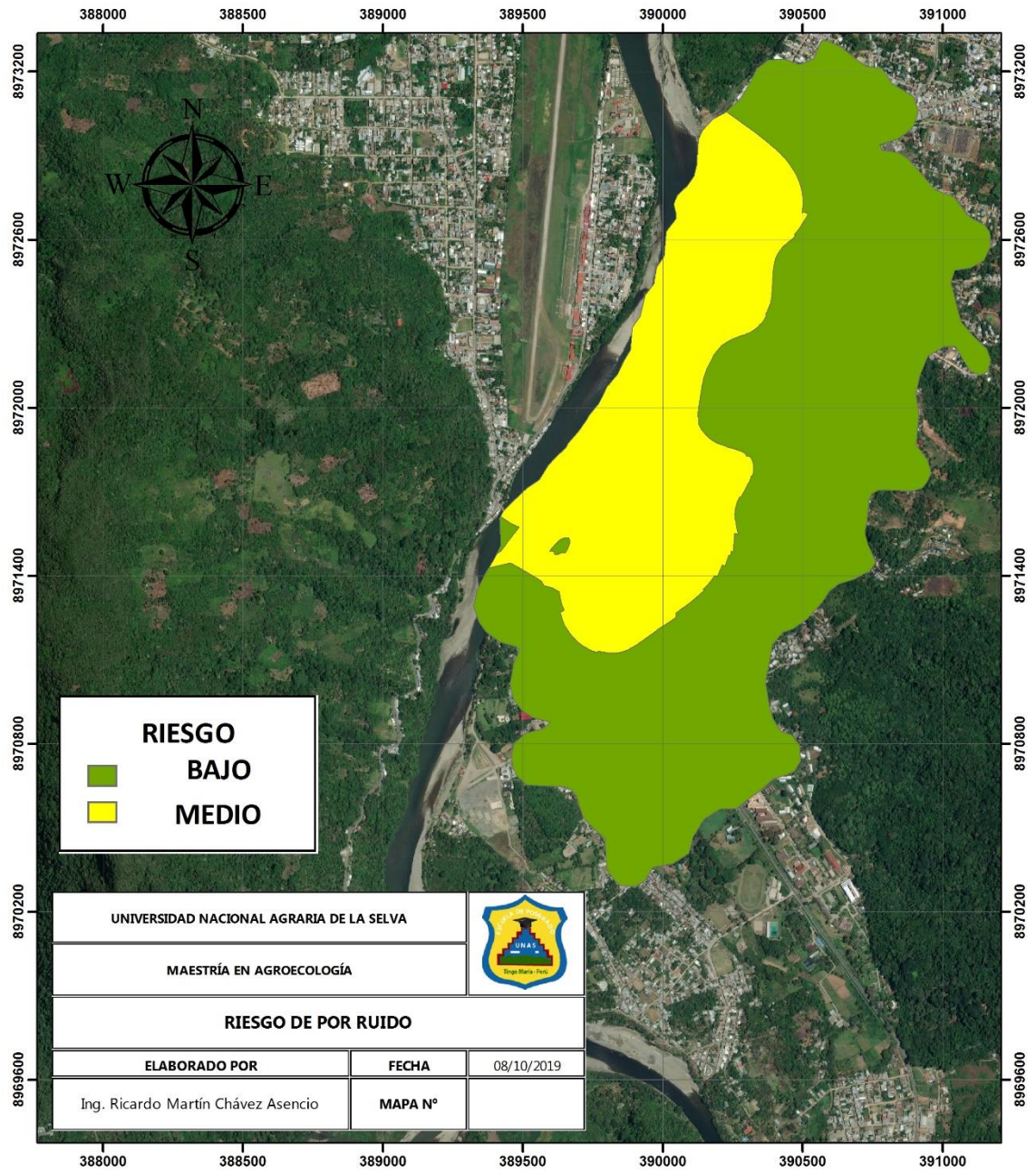


Figura 29. Niveles de ruido (dB) y peligros en la zona urbana de Tingo María

Cuadro 22. Lotes afectados por el peligro de ruido en Tingo María

Sector	Niveles de peligro	
	Bajo	Medio
AA.HH. 1ro de Julio	133	
AA.HH. 2 de Febrero	42	
AA.HH. 2 de Setiembre		70
AA.HH. 5 de Noviembre	85	
AA.HH. 6 de Agosto	28	
AA.HH. Aguas Verdes	97	
AA.HH. Alberto Fujimori		112
AA.HH. Ampliación Bella Durmiente	67	1
AA.HH. Brisas del Huallaga	376	
AA.HH. Dos amigos	101	
AA.HH. Gral. Santa Cruz	68	
AA.HH. Jesús Alberto Páez	131	
AA.HH. Keiko Sofía	64	
AA.HH. La Unión	13	
AA.HH. Mercedes Alta	92	5
AA.HH. Nuevo Horizonte	166	
AA.HH. Pedro Abad Saavedra	202	
AA.HH. Prolongación Cayumba	40	
AA.HH. Quebrada del Águila	45	27
AA.HH. Ricardo Abad Vásquez	54	
AA.HH. Sven Ericcson	539	1
AA.HH. Tito Jaime Fernández		62
Asoc. Viv. Costa Verde	56	
Asoc. Viv. Octavio Díaz		46
Asoc. Viv. Tomislavo Zeceovich	3	33
Asociación de Vivienda Quebrada Kushuro		49
Asociación Provienda 10 de Noviembre	92	
Cooperativa de Vivienda Asunción Saldaña	97	
Lotización 28 de Mayo	62	
Lotización de vivienda Frank Potokar	50	
Lotización El Risueño II Etapa	84	
Lotización Isla Potokar	26	
Lotización José Olaya	63	102
Lotización Karly Alegría Arevalo		46
Lotización La Vaca	108	41
Lotización Los Cerros	82	8
Lotización Los Zapotes	20	
Lotización Santa Anita	19	
Lotización Santa Fielia	24	
Lotización Víctor Raúl Haya de la Torre	320	
Lotización Villa Agricultura	55	
Lotización Villa Piña	47	
PP.JJ. 9 de Octubre	360	20
PP.JJ. Bella Durmiente	130	5
PP.JJ. La Libertad	64	
PP.JJ. Tupac Amaru	218	6
Zona Central	708	1411
Total general	5031	2045
Porcentaje	71,1%	28,9%

FUENTE: Elaboración propia

Con respecto al peligro por Dióxido de nitrógeno, el 100% del área afectada presente peligro bajo. Por otro lado, para el peligro de ruido se encontró lo siguiente: Los niveles de peligro por ruido encontrados fueron medio y alto para el 71,1% y 28,9% de los lotes afectados respectivamente, este peligro afecta a toda la ciudad, cabe mencionar que este es el ruido para exteriores de las viviendas

4.3. Análisis de Vulnerabilidades

4.3.1. Análisis de la información Socioeconómica y Física

Con respecto a los grupos etarios la mayor proporción se encuentra entre 30 a 50 años, lo que indica que mayor proporción de la población está en una edad en la que puede enfrentar algún desastre con mayor destreza en relaciona los otros grupos etarios. Un 18.74% de la población tiene entre 0 y 5 años y mayores de 65 años, esta cohorte de edad representa a la población más vulnerable ante un evento de peligro, los detalles se muestran en la Figura 31.

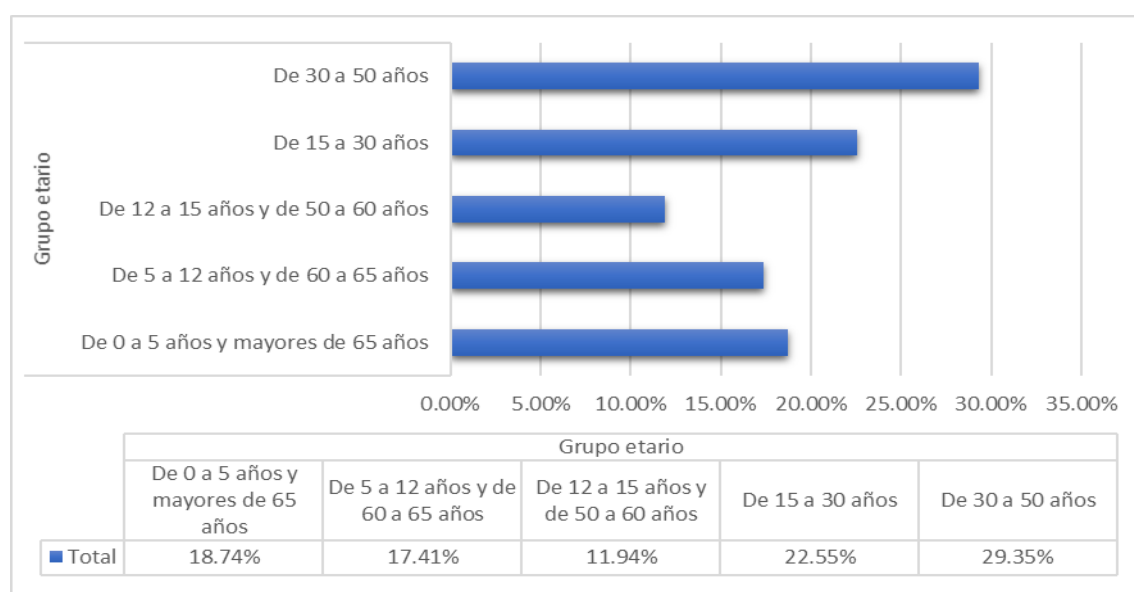


Figura 30. Grupos etarios de la ciudad de Tingo María

De las encuestas realizadas se encontró que el 95.31% de la población no tiene ninguna discapacidad física y es totalmente independiente, sólo un 0.94% de la población tiene dependencia total, este grupo está constituido mayoritariamente por personas en silla de ruedas, mutilados, o alguna enfermedad que impida el libre movimiento y limite las actividades del que la sufre, los detalles se muestran en la Figura 32.

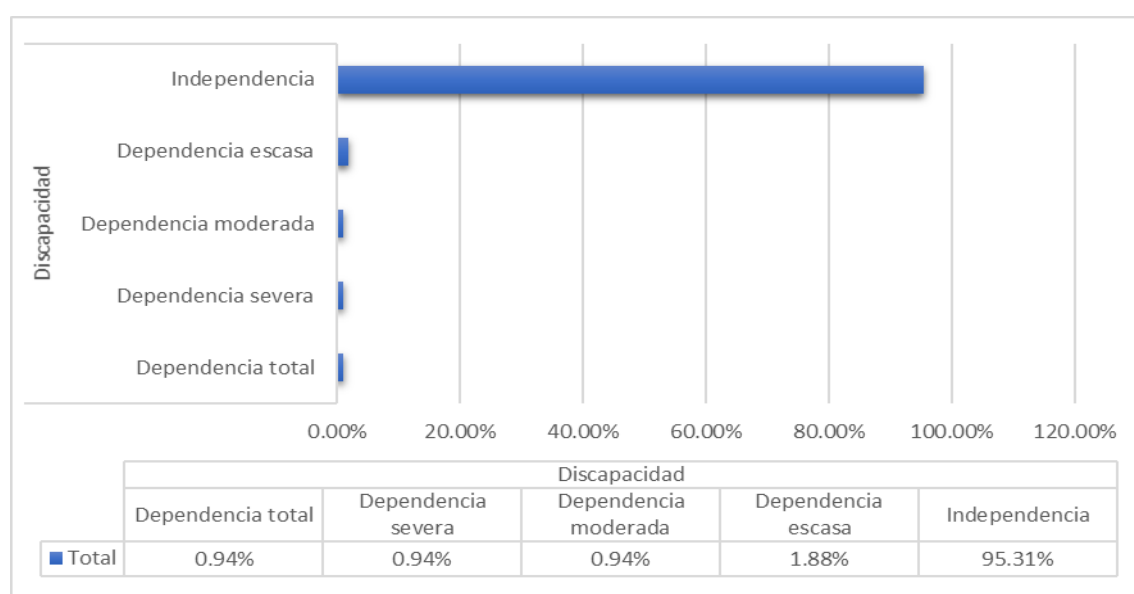


Figura 31. Niveles de discapacidad en la población de la zona urbana de Tingo María

Con respecto al grado de instrucción, se observó que, para la zona urbana de Tingo María, la mayor proporción alcanzó el grado de instrucción de secundaria completa (37.13%) y en menor proporción el grado alcanzado de inicial o sin estudios (9.04%). Los detalles se muestran en la Figura 33.

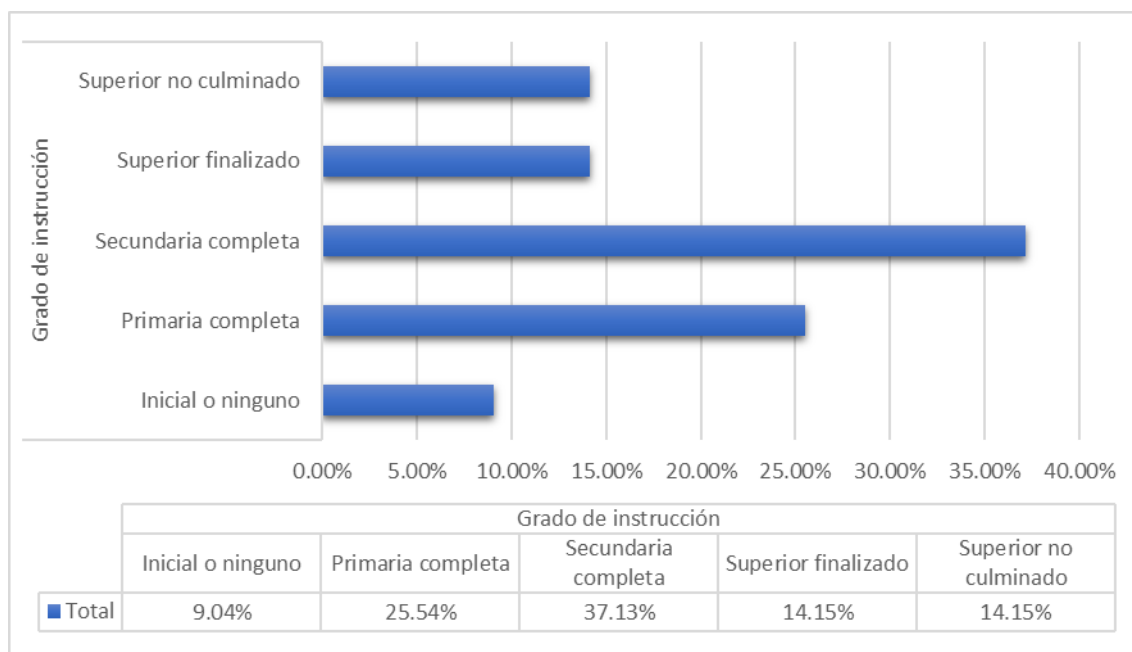


Figura 32. Grado de instrucción alcanzado por la población de la zona urbana de Tingo María

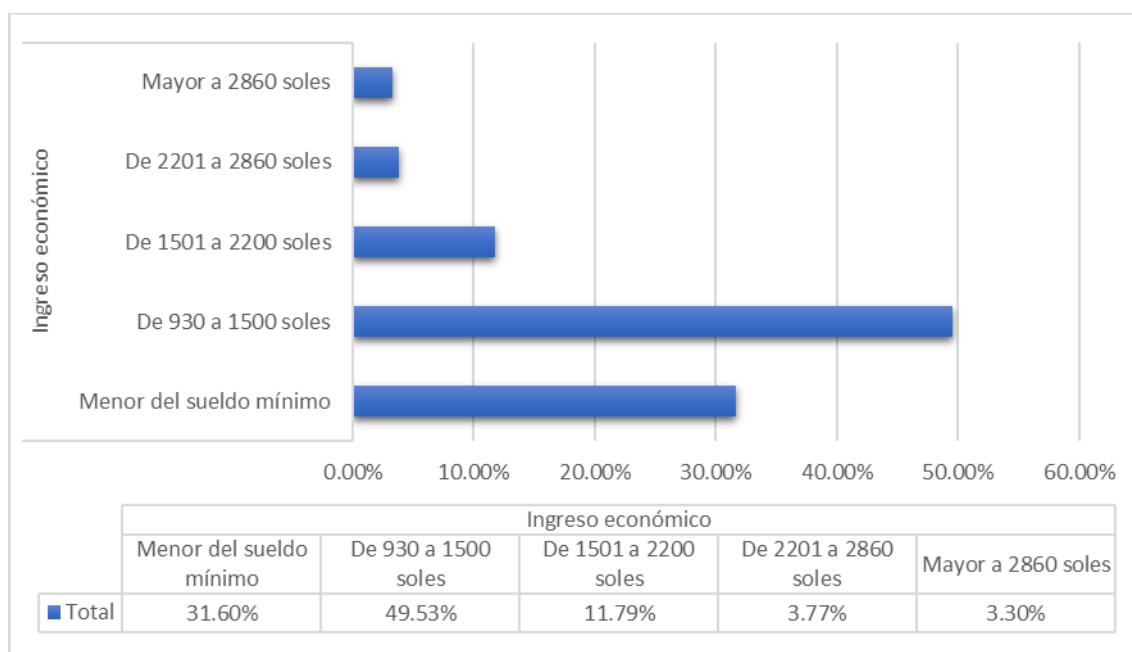


Figura 33. Ingreso Económico de la población de la zona urbana de Tingo María

El ingreso económico declarado por los encuestados es en su mayoría (49.53%) de 930 a 1500 soles mensuales, un porcentaje importante (31.6%) declaró que sus ingresos son menores al sueldo mínimo y tan solo un

3.30% admitió que gana más de 2860 soles mensuales. Los detalles se muestran en la Figura 34.

Con respecto a la actitud frente al riesgo, un 41.78% presenta una pésima actitud, es decir, no toman ninguna medida de seguridad ante un eventual riesgo, más aún, desconocen los riesgos a los que estaban asociados los lugares en los que viven. Con respecto a las personas con actitud previsoras (1.41%) fueron personas que conocen los riesgos de su entorno y que tienen su mochila de prevención ante algún eventual desastre.

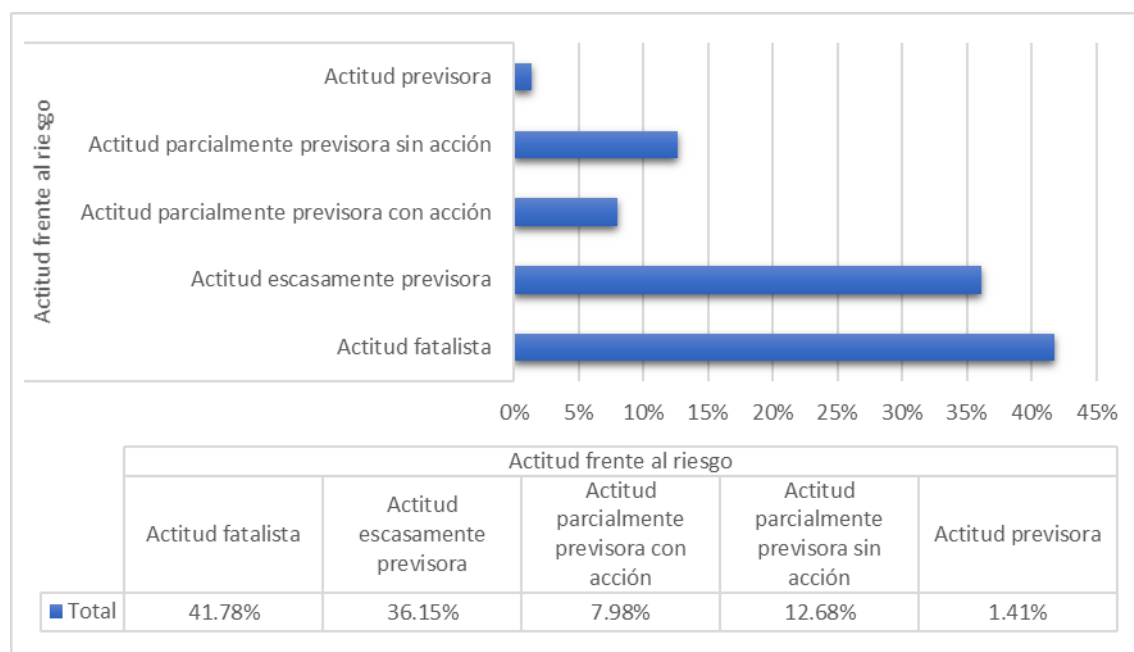


Figura 34. Actitud frente al riesgo de algún peligro (sea natural o antrópico) de la población encuestada en la zona urbana de Tingo María

Con respecto a los tipos de seguros que presentan las personas, la mayoría está afiliado al SIS (56.81%) y un porcentaje importante no está afiliado a ningún seguro (22.69%). Un porcentaje mínimo tiene seguros privados 3.36%. Los detalles se muestran en la Figura 36.

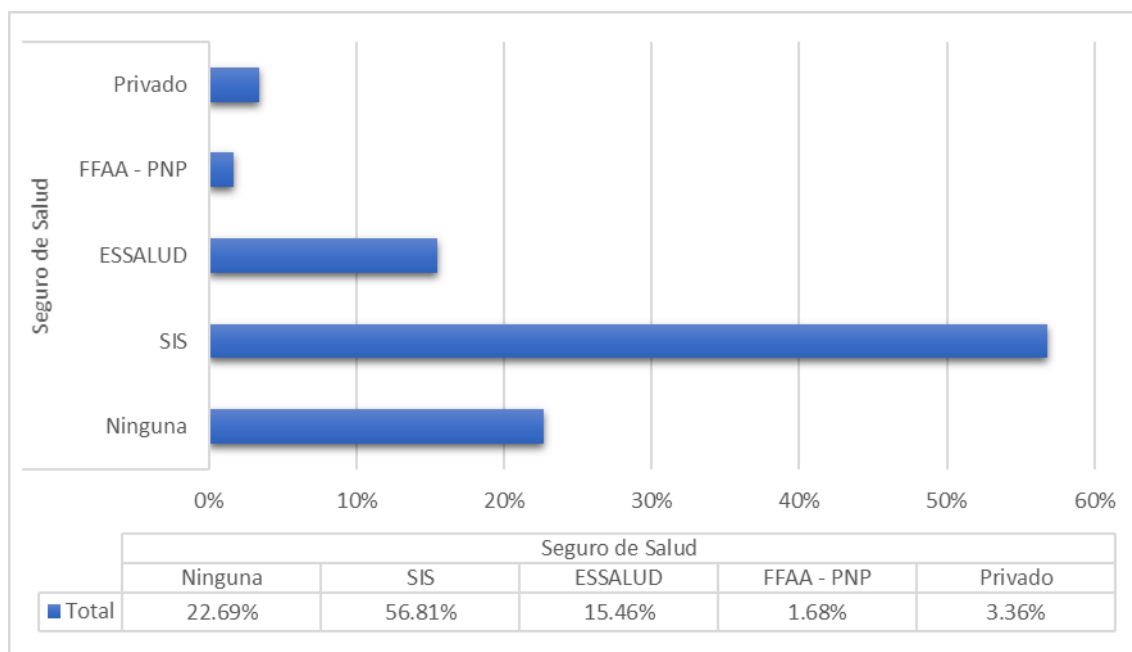


Figura 35. Tipos de seguro al que se encuentran afiliados la población de la zona urbana de Tingo María

El material de construcción de las paredes predominante es ladrillo y cemento (93.90%) y 5.63% tienen las paredes de madera. Los detalles se muestran en la Figura 36.

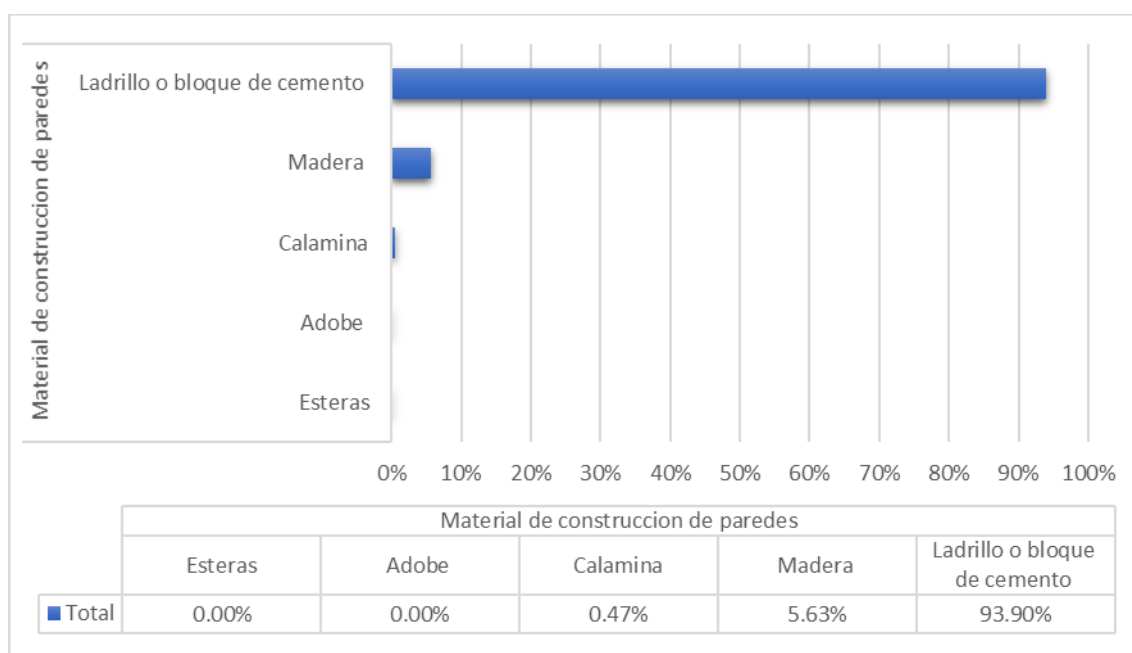


Figura 36. Material de construcción de las paredes

El material de construcción de los pisos es en su mayoría de cemento (73.71%) y un 25.82% tiene pisos con losetas.

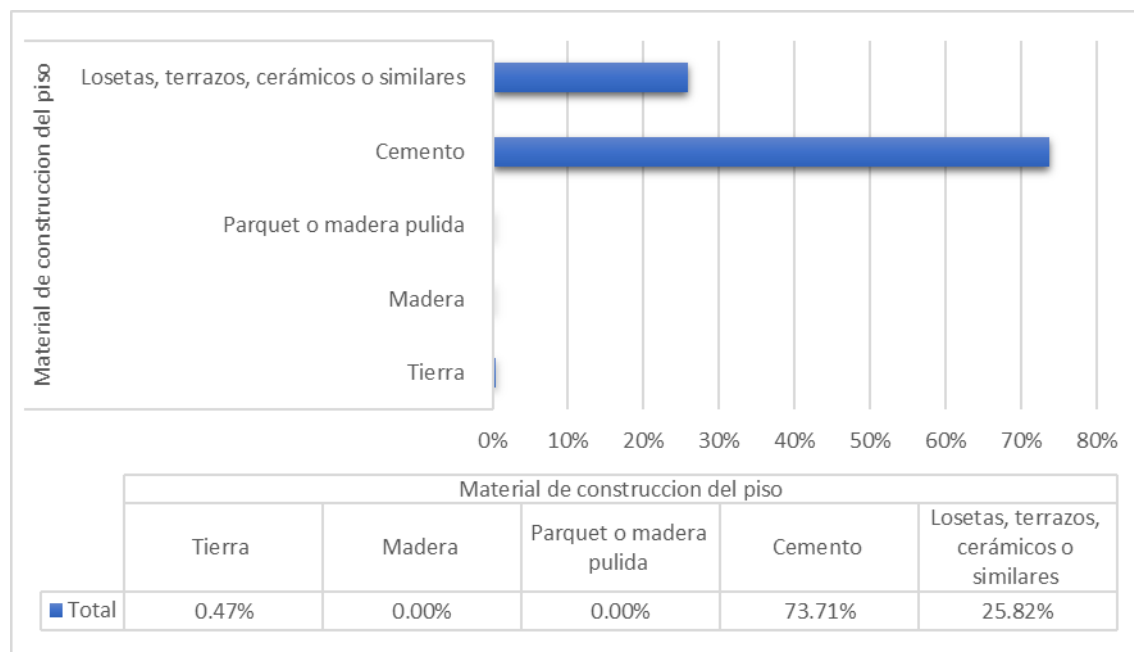


Figura 37. Material de construcción de los pisos

El estado de las edificaciones es en su mayoría regular (57.28%), no se encontraron viviendas en muy mal estado

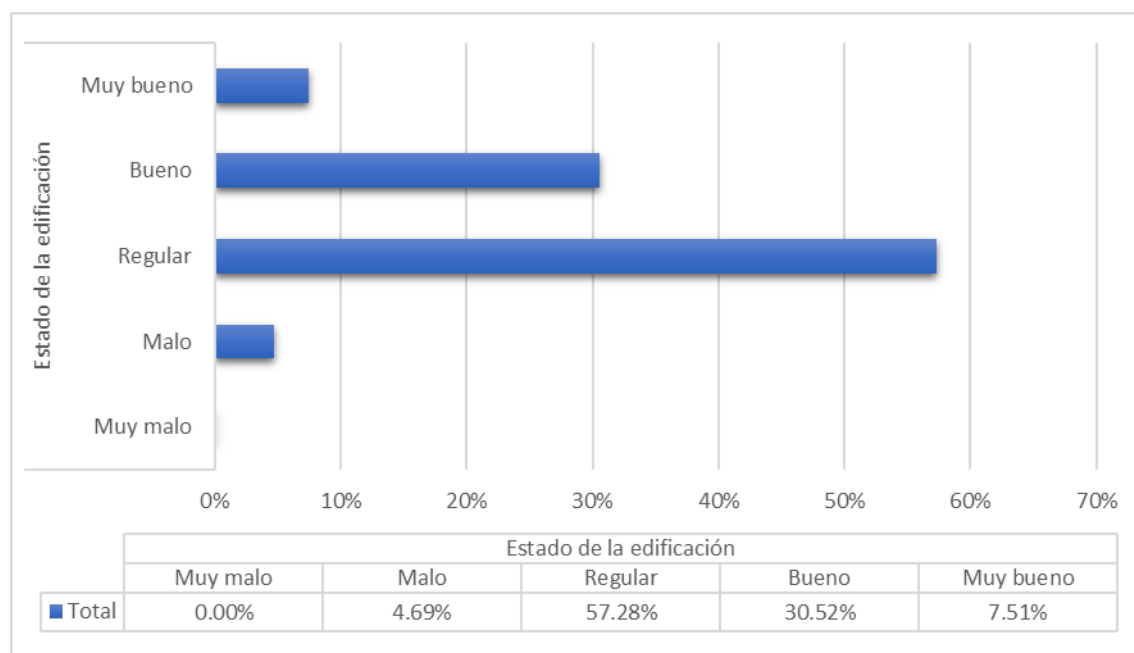


Figura 38. Estado de las edificaciones

4.3.2. Vulnerabilidad por Peligros Naturales

4.3.2.1. Exposición

De los elementos escogidos para la exposición se trabajó con la densidad poblacional, servicios educativos expuestos y servicios de salud expuestos:

Cuadro 23. Matriz de comparación de pares de los elementos de exposición de la vulnerabilidad a los peligros naturales

Parámetros	Densidad poblacional	Servicios Educativos	Servicios de Salud
Densidad poblacional	1,00	7,00	7,00
Servicios Educativos	1/7	1,00	1,00
Servicios de Salud	1/7	1,00	1,00
Suma	1,29	9,00	9,00

FUENTE: Elaboración propia

Cuadro 24. Cálculo del vector priorización y la razón de consistencia para los elementos de exposición de la vulnerabilidad a los peligros naturales

	Vector Priorización	Vector Suma ponderada	λ_{max}
Densidad poblacional	77,78%	2,33	3,00
Servicios Educativos	11,11%	0,33	3,00
Servicios de Salud	11,11%	0,33	3,00
IC		0,00 %	
RC		0,00 %	

FUENTE: Elaboración propia

En el Cuadro 24, podemos apreciar que la RC es menor al 10% ($RC < 0.1$) de lo que podemos concluir que la ponderación asignada en la matriz de comparación de pares es adecuada. A continuación, se muestra el análisis de los niveles de exposición para los peligros naturales en función a la densidad poblacional:

Cuadro 25. Análisis del nivel de exposición para la densidad poblacional

Sectores	Densidad	Nivel de exposición	Peso Saaty
AA.HH. 1ro de Julio	4281,90	Muy alto	0,534
AA.HH. 2 de Febrero	4079,25	Muy alto	0,534
AA.HH. 2 de Setiembre	4703,35	Muy alto	0,534
AA.HH. 5 de Noviembre	2610,08	Alto	0,26
AA.HH. 6 de Agosto	2939,63	Alto	0,26
AA.HH. Aguas Verdes	958,37	Medio	0,134
AA.HH. Alberto Fujimori	5666,87	Muy alto	0,534
AA.HH. Ampliación Bella Durmiente	1295,90	Alto	0,26
AA.HH. Brisas del Huallaga	3807,40	Alto	0,26
AA.HH. Dos amigos	2598,81	Alto	0,26
AA.HH. Gral. Santa Cruz	1733,94	Alto	0,26
AA.HH. Jesús Alberto Páez	1973,93	Alto	0,26
AA.HH. Keiko Sofía	6429,58	Muy alto	0,534
AA.HH. La Unión	912,79	Medio	0,134
AA.HH. Mercedes Alta	2971,54	Alto	0,26
AA.HH. Nuevo Horizonte	3105,01	Alto	0,26
AA.HH. Pedro Abad Saavedra	4648,59	Muy alto	0,534
AA.HH. Prolongación Cayumba	4964,63	Muy alto	0,534
AA.HH. Quebrada del Águila	3559,42	Alto	0,26
AA.HH. Ricardo Abad Vásquez	6935,53	Muy alto	0,534
AA.HH. Sven Ericcson	3663,75	Alto	0,26
AA.HH. Tito Jaime Fernández	4022,06	Muy alto	0,534
Asoc. Viv Tomislavo Zecevich	5655,04	Muy alto	0,534
Asoc. Viv. Costa Verde	2373,99	Alto	0,26
Asoc. Viv. Octavio Díaz	6997,26	Muy alto	0,534
Asociación de Vivienda Quebrada Kushuro	7875,28	Muy alto	0,534
Asociación Provivienda 10 de Noviembre	3281,14	Alto	0,26
Cooperativa de Vivienda Asunción Saldaña	2140,76	Alto	0,26
Lotización 28 de Mayo	3215,27	Alto	0,26
Lotización de vivienda Frank Potokar	1853,02	Alto	0,26
Lotización El Risueño II Etapa	2649,26	Alto	0,26
Lotización Isla Potokar	1805,68	Alto	0,26
Lotización José Olaya	2943,33	Alto	0,26
Lotización Karly Alegría Arevalo	1606,76	Alto	0,26
Lotización La Vaca	2739,32	Alto	0,26
Lotización Los Cerros	2118,39	Alto	0,26
Lotización Los Zapotes	1725,92	Alto	0,26
Lotización Santa Anita	1196,93	Medio	0,134
Lotización Santa Fidelia	5689,90	Muy alto	0,534
Lotización Victor Raúl Haya de la Torre	3240,44	Alto	0,26
Lotización Villa Agricultura	2749,04	Alto	0,26
Lotización Villa Piña	3070,49	Alto	0,26
PP.JJ. 9 de Octubre	2212,63	Alto	0,26
PP.JJ. Bella Durmiente	3711,03	Alto	0,26
PP.JJ. La Libertad	3459,65	Alto	0,26
PP.JJ. Tupac Amaru	2325,77	Alto	0,26
Zona Central	2280,77	Alto	0,26

FUENTE: Elaboración propia

La densidad poblacional por lotes (Hab/Lotes) encontrada en las encuestas, es en promedio de 5.2 Hab/ Lote

Cuadro 26. Centros educativos presentes en la zona urbana de Tingo María

Sectores	Nombre/Codigo
PP.JJ. Tupac Amaru	SAN IGNACIO DE LOYOLA
PP.JJ. Tupac Amaru	TUPAC AMARU
AA.HH. Quebrada del Águila	SANTA TERESITA DEL NIÑO JESUS
Jr. 9 de Octubre	SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO
AA.HH. Sven Ericcson	SVEN ERICSON
Jr. Cayumba	CIMAFIQ
Jr. José Olaya	32483 RICARDO PALMA SORIANO
Lotización José Olaya	MARISCAL RAMON CASTILLA
Jr. Huánuco	PITAGORAS
Av. Alameda Perú	CEBA - ANDRES AVELINO CACERES
Jr. José Prato	PADRE ABAD
Av. Amazonas	ALEVE INTERNACIONAL
Av. Alameda Perú	LOS FRANCISCANITOS
AA.HH. Dos amigos	1 DE JULIO
Av. Alameda Perú	32262 LEONCIO PRADO GUTIERREZ
AA.HH. Jesús Alberto Páez	32916 ESTEBAN FLORES LLANOS
AA.HH. Jesús Alberto Páez	AMAZONAS
Lotización La Vaca	022 MARIANO BONIN
Lotización La Vaca	GALILEO GALILEI
PP.JJ. 9 de Octubre	130 LAS PALMERITAS
AA.HH. Aguas Verdes	GOMEZ ARIAS DÁVILA

FUENTE: Elaboración propia

Cuadro 27. Centros de Salud ubicados en el área de influencia

Sectores	Centro de salud
Av. Ucayali	HOSPITAL I TINGO MARIA
Av. Ucayali	POSTA MEDICA PNP TINGO MARIA
Jr. Cajamarca	EL GALENO DE ICA EIRL
Av. Tito Jaime	CENTRO SALUD ESPECIALIZADO VIRGEN DEL
Fernández	CARMEN

FUENTE: Elaboración propia

4.3.2.2. Fragilidad

Para la fragilidad a los peligros naturales se analizaron los grupos etarios, niveles de discapacidad, material de construcción de las paredes y pisos y el estado de las edificaciones. Los detalles se muestran en las siguientes figuras:

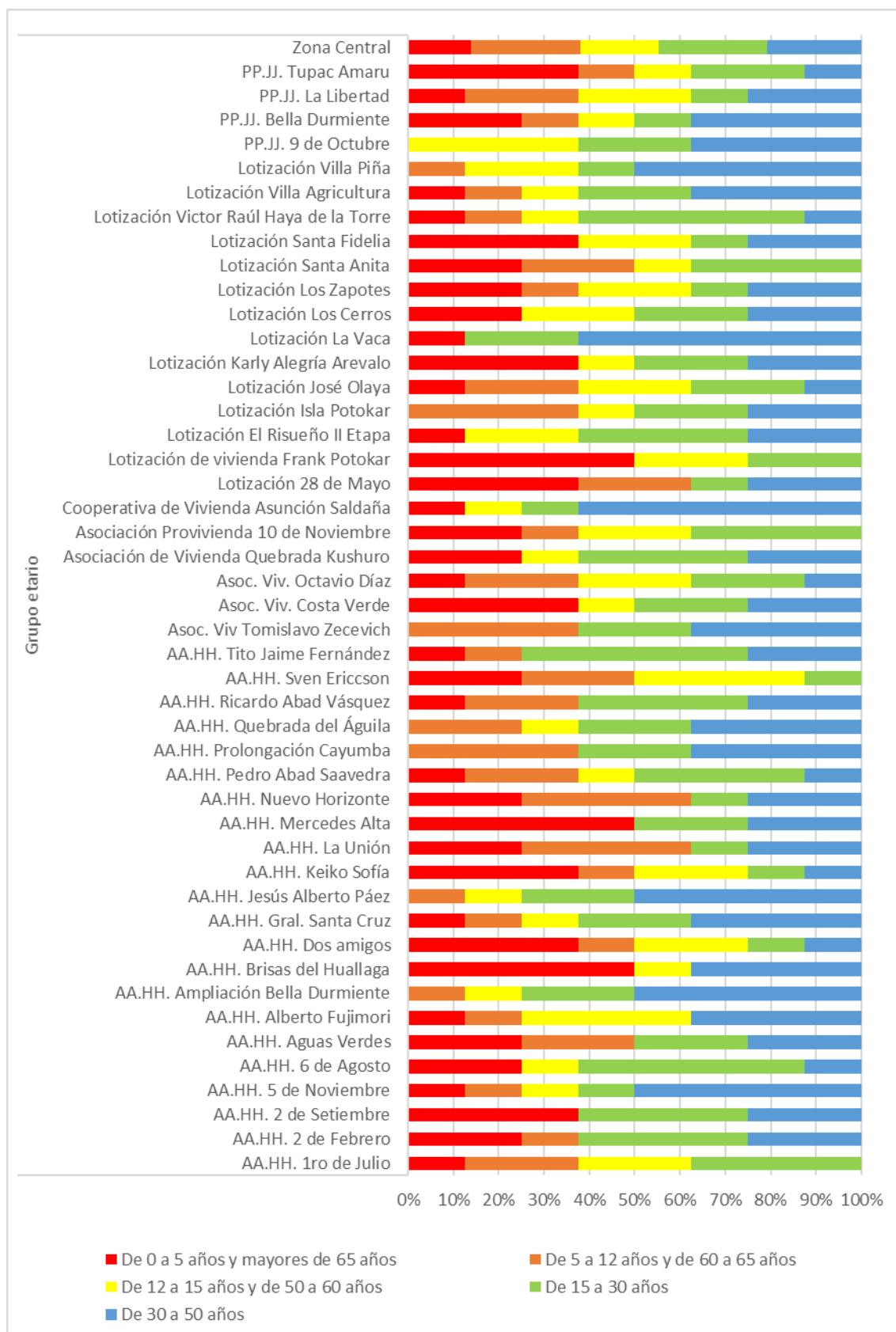


Figura 39. Grupos etarios por sectores ubicados en la zona urbana de Tingo María

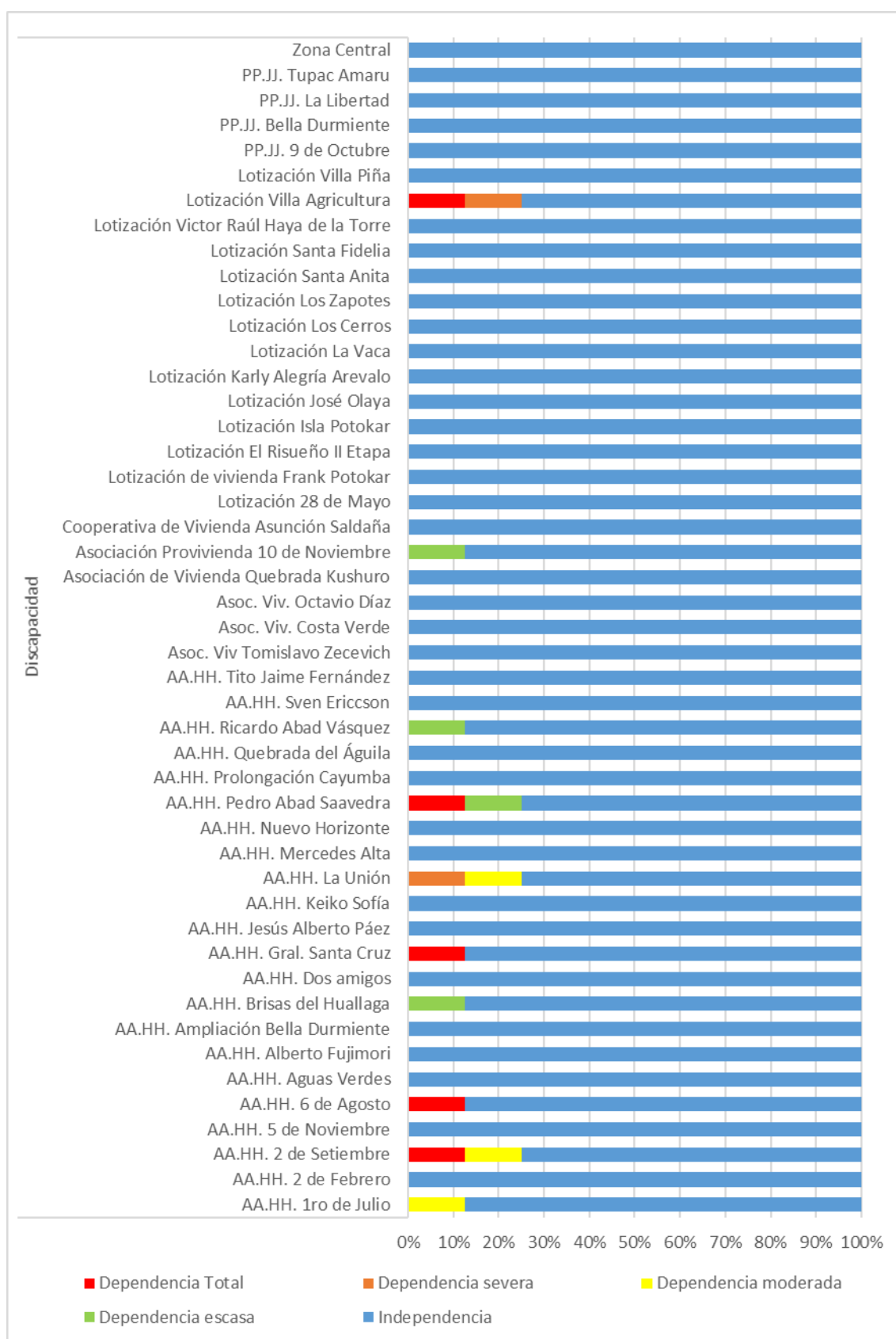


Figura 40. Nivel de discapacidad por sectores ubicados en la zona urbana de Tingo María

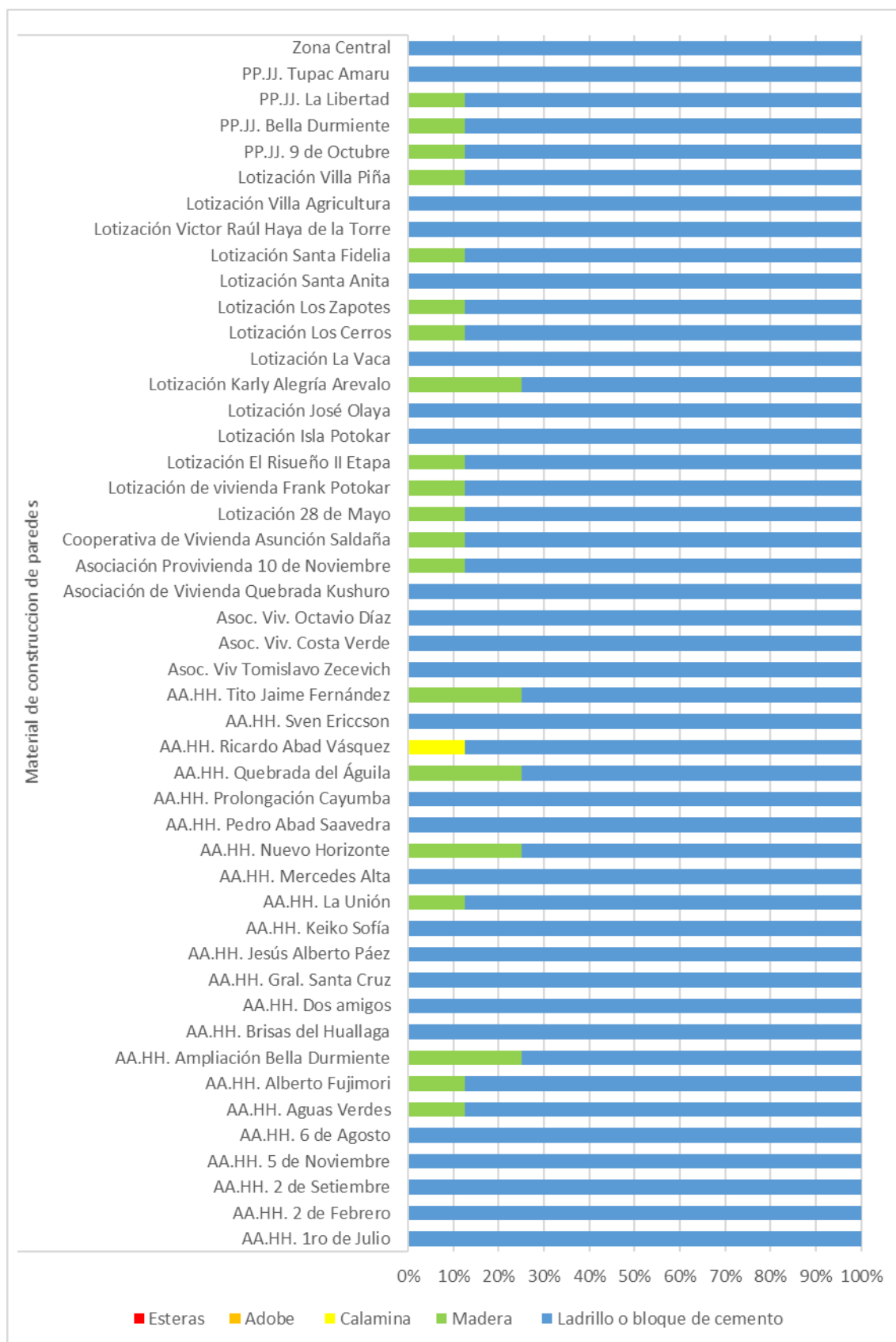


Figura 41. Material de construcción de las paredes por sectores ubicados en la zona urbana de Tingo María

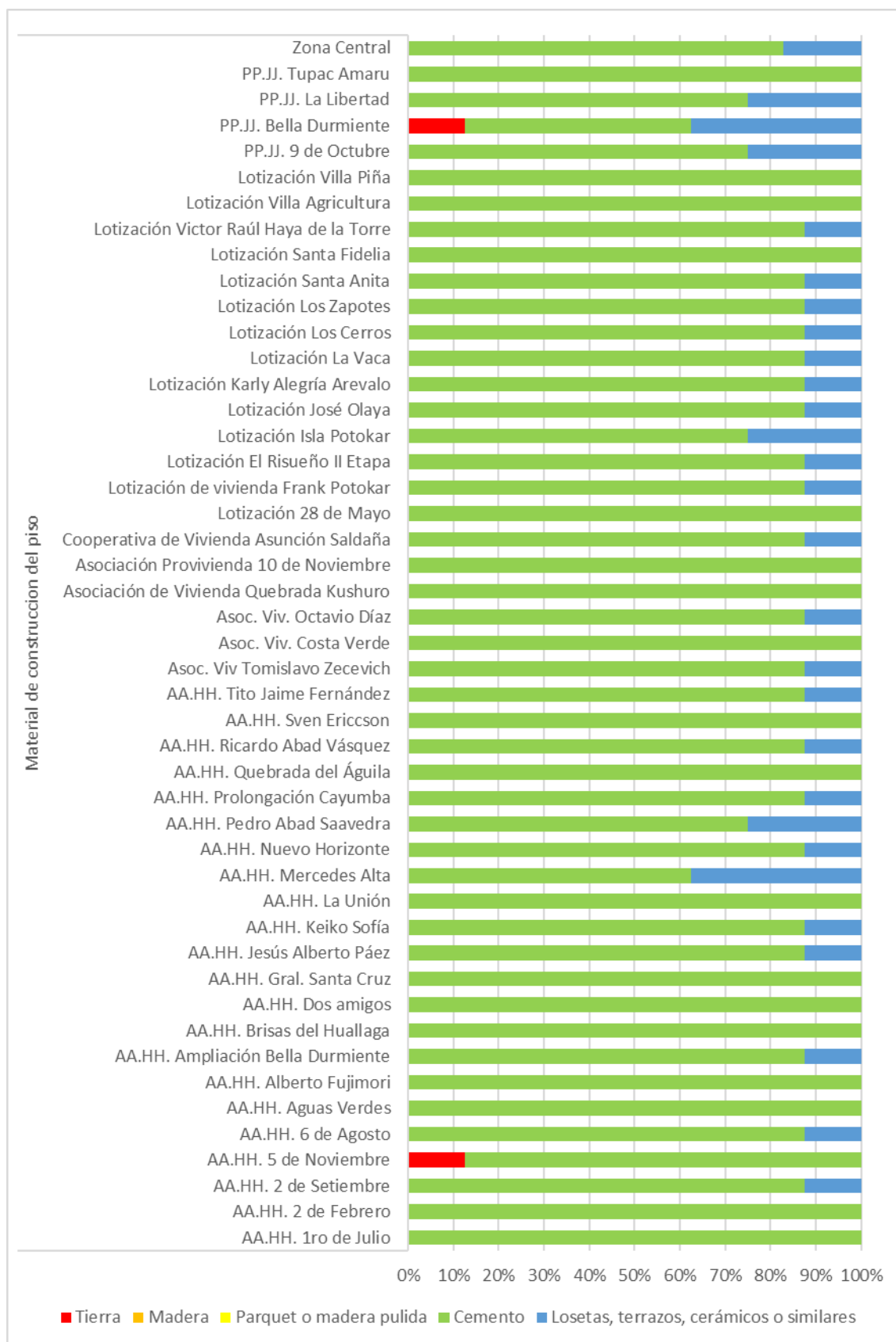


Figura 42. Material de construcción de los pisos por sectores ubicados en la zona urbana de Tingo María

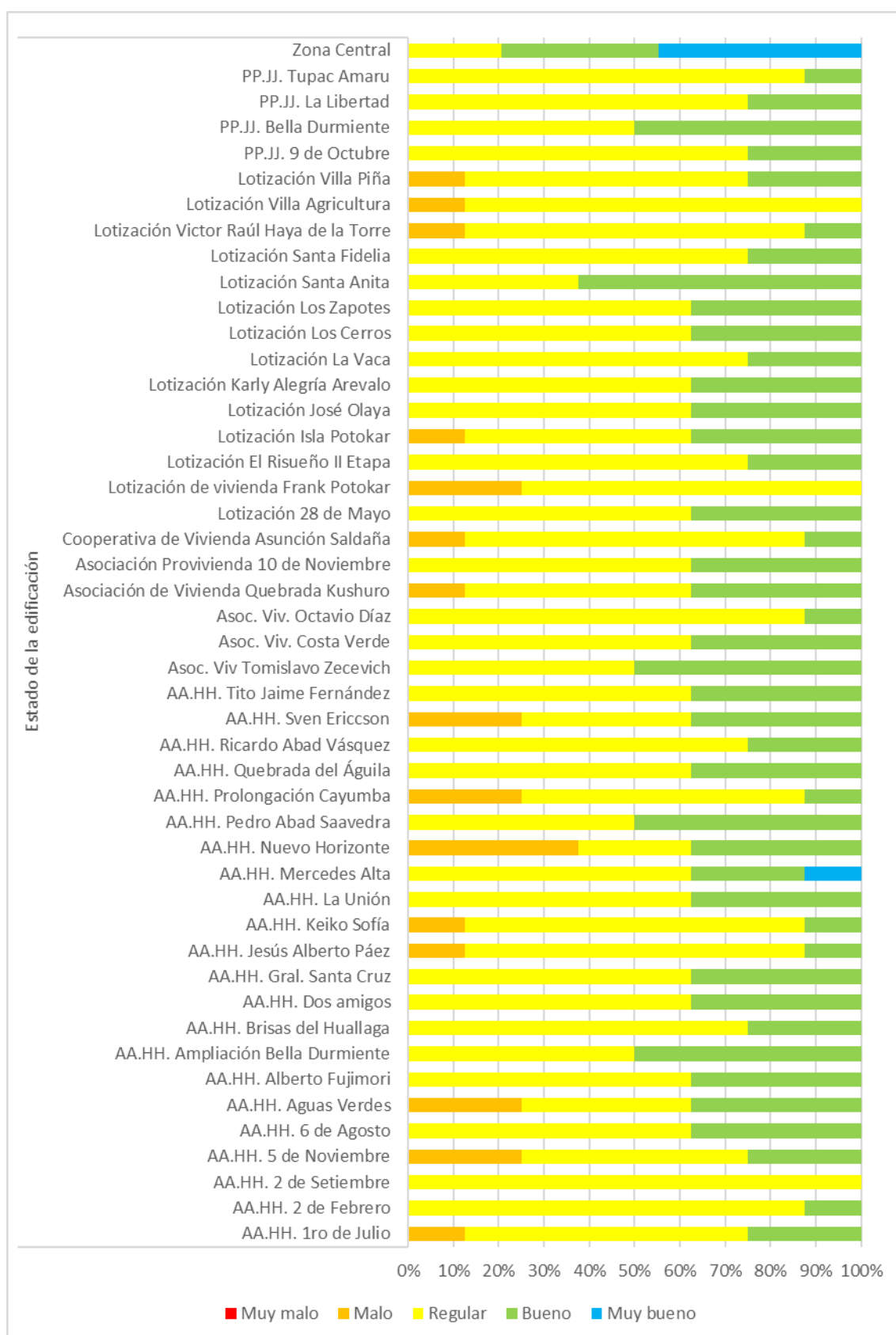


Figura 43. Estado de las edificaciones por sectores ubicados en la zona urbana de Tingo María

A continuación, se calculan las ponderaciones respectivas para los parámetros de la fragilidad:

Cuadro 28. Matriz de comparación de pares de los elementos de exposición de la vulnerabilidad a los peligros naturales

	Grupos Et.	Discapacidad	Mat. Const. Paredes	Mar. Const. Pisos	Estado de la edificación
Grupos Et.	1	1/3	3	3	1/3
Discapacidad	3	1	3	3	3
Mat. Const. Paredes	1/3	1/3	1	1	1/5
Mar. Const. Pisos	1/3	1/3	1	1	1/5
Estado de la edificación	3	1/3	5	5	1

FUENTE: Elaboración propia

Cuadro 29. Cálculo del vector priorización y la razón de consistencia para los elementos de fragilidad de la vulnerabilidad a los peligros naturales

	Vector Priorización	Vector Suma ponderada	λ_{max}
Grupos Et.	16,1%	0,85	5,27
Discapacidad	38,3%	2,23	5,83
Mat. Const. Paredes	7,6%	0,39	5,16
Mar. Const. Pisos	7,6%	0,39	5,16
Estado de la edificación	30,3%	1,68	5,54
IC		0,098	
RC		0,088	

FUENTE: Elaboración propia

Como la razón de consistencia es menor al 10% ($RC < 0.1$), se puede concluir que los pesos atribuidos en la matriz de consistencia son adecuados

4.3.2.3. Resiliencia

Para la resiliencia se trabajó con el grado de instrucción, los ingresos económicos y la actitud ante el riesgo. Los resultados se muestran en las siguientes figuras.

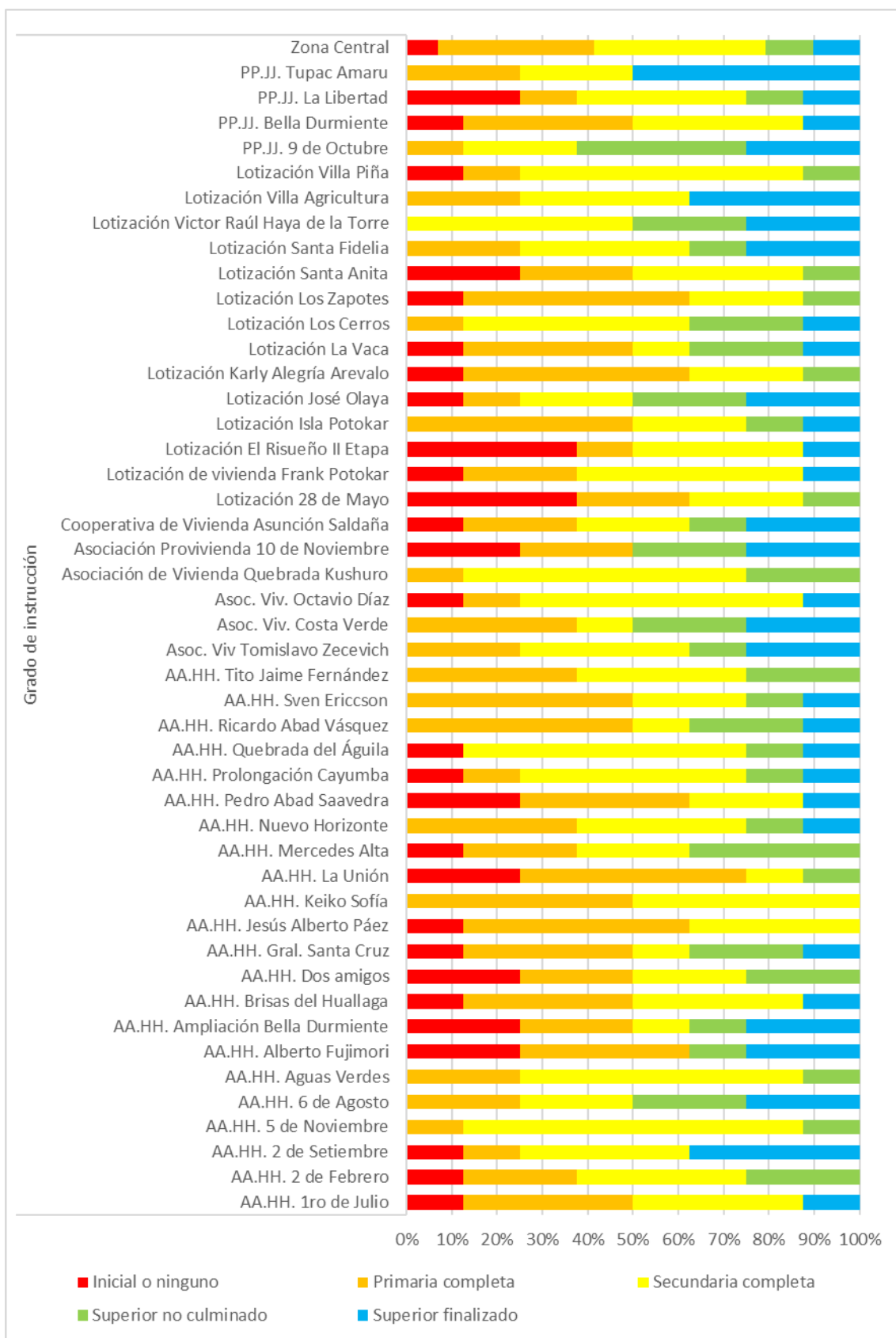


Figura 44. Grado de instrucción alcanzado por los encuestados en la zona urbana de Tingo María

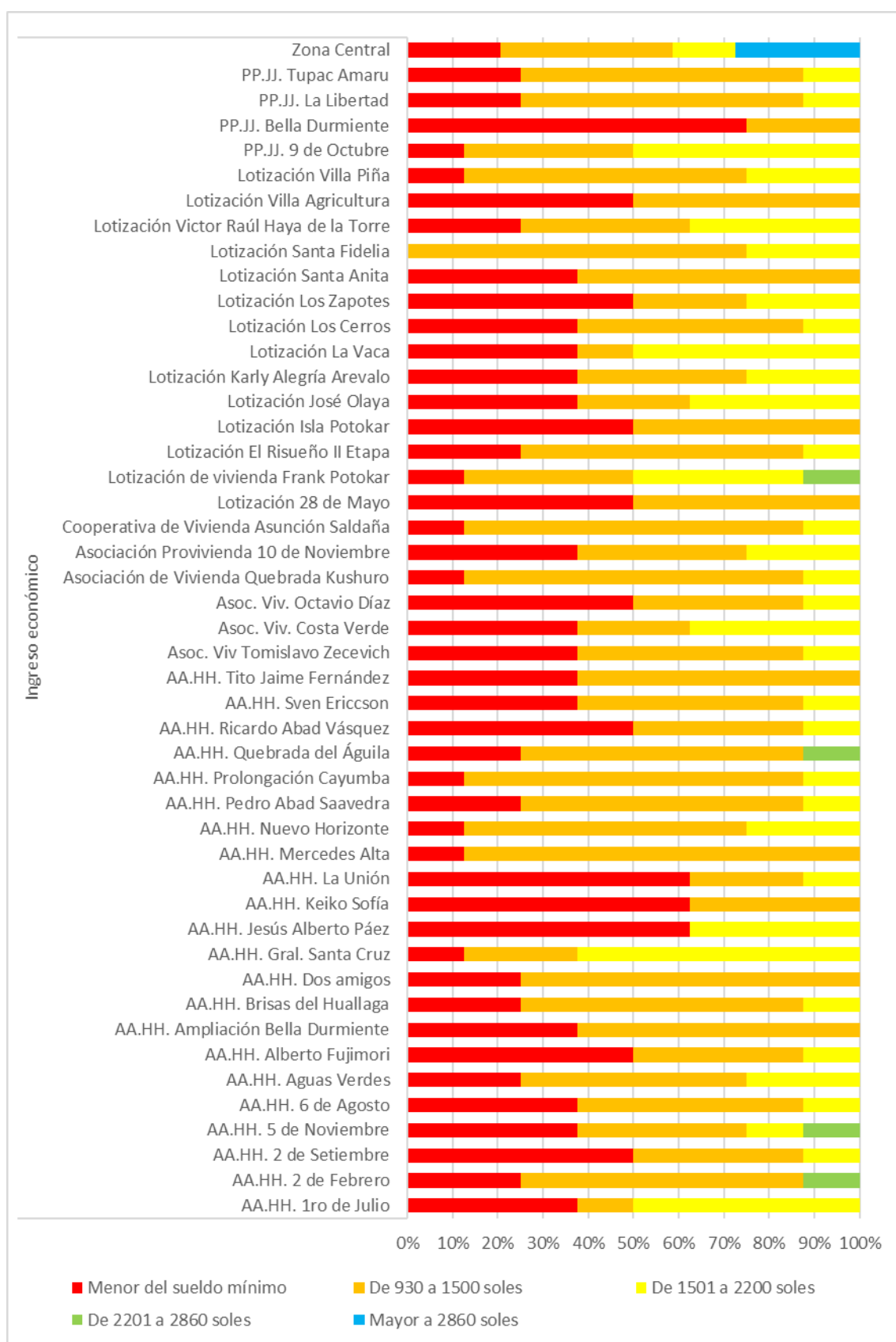


Figura 45. Ingreso económico de los encuestados en la zona urbana de Tingo María

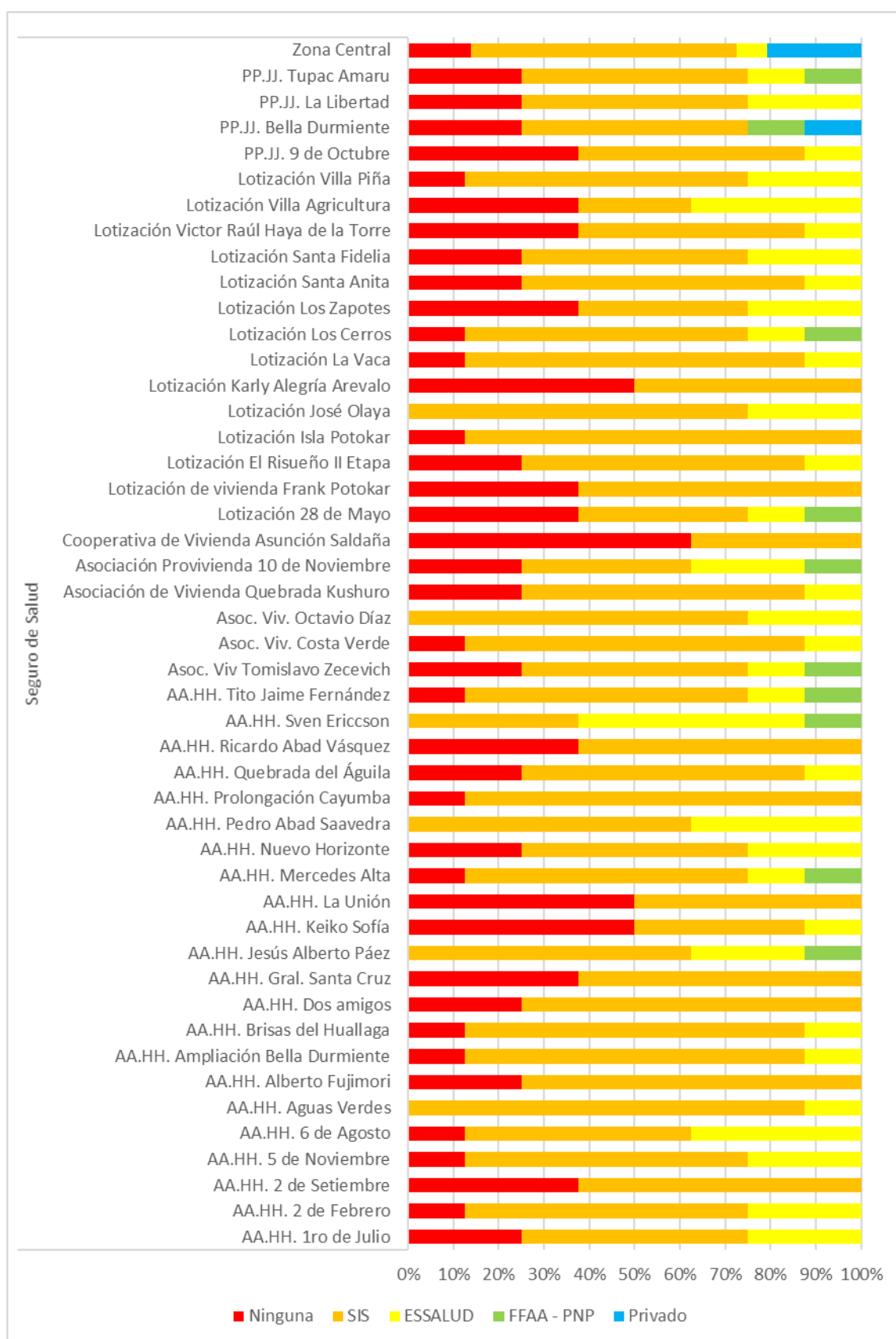


Figura 46. Tipo de seguro afiliado de los encuestados en la zona urbana de Tingo María

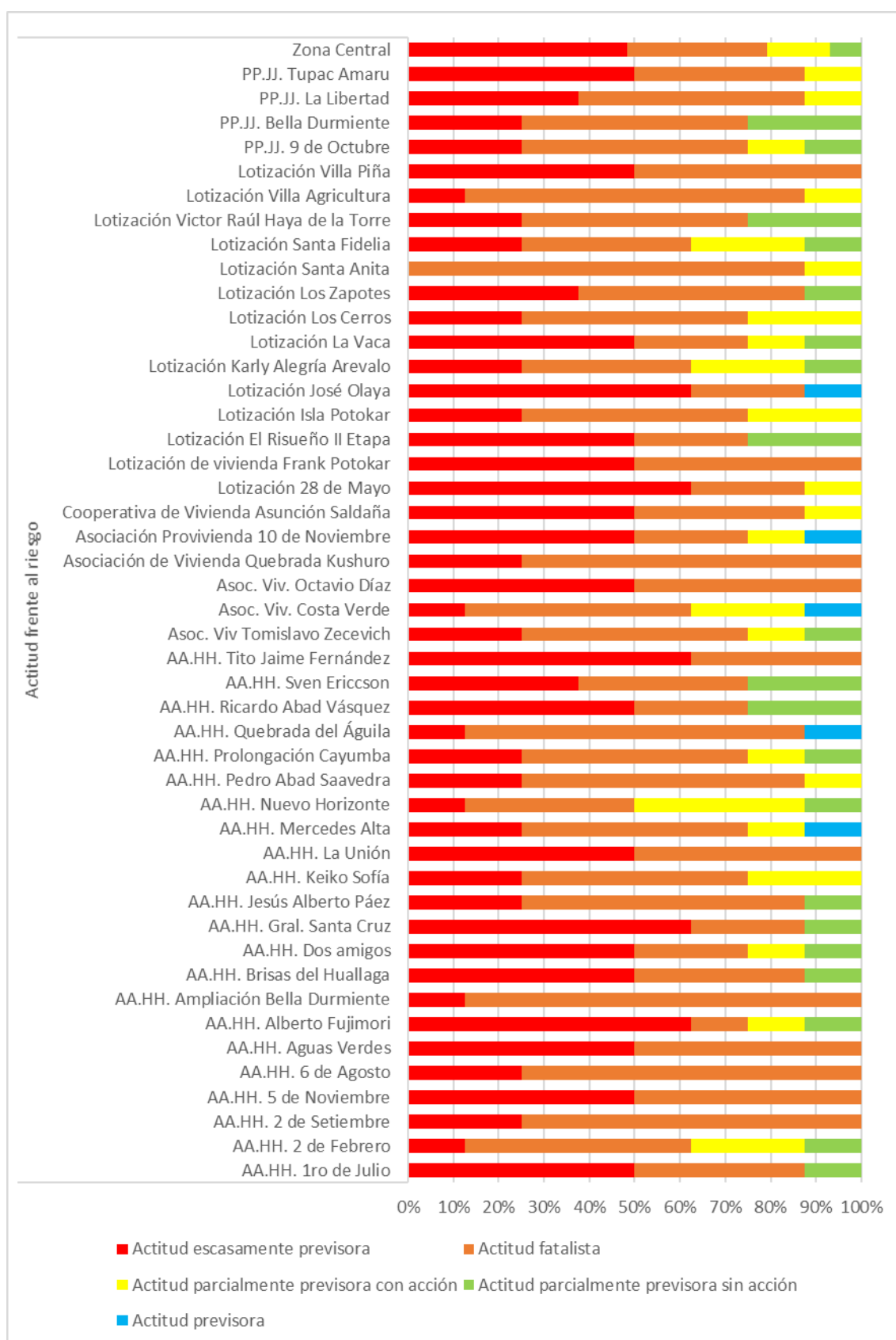


Figura 47. Actitud frente al riesgo de los encuestados en la zona urbana de Tingo María

A continuación, se calculan las ponderaciones respectivas para los parámetros de la resiliencia:

Cuadro 30. Matriz de comparación de pares de los elementos de resiliencia de la vulnerabilidad a los peligros naturales

	Actitud fr. al riesgo	Grado de instrucción	Ingreso Económico	Seguro de Salud
Actitud fr. al riesgo	1,00	5,00	1/3	3,00
Grado de instrucción	1/5	1,00	1/5	1,00
Ingreso Económico	3,00	5,00	1,00	5,00
Seguro de Salud	1/3	1,00	1/5	1,00

FUENTE: Elaboración propia

Cuadro 31. Cálculo del vector priorización y la razón de consistencia para los elementos de fragilidad de la vulnerabilidad a los peligros naturales

	Vector Priorización	Vector Suma ponderada	λ_{max}
Actitud fr. al riesgo	28,2%	1,170	4,142
Grado de instrucción	8,6%	0,343	4,002
Ingreso Económico	53,9%	2,280	4,231
Seguro de Salud	9,3%	0,381	4,090
IC			0,0388
RC			0,0740

FUENTE: Elaboración propia

De los Cuadros 30 y 31, podemos ver que los pesos escogidos para cada parámetro de resiliencia de la vulnerabilidad ante los peligros naturales son adecuados, ya que la razón de consistencia es menor al 10% ($RC < 0.1$).

4.3.3. Vulnerabilidad por Peligros Antrópicos

Para la Vulnerabilidad ante los peligros antrópicos se consideraron los siguientes parámetros: Para la exposición se consideró la densidad poblacional, para la fragilidad se consideraron los grupos etarios y para la

resiliencia se consideraron los ingresos económicos y los seguros de salud. Como para ninguno de los factores de vulnerabilidad (exposición, fragilidad o resiliencia) se superan los 2 parámetros, los pesos se asignaron a criterios sin la metodología Saaty.

Cuadro 32. Pesos relativos asignados para los parámetros de vulnerabilidad por peligros antrópicos

Factor de vulnerabilidad	Parámetros	Peso
Exposición	Densidad Poblacional	1
Fragilidad	Grupos Etarios	1
Resiliencia	Seguro de Salud	0,5
	Ingreso Económico	0,5

FUENTE: Elaboración propia

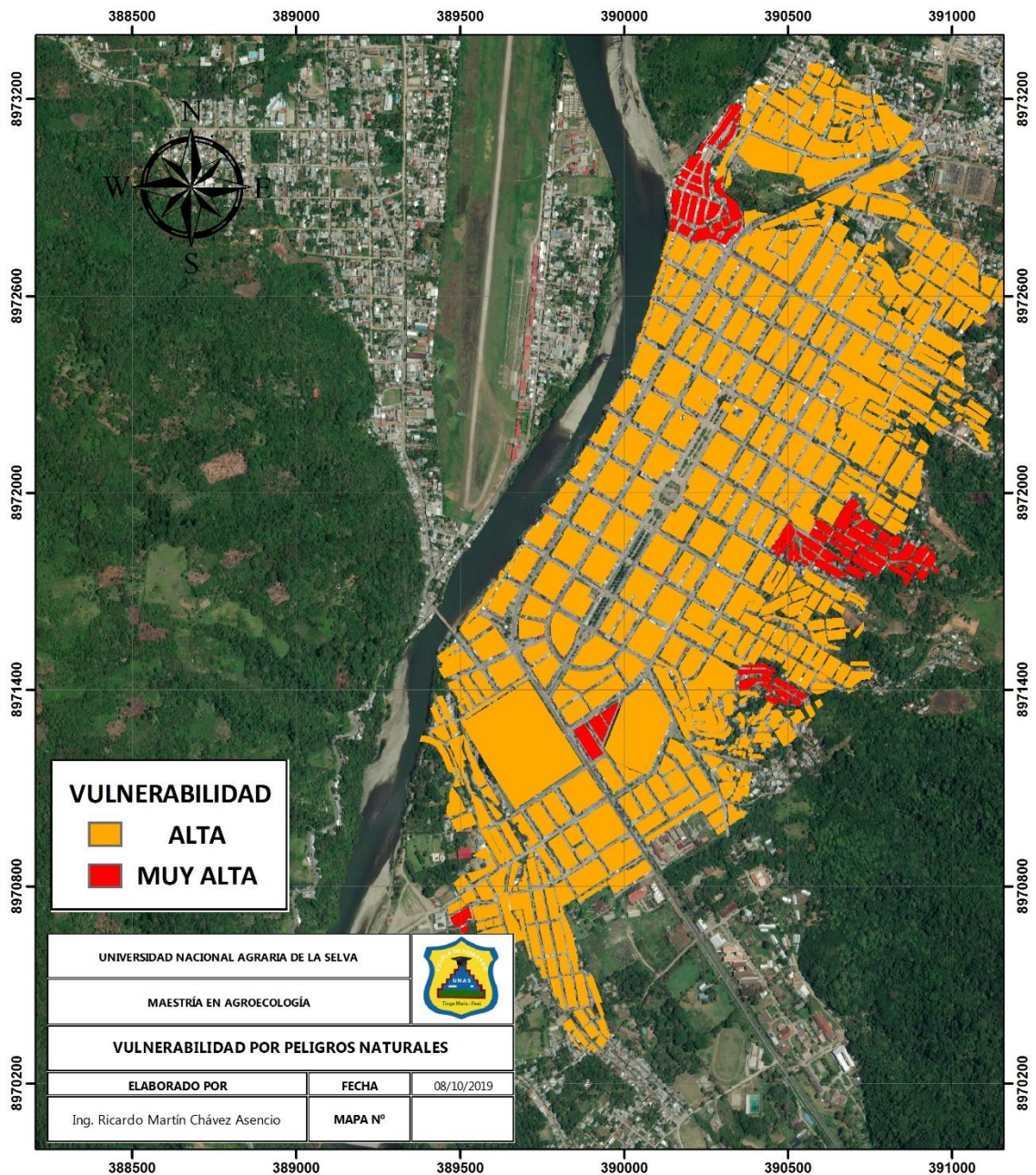


Figura 48. Fragilidad de la zona urbana de Tingo María debido a los peligros naturales

Trabajando con los indicadores propuestos en el Cuadro 6, se encontró los siguientes niveles de vulnerabilidad para los peligros naturales: El 86.8% (6145) de los lotes poseen una vulnerabilidad alta y el 13.2% (934) de los lotes poseen una vulnerabilidad muy alta

Cuadro 33. Niveles de vulnerabilidad antes los peligros naturales

Sector	Vulnerabilidad	
	Alta	Muy alta
AA.HH. 1ro de Julio		133
AA.HH. 2 de Febrero		42
AA.HH. 2 de Setiembre		70
AA.HH. 5 de Noviembre	85	
AA.HH. 6 de Agosto	28	
AA.HH. Aguas Verdes	99	
AA.HH. Alberto Fujimori		112
AA.HH. Ampliación Bella Durmiente	68	
AA.HH. Brisas del Huallaga	376	
AA.HH. Dos amigos	101	
AA.HH. Gral. Santa Cruz	68	
AA.HH. Jesús Alberto Páez	131	
AA.HH. Keiko Sofía		64
AA.HH. La Unión	13	
AA.HH. Mercedes Alta	97	
AA.HH. Nuevo Horizonte	166	
AA.HH. Pedro Abad Saavedra		202
AA.HH. Prolongación Cayumba		40
AA.HH. Quebrada del Águila	72	
AA.HH. Ricardo Abad Vásquez		54
AA.HH. Sven Ericcson	540	
AA.HH. Tito Jaime Fernández		62
Asoc. Viv. Costa Verde	56	
Asoc. Viv. Octavio Díaz		46
Asoc. Viv. Tomislavo Zeceovich		36
Asociación de Vivienda Quebrada Kushuro		49
Asociación Provivienda 10 de Noviembre	92	
Cooperativa de Vivienda Asunción Saldaña	97	
Lotización 28 de Mayo	63	
Lotización de vivienda Frank Potokar	50	
Lotización El Risueño II Etapa	84	
Lotización Isla Potokar	26	
Lotización José Olaya	165	
Lotización Karly Alegría Arevalo	46	
Lotización La Vaca	149	
Lotización Los Cerros	90	
Lotización Los Zapotes	20	
Lotización Santa Anita	19	
Lotización Santa Fidelia		24
Lotización Víctor Raúl Haya de la Torre	320	
Lotización Villa Agricultura	55	
Lotización Villa Piña	47	
PP.JJ. 9 de Octubre	380	
PP.JJ. Bella Durmiente	135	
PP.JJ. La Libertad	64	
PP.JJ. Tupac Amaru	224	
Zona Central	2119	

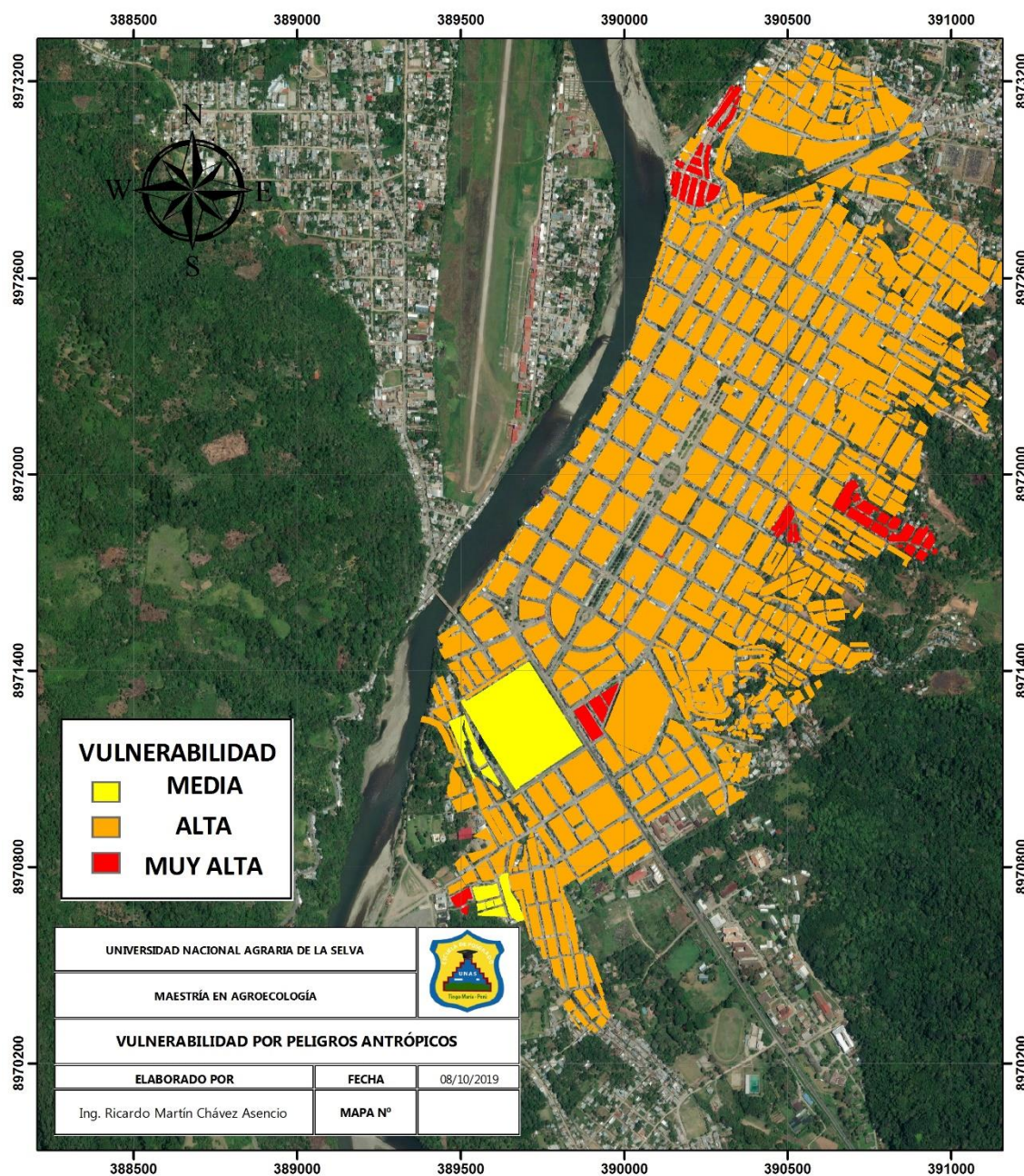


Figura 49. Vulnerabilidad en la zona urbana de Tingo María debido a los peligros antrópicos

Trabajando con los indicadores propuestos en el Cuadro 6, se encontró los siguientes niveles de vulnerabilidad para los peligros antrópicos: El 2.1% (146) de los lotes poseen vulnerabilidad media, el 89.5% (6339) vulnerabilidad alta y el 8.4% (594) vulnerabilidad muy alta.

Cuadro 34. Niveles de vulnerabilidad antes los peligros antrópicos

Sector	Vulnerabilidad		
	Media	Alta	Muy alta
AA.HH. 1ro de Julio			133
AA.HH. 2 de Febrero			42
AA.HH. 2 de Setiembre			70
AA.HH. 5 de Noviembre		85	
AA.HH. 6 de Agosto		28	
AA.HH. Aguas Verdes	99		
AA.HH. Alberto Fujimori			112
AA.HH. Ampliación Bella Durmiente		68	
AA.HH. Brisas del Huallaga		376	
AA.HH. Dos amigos		101	
AA.HH. Gral. Santa Cruz		68	
AA.HH. Jesús Alberto Páez		131	
AA.HH. Keiko Sofía			64
AA.HH. La Unión		13	
AA.HH. Mercedes Alta		97	
AA.HH. Nuevo Horizonte		166	
AA.HH. Pedro Abad Saavedra		202	
AA.HH. Prolongación Cayumba		40	
AA.HH. Quebrada del Águila		72	
AA.HH. Ricardo Abad Vásquez			54
AA.HH. Sven Ericcson		540	
AA.HH. Tito Jaime Fernández		62	
Asoc. Viv. Costa Verde		56	
Asoc. Viv. Octavio Díaz			46
Asoc. Viv. Tomislavo Zeceovich		36	
Asociación de Vivienda Quebrada Kushuro			49
Asociación Provivienda 10 de Noviembre		92	
Cooperativa de Vivienda Asunción Saldaña		97	
Lotización 28 de Mayo		63	
Lotización de vivienda Frank Potokar		50	
Lotización El Risueño II Etapa		84	
Lotización Isla Potokar		26	
Lotización José Olaya		165	
Lotización Karly Alegría Arevalo		46	
Lotización La Vaca		149	
Lotización Los Cerros		90	
Lotización Los Zapotes		20	
Lotización Santa Anita		19	
Lotización Santa Fidelia			24
Lotización Victor Raúl Haya de la Torre		320	
Lotización Villa Agricultura		55	
Lotización Villa Piña	47		
PP.JJ. 9 de Octubre		380	
PP.JJ. Bella Durmiente		135	
PP.JJ. La Libertad		64	
PP.JJ. Tupac Amaru		224	
Zona Central		2119	

4.4. Riesgos

4.4.1. Riesgos naturales

Inundaciones

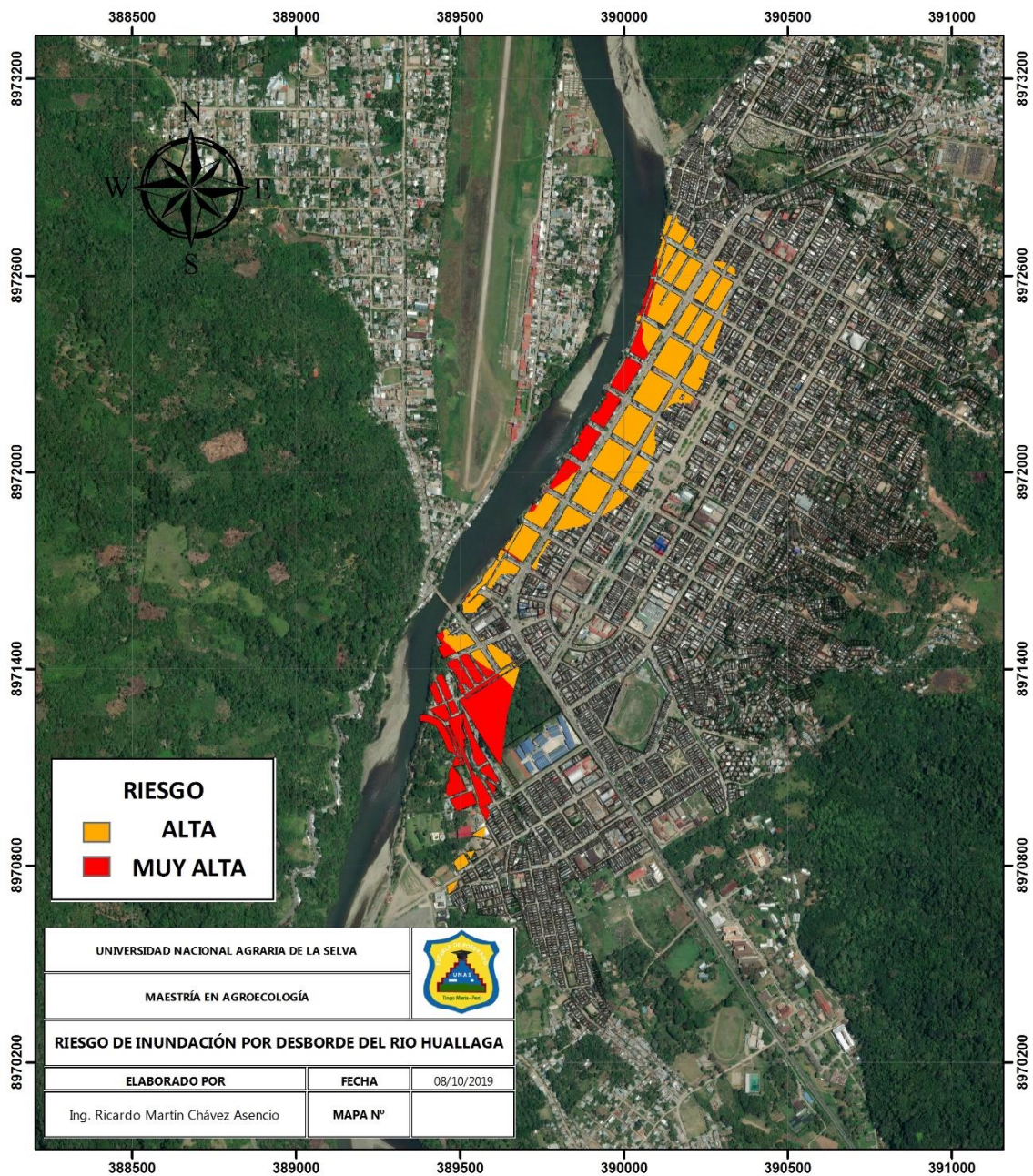


Figura 50. Niveles de riesgo de inundación por desborde del rio Huallaga

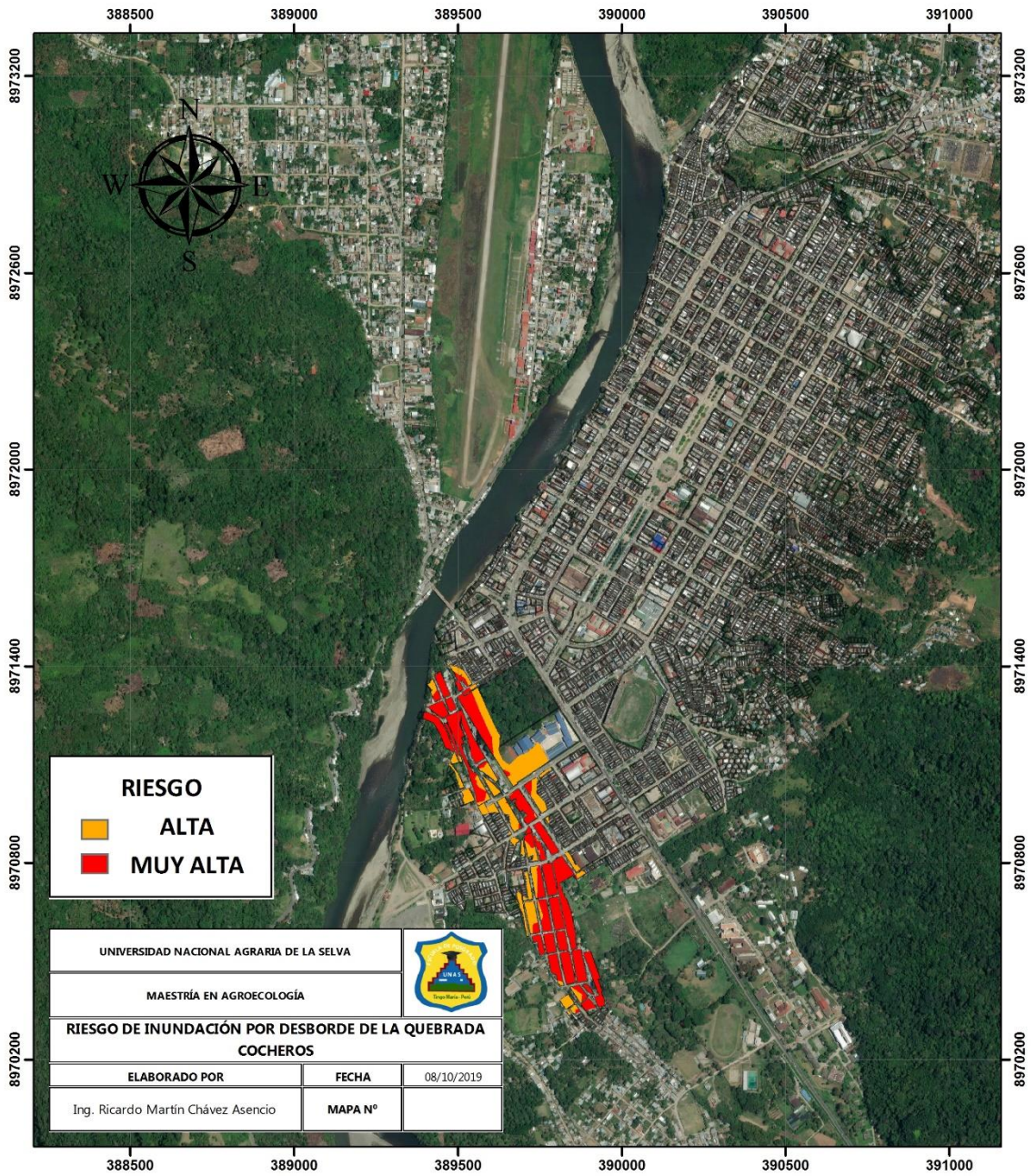


Figura 51. Niveles de riesgo de inundación por desborde de la quebrada “Cocheros”

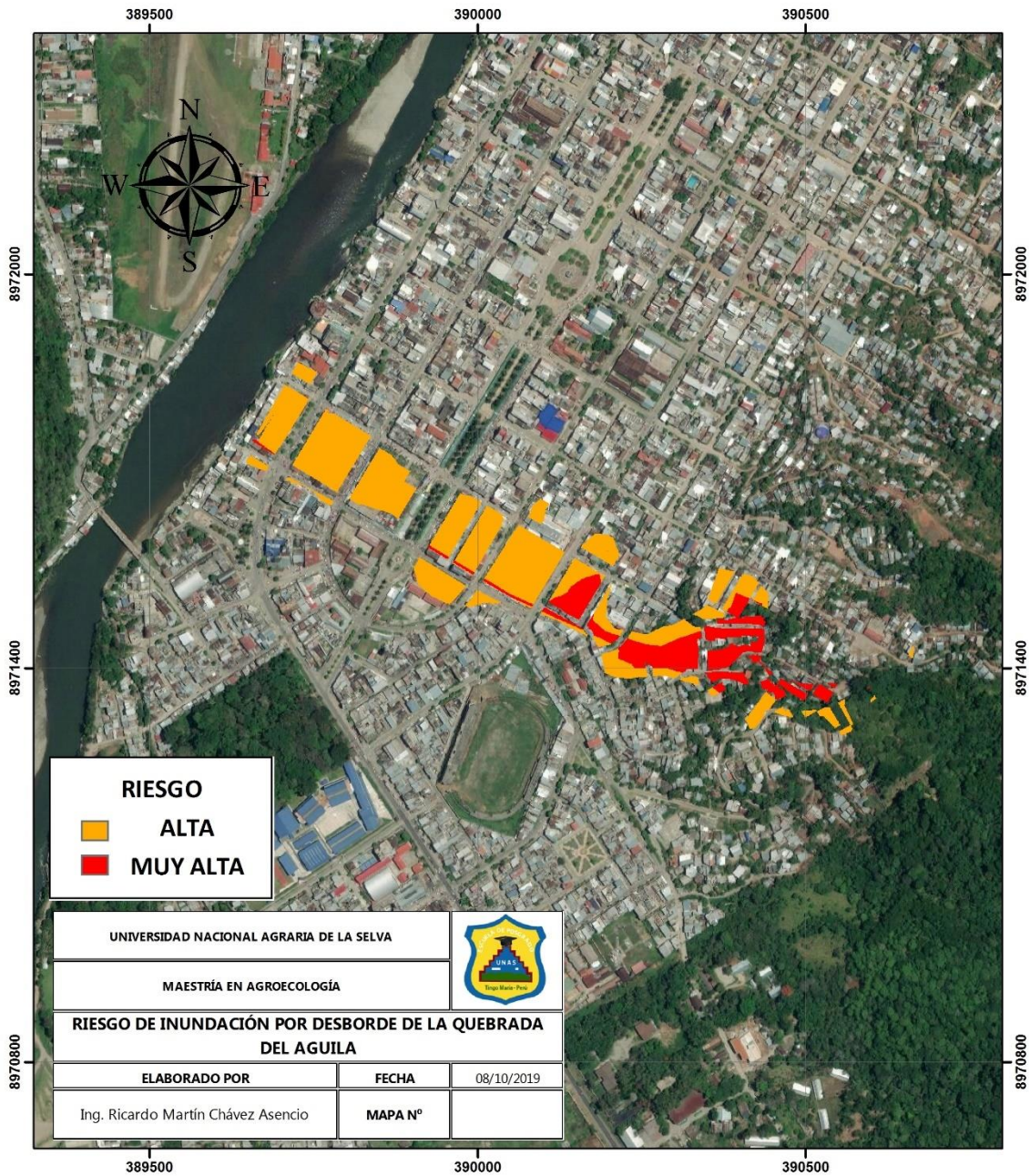


Figura 52. Niveles de riesgo de inundación por desborde de la quebrada “Del Águila”

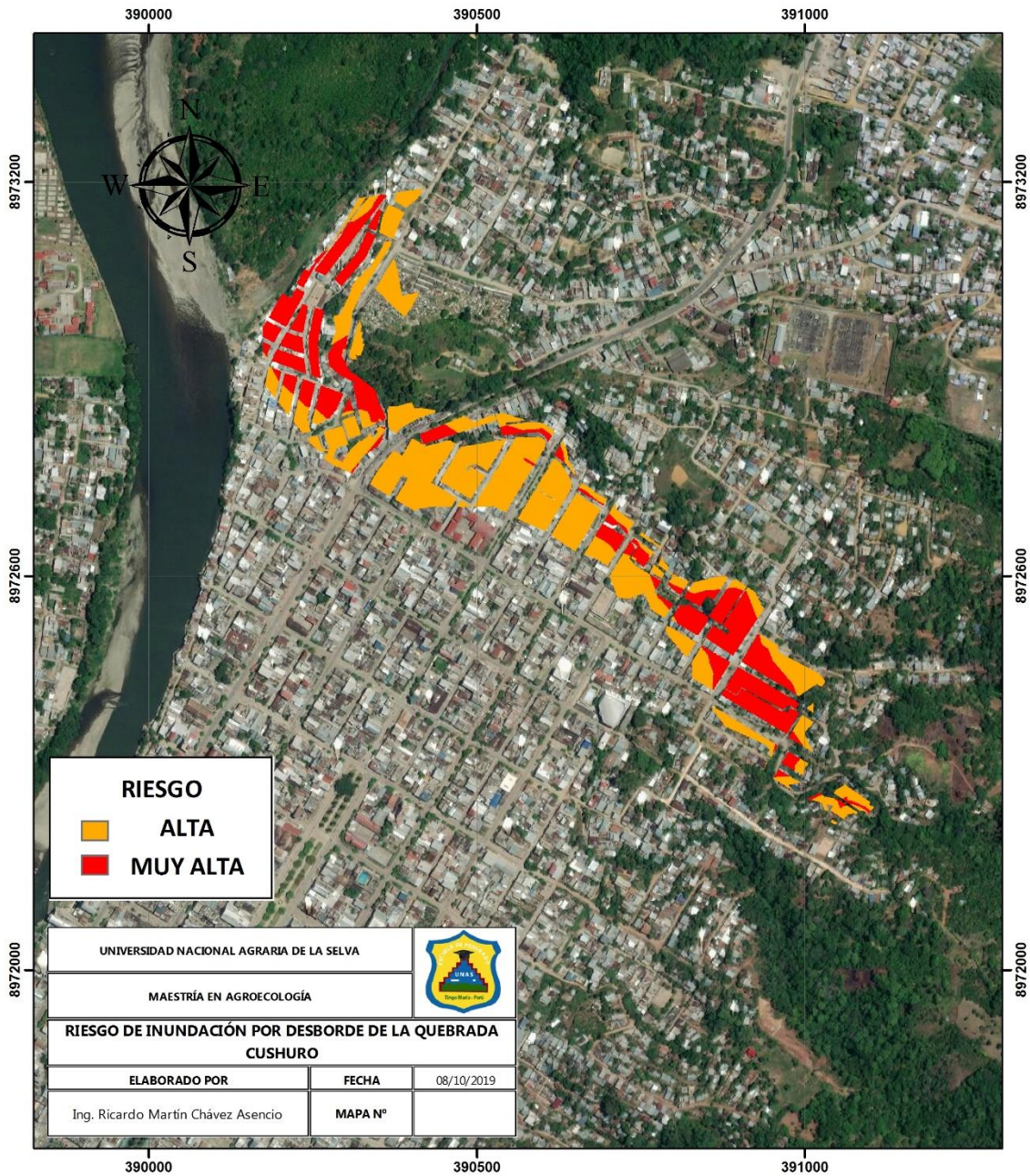


Figura 53. Niveles de riesgo de inundación por desborde de la quebrada “Cushuro”

Erosión

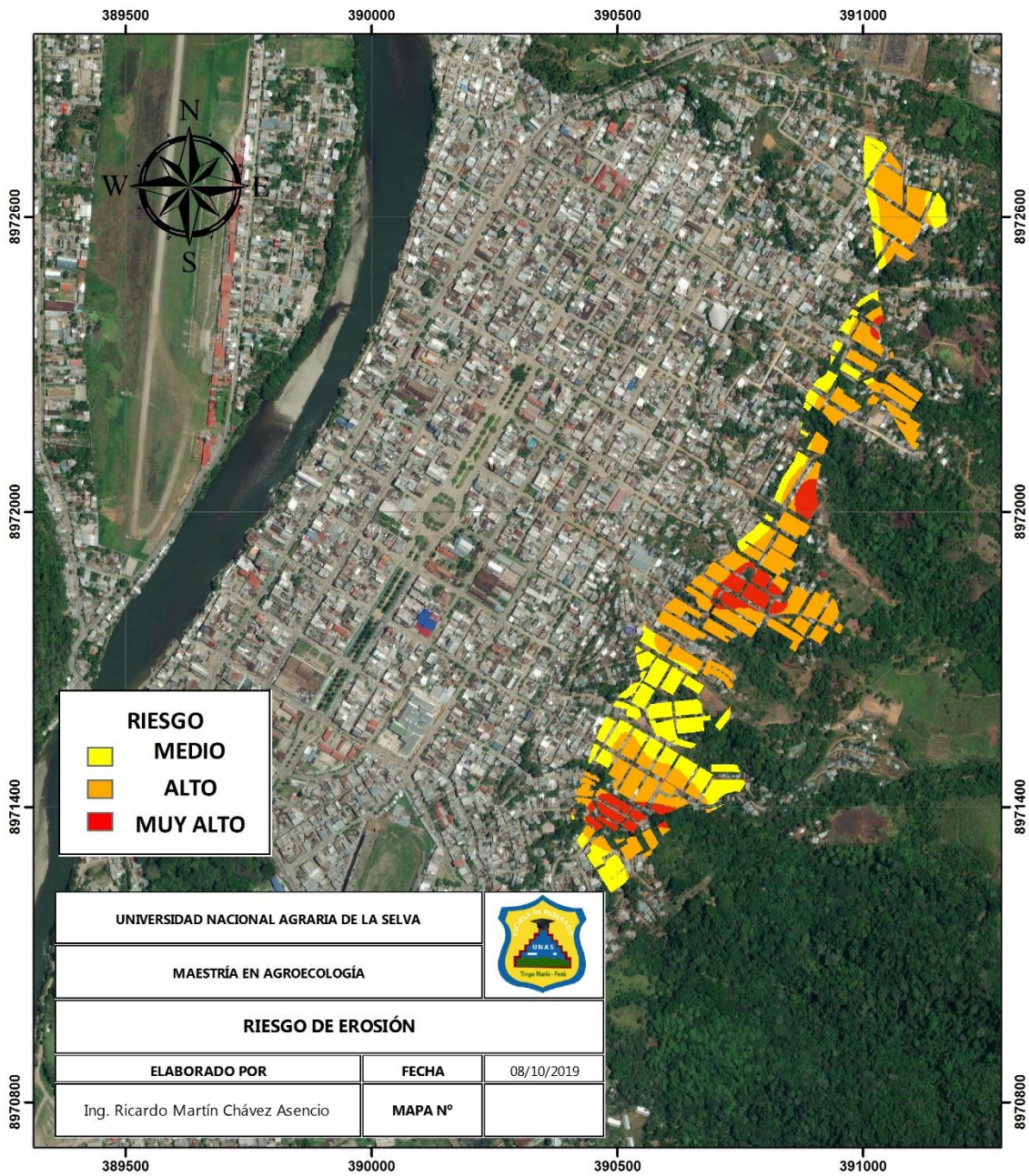


Figura 54. Niveles de riesgo de erosión en la zona urbana de Tingo María

Cuadro 35. Relación de sectores y lotes afectados por el riesgo de inundación debido al desborde del río Huallaga, de las quebradas “Cocheros”, “Del Águila” y “Kushuro”

Sectores	Cocheros		Cushuro		Del Águila		Río Huallaga		Total
	A	M. A.	A	M. A.	A	M. A.	A	M. A.	
AA.HH. 2 de Febrero	--	--	--	--	1	26	--	--	27
AA.HH. 5 de Noviembre	--	--	56	39	--	--	--	--	95
AA.HH. Aguas Verdes	32	87	--	--	--	--	1	89	209
AA.HH. Alberto Fujimori	--	--	34	75	--	--	--	--	109
AA.HH. Brisas del Huallaga	127	276	--	--	--	--	--	--	403
AA.HH. Jesús Alberto Páez	--	--	45	53	--	--	--	--	98
AA.HH. Keiko Sofía	--	--	36	58	--	--	--	--	94
AA.HH. La Unión	4	1	--	--	--	--	--	--	5
AA.HH. Nuevo Horizonte	--	--	2	--	--	--	--	--	2
AA.HH. Prolongación Cayumba	--	--	--	--	--	34	--	--	34
AA.HH. Quebrada del Águila	--	--	--	--	10	8	--	--	18
AA.HH. Sven Ericcson	--	--	--	--	44	14	--	--	58
AA.HH. Tito Jaime Fernández	--	--	34	14	--	--	--	--	48
Asoc. Viv. Costa Verde	12	48	--	--	--	--	--	56	116
Asoc. Viv. Octavio Díaz	--	--	2	5	--	--	--	--	7
Asoc. Viv. Tomislavo Zecevich	--	--	--	36	--	--	--	--	36
Asociación de Vivienda Quebrada Kushuro	--	--	16	145	--	--	--	--	161
Av. Alameda Perú	--	--	--	--	19	15	--	--	34
Av. Amazonas	--	--	--	--	23	5	--	--	28
Av. Antonio Raymondi	--	--	--	--	16	2	133	58	209
Av. Enrique Pimentel	--	--	--	--	--	--	2	--	2
Av. José Olaya	--	--	--	--	1	--	--	--	1
Av. Malecón Lima	--	--	--	--	3	--	75	62	140
Av. Tito Jaime Fernández	--	--	--	--	8	--	127	--	135
Av. Ucayali	--	--	--	--	22	2	--	--	24
CA. S/N 234	--	--	--	--	--	--	3	--	3
Cooperativa de Vivienda Asunción Saldaña	--	--	--	--	23	2	--	--	25
Jr. Aguaytía	--	--	--	--	--	--	25	--	25
Jr. Arequipa	--	--	--	--	--	--	4	--	4
Jr. Aucayacu	--	--	--	--	--	--	20	--	20
Jr. Callao	--	--	--	--	35	3	5	--	43
Jr. Cayumba	--	--	--	--	23	2	5	1	31
Jr. Chiclayo	--	--	--	--	--	--	26	11	37
Jr. Cuzco	--	--	--	--	--	--	27	--	27
Jr. Huallaga	--	--	--	--	7	10	--	--	17
Jr. José Olaya	--	--	--	--	3	--	--	--	3
Jr. José Prato	--	--	--	--	--	--	23	2	25
Jr. Lamas	--	--	--	--	--	--	12	7	19
Jr. Loreto	--	--	--	--	--	--	26	--	26
Jr. Monzón	--	--	--	--	--	--	15	2	17
Jr. Pucallpa	--	--	--	--	--	--	15	8	23
Jr. Puno	--	--	--	--	--	--	27	--	27
Jr. San Alejandro	--	--	--	--	--	--	22	4	26
Jr. Tocache	--	--	--	--	4	2	--	--	6
Jr. Uchiza	--	--	--	--	6	6	--	--	12

Lotización de vivienda Frank Potokar	4	--	--	--	--	--	15	5	24
Lotización Isla Potokar	7	24	--	--	--	--	--	26	57
Lotización José Olaya	29	27	--	--	--	--	48	92	196
Lotización Karly Alegría Arevalo	--	--	--	--	--	--	43	8	51
Lotización La Vaca	--	--	112	3	--	--	--	--	115
Lotización Los Cerros	--	--	36	22	--	--	--	--	58
Lotización Los Zapotes	11	2	--	--	--	--	--	20	33
Lotización Víctor Raúl Haya de la Torre	--	--	70	55	--	--	--	--	125
Lotización Villa Piña	3	--	--	--	--	--	--	--	3
Pje Cajamarca	--	--	--	--	26	--	--	--	26
PJE S/N 140	--	--	--	--	3	1	--	--	4
PP.JJ. 9 de Octubre	--	--	42	5	--	--	--	--	47
PP.JJ. La Libertad	47	37	--	--	--	--	--	27	111
PP.JJ. Tupac Amaru	46	54	--	--	--	--	--	--	100
AA.HH. Mercedes Alto	--	--	--	--	31	22	--	--	53
Subtotal	322	556	485	510	308	154	709	478	--
Total	878		995		462		1187		3377

FUENTE: Elaboración propia

Cuadro 36. Relación de sectores y lotes afectados por el riesgo de erosión

Sectores	Medio	Alto	Muy alto	Total
AA.HH. 1ro de Julio	2	93	47	142
AA.HH. 2 de Febrero		11	40	51
AA.HH. 5 de Noviembre	22	39	4	65
AA.HH. Dos amigos	10	30		40
AA.HH. Jesús Alberto Páez	8	6	2	16
AA.HH. Mercedes Alta	2			2
AA.HH. Nuevo Horizonte	14	28		42
AA.HH. Pedro Abad Saavedra		126	26	152
AA.HH. Prolongación Cayumba		15		15
AA.HH. Sven Ericcson	227	133	10	370
Asociación Provivienda 10 de Noviembre	26	23	16	65
Cooperativa de Vivienda Asunción Saldaña	22	30	4	56
Lotización Víctor Raúl Haya de la Torre	68	65		133
PP.JJ. 9 de Octubre	32			32
Total	433	599	149	1181

FUENTE: Elaboración propia

4.4.2. Riesgos antrópicos

Ruido

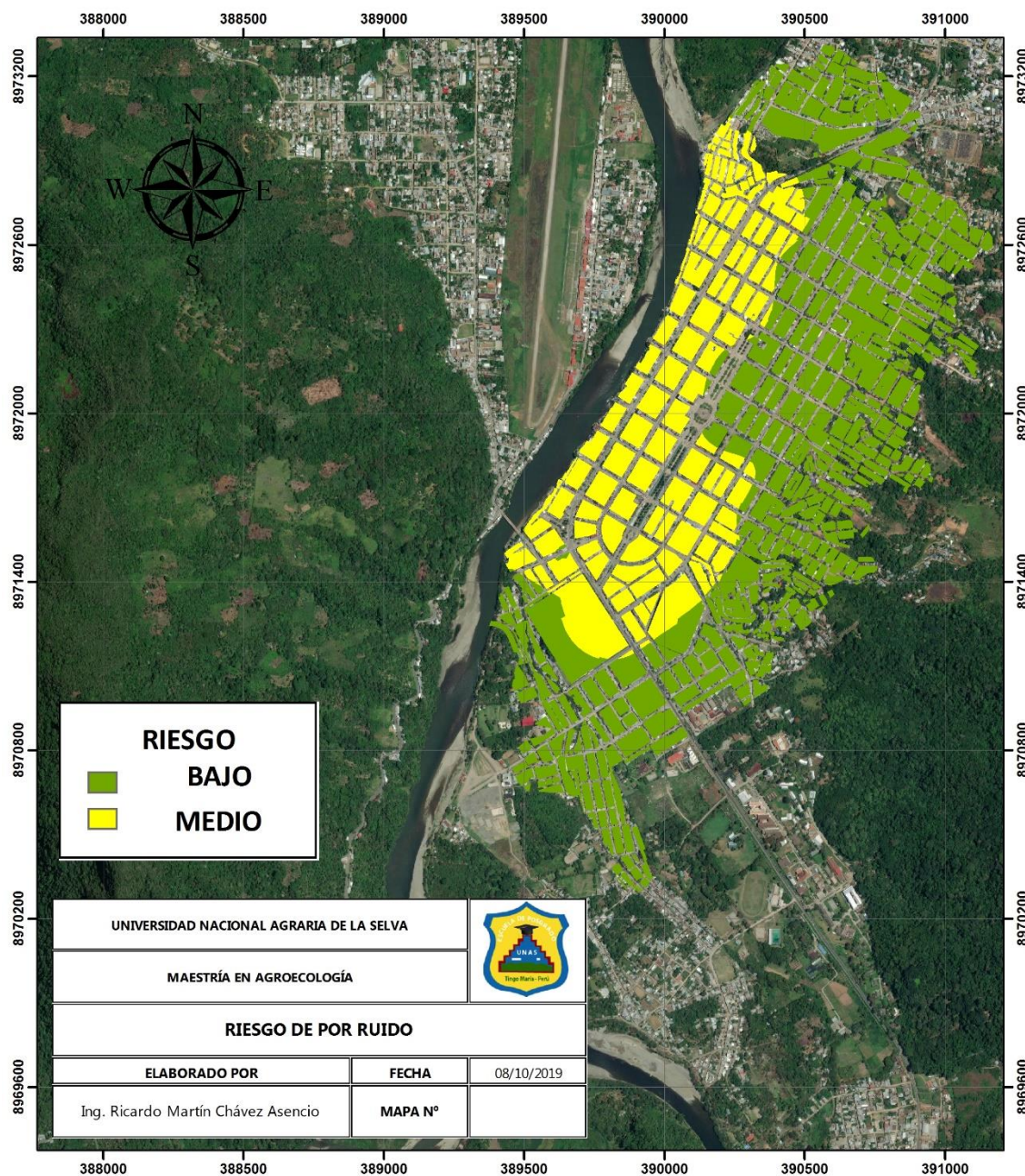


Figura 55. Niveles de Riesgo por Ruido en la zona urbana de Tingo María

Cuadro 37. Sectores y lotes afectados por el ruido

Sectores	Bajo	Medio
AA.HH. 1ro de Julio	133	
AA.HH. 2 de Febrero	42	
AA.HH. 2 de Setiembre		70
AA.HH. 5 de Noviembre	85	
AA.HH. 6 de Agosto	28	
AA.HH. Aguas Verdes	99	2
AA.HH. Alberto Fujimori		112
AA.HH. Ampliación Bella Durmiente	102	1
AA.HH. Brisas del Huallaga	384	
AA.HH. Dos amigos	102	
AA.HH. Gral. Santa Cruz	72	
AA.HH. Jesús Alberto Páez	133	
AA.HH. Keiko Sofía	64	
AA.HH. La Unión	13	
AA.HH. Mercedes Alta	97	5
AA.HH. Nuevo Horizonte	168	
AA.HH. Pedro Abad Saavedra	202	
AA.HH. Prolongación Cayumba	40	
AA.HH. Quebrada del Águila	51	27
AA.HH. Ricardo Abad Vásquez	54	
AA.HH. Sven Ericcson	552	1
AA.HH. Tito Jaime Fernández		62
Asoc. Viv. Costa Verde	56	
Asoc. Viv. Octavio Díaz		46
Asoc. Viv. Tomislavo Zeceovich	4	33
Asociación de Vivienda Quebrada Kushuro		148
Asociación Provivienda 10 de noviembre	92	
Av. 28 de Julio		12
Av. Alameda Perú	65	108
Av. Amazonas	95	43
Av. Antonio Raymondi	1	176
Av. Enrique Pimentel		18
Av. José Olaya		10
Av. La Bandera		3
Av. Malecón Lima		110
Av. Sveen Erickson		7
Av. Tito Jaime Fernández		172
Av. Ucayali	92	46
CA. S/N 234		6
CA. S/N 347		1
Calle Primavera	2	
Cooperativa de Vivienda Asunción Saldaña	97	
Jr. 9 de Octubre		10
Jr. Aguaytía	36	36
Jr. Arequipa	10	46
Jr. Aucazacu	31	32
Jr. Bellavista	3	
Jr. Cajamarca	47	
Jr. Callao		25
Jr. Cayumba	2	43
Jr. Chiclayo	39	38
Jr. Cuzco		39

Jr. Huallaga		11
Jr. Huánuco	38	5
Jr. José Olaya		5
Jr. José Prato	9	39
Jr. Julio Burga	13	14
Jr. Lamas	21	19
Jr. Loreto		44
Jr. Monzón	3	66
Jr. Piura	87	15
Jr. Pucallpa	33	32
Jr. Puno		32
Jr. San Alejandro	34	30
Jr. Santa Rosa	16	
Jr. Sucre		31
Jr. Tocache	2	8
Jr. Uchiza		10
Jr. Yurimaguas	40	
Jr. Iquitos	30	
Lotización 28 de Mayo	62	
Lotización de vivienda Frank Potokar	50	
Lotización El Risueño II Etapa	84	
Lotización Isla Potokar	26	
Lotización José Olaya	76	113
Lotización Karly Alegría Arevalo		46
Lotización La Vaca	117	41
Lotización Los Cerros	83	8
Lotización Los Zapotes	20	
Lotización Santa Anita	19	
Lotización Santa Fidelia	24	
Lotización Víctor Raúl Haya de la Torre	419	
Lotización Villa Agricultura	65	
Lotización Villa Piña	49	
Pje 2 de Mayo		12
Pje Barranco		9
Pje Cajamarca		37
PJE S/N 140		3
Pje Surquillo		7
Pje Violeta	24	
PJE. S/N 124	7	
PJE. S/N 125	4	
PJE. S/N 140		3
PP.JJ. 9 de Octubre	364	23
PP.JJ. Bella Durmiente	133	5
PP.JJ. La Libertad	64	
PP.JJ. Tupac Amaru	223	6
Total general	5124	1953

FUENTE: Elaboración propia

Dióxido de Nitrógeno

Con respecto al Dióxido de nitrógeno, el 100% de la zona urbana presenta un riesgo bajo.

V. DISCUSIÓN

5.1. Con respecto a los peligros

5.1.1. Peligros naturales

Los peligros naturales evaluados en el área de estudio son los de inundación y erosión, para el peligro de inundación se utilizó la clasificación de INDECI (2011) y para el peligro de erosión se utilizó la clasificación de SOTIROPOULOU *et al.*, (2011). En ambos casos se realizó la ponderación Saaty con razones de consistencia menor al 10% (Ver Cuadros 3 y 4), por lo que, de acuerdo con AGUARÓN & MORENO-JIMÉNEZ, (2003) se puede afirmar que las ponderaciones son adecuadas.

Los rangos propuestos por INDECI (2011) para caracterizar los niveles de peligro por inundación, tomando en cuenta la velocidad y profundidad de inundación, se muestran en el Cuadro 3, estos rangos coinciden con la Guía para el análisis y la cartografía de los riesgos de inundación de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA) de los Estados Unidos. Estudios como el de LIND *et al.*, (2004) quienes estimaron que una persona adulta pierde la estabilidad cuando el producto de la velocidad y profundidad son mayores a $1.5 \text{ m}^2/\text{s}$, en esta investigación se utilizó el mismo valor para determinar zonas de alto peligro.

Con respecto a la inundación por desborde del río Huallaga

Con respecto a la inundación del río Huallaga, se puede mencionar el estudio de TUESTA (2018) las áreas de peligro fueron: alto con 36.30%, medio con 30.17% y muy alto con 10.36%, los cuales difieren de nuestro estudio (peligro medio, alto y muy alto de 20,8%, 42,3% y 36,9% respectivamente). Esto puede explicarse por la geometría utilizada en la simulación, en ese estudio en el que se utilizó una imagen satelital de resolución de 12.5 m, sin embargo, en nuestro estudio se utilizó el levantamiento topográfico realizado por la municipalidad provincial de Leoncio Prado. Según Bladé *et al*, (2009), las variables que determinan la altura de inundación son: 1) el caudal máximo, 2) la topografía del terreno y en menor proporción 3) la cobertura. Es la topografía la que fue distinta en ambos estudios y ello explica las diferencias en porcentajes de riesgos.

Los lotes afectados en la simulación de inundación son 1240 lo que es un indicador del posible daño producto de este peligro. Según ZHAI *et al.*, (2006), para un total de 1240 construcciones afectadas, existe una posibilidad del 85.75% de encontrar al menos una persona muerta, desaparecida o herida. Lo que significa que dada una inundación de este tipo (TR = 100 años) en la ciudad de Tingo María, existe una probabilidad del 85.75% de que haya pérdidas humanas.

Con respecto a la inundación por desborde de las quebradas

Los lotes afectados por desborde de la Quebrada Cocheros, la Quebrada del Águila y la Quebrada Cushuro son 839, 484 y 814 respectivamente

y según ZHAI *et al.*, (2006), para estos lotes existe una probabilidad de 72.12%, 65.83% y 71.71% de encontrar al menos una persona muerta, desaparecida o herida.

Con respecto a la erosión

Con respecto a la erosión, los niveles de pérdida de suelos alcanzados van de 0 a 58.32 Ton/Ha/año, presentándose sobre todo en las zonas altas; esto se debe principalmente a los factores LS (pendiente del terreno) y el factor C (cobertura vegetal), sin embargo, el factor decisivo es el factor C ya que al comparar con otros estudios de erosión ubicados cerca del área de estudio (con similares condiciones climatológicas y edáficas), los valores de erosión son menores. Un estudio que podemos mencionar es el de MEZA-SEGAMA, (2016) en el que evaluó la erosión en el BRUNAS en 4 parcelas de vegetación en donde se encontró que la pérdida de suelo va desde 13.49 hasta 22.61 Ton/Ha/año, que son valores de pérdida de suelo hallados en esta tesis; por otra parte, MEZA-SEGAMA, (2016) también encontró que existe una correlación alta ($R^2 = 0.87$).entre la cobertura vegetal y la cantidad de pérdida de suelos.

Efecto cruzado de la pérdida de suelos en las partes alta y los desbordes

La erosión de tierras y el vertimiento de residuos sólidos de las partes altas de la ciudad ocasionan la colmatación de los canales de las quebradas en las partes bajas; es esta colmatación la que hace que se desborde el agua pluvial que arrastra consigo material contaminante. Según FÉRNANDEZ

– CABRA (2015), este efecto cruzado ocasiona que la contaminación fisicoquímica y microbiológica del agua, aire y suelo en las partes bajas.

5.1.2. Peligros antrópicos

Los peligros se correlacionaron con la calidad ambiental, siendo esto consistente con lo propuesto por Moser y Robin, (2006) quien establece las molestias de las personas, generalmente representan una amenaza crónica o aguda para la salud de las personas. La ponderación Saaty realizada es consistente en todos los casos (Razón de consistencia $RC < 10\%$) lo que significa que los pesos establecidos son los más adecuados

La dispersión de ruido se trabajó con SIG al igual que en el estudio de MARTÍNEZ y MORENO (2005). La modelación geoestadística aplicada en el estudio se ajustó a los supuestos de la modelación Kriging de GALLARDO, (2006). (aplicando pruebas de normalidad de kolmogorov-smirnov, $p > 0.05$). Los niveles de peligro se calcularon a través de las curvas de transformación de calidad ambiental de CONESA, (2003) cuyos rangos se ponderaron con la metodología Saaty, resultando que la $RC < 10\%$. Los niveles de ruido oscilan entre 69,6 a 76,3 dB, estos están dentro de los rangos hallados en el estudio de MARTÍNEZ y MORENO (2005), quienes encontraron un rango de ruido diurno de 49 a 85 dB. Los valores de ruido se encuentran por encima del estándar propuesto por la EPA ($dB \leq 50$), lo que puede explicar el porqué de los niveles de peligro de bajo a medio (71,2% y 28,8% respectivamente).

Con respecto al NO₂ las concentraciones oscilan entre 8,8 y 24,8 µg/m³, estos valores no sobrepasan la normativa nacional e internacional, por lo que el peligro debido a esta contaminante resulta prácticamente nulo.

5.2. Con respecto a las vulnerabilidades

Según CENEPRED (2015) la exposición “está referida a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro” y para la presente investigación se seleccionaron como elementos de exposición a la densidad poblacional (el ser humano expuesto), la cantidad de servicios educativos y de salud potencialmente afectados (algunos medios de vida) ante un determinado peligro natural (sea de inundación o deslizamiento), en este sentido, la selección de estos factores de exposición es coherente. Por otra parte, para la asignación de pesos con el análisis jerárquico que se puede ver en el Cuadro 24, la razón de consistencia (RC) es menor al 10%, por lo que se puede asegurar según AGUARÓN & MORENO-JIMÉNEZ, (2003) que las importancias asignadas a estos factores de exposición son correctas.

La densidad poblacional alcanza valores desde 912.79 a 7875.28 habitantes/Km², considerándose, según UZIELLI *et al.*, (2008), como densidades medias a muy altas. El crecimiento y la distribución de la población, especialmente el aumento de la densidad de población y la urbanización, aumentan la vulnerabilidad a los desastres, en el presente estudio, los lotes afectados por los peligros naturales (contando las inundaciones y pérdida de suelos por erosión) ascienden a 3712 (un aproximado de 25175 personas, a

partir del promedio de personas encontradas por vivienda). Es esta alta densidad poblacional lo que hace que un número elevado de personas se encuentren vulnerables.

Con respecto a la fragilidad de las personas, según KING, (2001) los grupos etarios, grupos discapacitados y la proporción de mujeres de una ciudad representan de una manera clara la vulnerabilidad de los pueblos en cuanto a desastres naturales. En nuestro estudio se encontró que 36.5% (ver Figura 31) de la población, pertenece a las edades de 0 a 12 y mayores de 60 años, casi la tercera parte son personas con edades en las que los individuos presentan mayor vulnerabilidad, sin embargo, sin contar bebés y ancianos, se encontró que el 95.31% (ver Figura 32) de la población es totalmente independiente sin ninguna discapacidad física que lo haga más frágil ante un desastre

Con respecto a la fragilidad física, se encontró que 93.3% y 73.71% de la población posee paredes y pisos de cemento respectivamente (ver Figuras 37 y 38), lo que significa que, con respecto al material de construcción de las viviendas, son los de menor vulnerabilidad siguiendo lo establecido por CENEPRED (2015); por otra parte, un 87.8% posee sus viviendas en regular o buen estado.

Con respecto a la resiliencia, el 71.71% de la población posee como máximo educación hasta el nivel secundario, el 31.60% tiene un sueldo menor al mínimo, 49.53% posee un sueldo entre 930 y 1500, el 56.81% está afiliado al SIS. Por otra parte, la actitud frente a estos riesgos es mala, 41.78% posee una actitud fatalista y de desidia y 36.15% posee una actitud escasamente previsoras;

según PATON *et al.*, (2006), la actitud del riesgo a nivel de familia representa la alternativa más relevante de preparación ante un desastre.

5.3. Con respecto a los riesgos

Los niveles de riesgo por peligros naturales presentes en la ciudad de Tingo María son medio, alto y muy alto (11,7%, 50,6% y 37,7% respectivamente a nivel de áreas). A nivel de áreas en nuestro estudio se encontró que 5,95%, 25,66%, 19,15% y 49,24% presentan riesgos medio, alto, muy alto y bajo. Estos resultados difieren a los del estudio de ABC (2008) en donde los riesgos fueron muy alto, alto, medio y bajo en proporción de áreas de 15.54%, 7.22%, 60.93% y 16.30% respectivamente. En el estudio de ABC CONSULTORES se evaluaban los riesgos calculando el peligro sin modelamiento de las áreas de influencia a diferencia de nuestro estudio en donde se utilizó el modelamiento HEC – RAS, para inundaciones y el USLE para la erosión.

Los lotes construidos afectados por el riesgo de inundación suman un total de 3377, según el estudio de ZHAI *et al.*, (2006), existe una probabilidad del 92.34% a que por lo menos una persona salga herida, muerta o desaparecida. En este sentido el riesgo se considera muy alto.

Con respecto al riesgo de erosión el trabajo de 74,6%, 8,9%, 9,4% y 7,1% del área de estudio resultaron con riesgos bajo, medio, alto y muy alto respectivamente, en comparación con el estudio de SOTIROPOULOU *et al.*, (2011) en donde los 58,2% del área de estudio presentaba un riesgo de erosión mínimo, 16,4% un riesgo de erosión mínimo a moderado, 9,1% un riesgo de

erosión moderado a severo, 5,1% un riesgo de erosión severo a muy severo, y 11,1%. El menor porcentaje de riesgos altos de nuestro estudio puede deberse a que solo se evaluó la zona urbana, a diferencia del estudio en comparación donde se evaluó el peligro a nivel de cuenca en donde se encuentran mayores áreas con fuertes pendientes, a diferencia de nuestro estudio donde la mayor proporción son planicies.

Con respecto los ruidos, según la guía CONESA (2003) de 63,1 – 72,6 dB la calidad ambiental es regular y de 72,6 – 84,5 dB la calidad ambiental es baja. El ruido en la zona urbana de Tingo María alcanza de 69,6 a 76,3 dB, por lo que la calidad ambiental con respecto al ruido se encuentra entre regular y baja. El riesgo por ruido en la zona urbana de Tingo María 71,2% del área de estudio presenta riesgo medio y 28,8% presenta riesgo alto. Según ISING y KRUPPA, (2004) existe una tendencia constante hacia un mayor riesgo cardiovascular si el nivel de inmisión durante el día supera los 65 dB.

VI. CONCLUSION

1. El peligro de inundación en la zona urbana de Tingo María afecta a 30 sectores incluida la zona central; la cantidad de calles, avenidas, jirones y pasajes afectadas por el peligro de inundación son 29. En total 3377 lotes afectados y un aproximado de 17561 personas damnificadas. Los niveles de peligros alcanzados son: nivel medio (7.64% o 258 lotes), nivel alto (43.89% o 1482 lotes) y nivel alto (48.47% o 1637 lotes)

El peligro de erosión en la zona urbana de Tingo María afecta a 13 sectores con un total de 1285 lotes afectados y un aproximado de 6682 personas damnificadas. Los niveles de peligros alcanzados son: nivel bajo o moderado (39.5% o 507 lotes), nivel medio (37.7% o 484 lotes), nivel alto (17.6% o 226 lotes) y nivel muy alto (5.3% o 68 lotes)

El peligro por ruido en la zona urbana de Tingo María afecta a todos los sectores con un total de 7077 lotes afectados y un aproximado de 36800 personas damnificadas. Los niveles de peligros alcanzados son: nivel bajo o moderado (71.1% o 5031 lotes) y nivel medio (28.9% o 2045 lotes).

El peligro por NO₂, es bajo en toda la ciudad ya que sus valores no sobrepasan los estándares establecidos

2. Los niveles de vulnerabilidad para los peligros naturales son: El 86.8% (6145) de los lotes poseen una vulnerabilidad alta y el 13.2% (934) de los lotes poseen una vulnerabilidad muy alta

Los niveles de vulnerabilidad para los peligros antrópicos son: El 2.1% (146) de los lotes poseen vulnerabilidad media, el 89.5% (6339) vulnerabilidad alta y el 8.4% (594) vulnerabilidad muy alta.
3. Los niveles de riesgo alto por inundación para Cocheros, Cushuro, del Águila y el río Huallaga afectan a 322, 485, 308 y 709 lotes respectivamente

Los niveles de riesgo muy alto por inundación para Cocheros, Cushuro, del Águila y el río Huallaga afectan a 556, 510, 154 y 478 lotes respectivamente

El riesgo por erosión en los niveles, medio, alto y muy alto afectan a 433, 599 y 149 lotes respectivamente.

El riesgo por ruido en los niveles de bajo y medio afectan a 5124 y 1953 lotes respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

La Municipalidad Provincial de Leoncio Prado debe establecer como prioridad la elaboración e implementación del Planeamiento Urbano Sostenible de la ciudad de Tingo María, para lo cual, dentro de esta planificación estratégica, debe considerar como prioridad el garantizar la seguridad de la población urbana.

Dentro de la Planificación urbana sostenible de la ciudad de Tingo María que se propone, las zonas de alto riesgo por inundación deben ser consideradas como zonas de Protección Ambiental, limitando su ocupación, y estableciendo ordenanzas que eviten su crecimiento poblacional.

Debe establecerse un límite urbano en las zonas de alto riesgo por erosión, a fin de evitar que se conviertan en zonas de alto riesgo por deslizamiento, evitando el aumento de la densidad poblacional, controlando la pérdida de vegetación y suelo, para lo cual se propone como límite urbano el propuesto en el trabajo.

Para el control del ruido se debe establecer un medio de transporte masivo para la población de la ciudad, que limite el crecimiento del parque automotor menor, no sin antes considerar el costo social que esta medida demandaría.

El Plan de Desarrollo Urbano Ambiental de la ciudad de Tingo María que se debe elaborar e implementar para la Ciudad de Tingo María debe considerar: el límite de la zona comercial, las zonas de expansión urbana seguras, el ordenamiento del comercio informal, el ordenamiento del transporte

interno, distrital e interprovincial; así como el uso del suelo urbano considerando el crecimiento urbano que la ciudad sufrirá en los próximos 30 años.

El presente estudio debe ampliarse a las zonas de: Comités 5 al 12 Brisas del Huallaga, Afilador y Supte Sam Jorge como parte del distrito de Rupa Rupa, pues son poblaciones que se consolidarán en los próximos veinte años. Asimismo, deberá considerarse, dentro de este estudio a las localidades de Castillo Grande y Naranjillo como parte de la población de la provincia de Leoncio Prado que tendrá influencia directa en la ciudad de Tingo María, debiendo realizarse el análisis conjunto, considerando a las poblaciones mencionadas.

Recomendar como principales objetivos estratégicos del Acondicionamiento Territorial: El Acondicionamiento Territorial de la Provincia de Leoncio Prado y el ordenamiento ambiental y de seguridad física ante desastres de la ciudad de Tingo María.

Dentro del Análisis FODA del Planeamiento urbano sostenible de la ciudad de Tingo María deben ser consideradas como debilidades: Existencia de alto riesgo ante peligros naturales y antrópicos, desintegración urbana de la ciudad por crecimiento lineal en función de la carretera Huánuco – Pucallpa, contaminación ambiental del río Huallaga y quebrabas que atraviesan la ciudad.

Dentro del Análisis FODA del Planeamiento urbano sostenible de la Ciudad de Tingo María deben considerarse como amenazas: Deficiencia del transporte terrestre de la ciudad, depredación y contaminación ambiental por el crecimiento urbano, ocurrencia cíclica de desastres de origen natural y antrópico,

persistencia del flujo migratorio de la población rural a la ciudad, ocupando áreas de alto y muy alto riesgo para ubicación de sus viviendas.

Considerar como proyectos de corto plazo: Plan de Desarrollo Urbano ambiental, el tratamiento de residuos sólidos y el tratamiento de las aguas residuales.

Considerar como proyectos de mediano plazo: la defensa ribereña del río Huallaga en la zona central, la instalación de mercados zonales en Afilador, Castillo Grande y Supte Sam Jorge, una vía de evitamiento para el tráfico pesado, la canalización de las quebradas Cocheros, Del Aguila y Qushuro e instalación de un terminal terrestre y la Conservación de suelos y agua de las áreas que se ubican en la parte alta de la ciudad.

Considerar como proyectos de largo plazo; la habilitación de avenidas paralelas a la Carretera Huánuco – Pucallpa, la defensa ribereña del río Huallaga desde Afilador hasta Naranjillo.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

ABC, A. (2008). *"IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO EN LA REGIÓN HUÁNUCO"* - Leoncio Prado. Huánuco - Perú.

AYALA, K. (2016). *Niveles de dióxido de nitrógeno generados por el flujo vehicular en la zona urbana de Tingo María*. Tingo María: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA.

BLADÉ, E., SÁNCHEZ-JUNY, M., SÁNCHEZ, H. P., NIÑEROLA, D., & GÓMEZ, M. (2009). *Modelación numérica en ríos en régimen permanente y variable. Una visión a partir del modelo HEC-RAS*. Catalunya: Universitat Politècnica de Catalunya.

BORRUSO, G. (2003). Network density and the delimitation of urban areas. *Transactions in GIS*, 7(2), 177-191.

CENEPRED. (2015). *Manual para la evaluación de riesgos de origen natural* (2). Lima: NEVA STUDIO S.A.C.

FERNADEZ, M. (1996). *Ciudades en riesgo (degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres)*. Quito - Ecuador: USAID.

FERNÁNDEZ, R., & VALENZUELA, E. (2004). Gestión ambiental de tránsito: cómo la ingeniería de transporte puede contribuir a la mejoría del ambiente urbano. *Revista Eure*, 30(8), 97-107.

GALLARDO, A. (2006). Geoestadística. *Ecosistemas*, 15(3), 48 - 58.

- HERNANDEZ, R. (2010). *Metodología de la investigación* (Quinta ed.). México: MC Graw-Hill.
- ISDR. (2011). *Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres*. Estrategia Internacional para la Reducción de Riesgos de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR).
- KRAFTA, M., EIKMANNB, T., KAPPOS, A., & KUNZLI, N. (2005). The German view: Effects of nitrogen dioxide on human health – derivation of health-related short-term and long-term values. *International journal of hygiene and environmental health*, 305-318.
- MARTÍNEZ, P., & MORENO, A. (2005). Análisis espacio-temporal con SIG del ruido ambiental urbano en Madrid y sus distritos. *Revista internacional de ciencia y tecnología de información geográfica*, 219 - 249.
- MINAM. (2011). *Huella ecológica en el Perú (Cálculo nacional y departamental)*. Lima.
- MORAL, F. (2004). Aplicación de la geoestadística en las ciencias ambientales. *Ecosistemas*, 13(1), 78 - 89.
- MOUDON, A. (2009). Real Noise from the Urban Environment: How Ambient Community Noise Affects Health and What Can Be Done About It. *American Journal of Preventive Medicine*, 37(2), 167-171.
- QUILLAMA-TORRES, A., MORENO-TAPIA, M. A., YAIPÉN-TORRES, J., & CUISANO-MARREROS, V. R. (2017). *Informe de evaluación del riesgo*

por erosión pluvial en el centro poblado de Ayabaca, distrito de Ayabaca, provincia de Ayabaca, departamento de Piura. Ayabaca: CENEPRED.

SAATY, T. (1994). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48(1), 9-26.

SETO, E. Y., HOLT, A., RIVARD, T., & BHATIA, R. (2007). . Spatial distribution of traffic induced noise exposures in a US city: an analytic tool for assessing the health impacts of urban planning decisions. *International journal of health geographics*, 6(1), 1-24.

SOTIROPOULOU, A. M., ALEXANDRIDIS, T. K., BILAS, G., TZELLOU, A., SILLEOS, N. G., & MISOPOLINOS, N. (2011). A User Friendly GIS Model for the Estimation of Erosion Risk In Agricultural Land Using the USLE. *HAICTA*, 795-801.

SURIYA, S., & MUDGAL, B. V. (2012). Impact of urbanization on flooding: The Thirusoolam sub watershed – A case study. *Journal of Hydrology*, 412, 210-219.

UN-HABITAT, PNUMA, & CIUP. (2009). *La experiencia peruana en planificación y gestión urbano-ambiental*. Lima: ROLAC.

UZIELLI , M., NADIM, F., LACASSE, S., & KAYNIA, A. (2008). A conceptual framework for quantitative estimation of physical vulnerability to landslides. *Engineering Geology*, 102(3), 251-256.

ZAVALA, S. (2014). *Niveles de contaminación acústica por tráfico automotor de marzo - julio en la zona urbana de la ciudad de Tingo María*. Tingo María: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA.

ANEXOS

ANEXO A: ENCUESTA PARA VULNERABILIDADES

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



Buen día estimado(a) señor(a) poblador de la zona urbana de Tingo María

El tratamiento de los datos que aquí figuren será confidencial y únicamente con fines de investigación, por lo que no se facilitarán a ninguna persona u organización ajena a la misma. La participación es totalmente con fines de investigación, por lo que le rogamos la máxima sinceridad. Gracias

. INFORMACIÓN SOCIECONÓMICA**1. Grupos etarios**

En su familia ¿Cuántas personas tienen ...	Cantidad	
	M	H
...de 0 a 5 años y mayores de 65 años?		
...de 5 a 12 años y de 60 a 65 años?		
...de 12 a 15 años y de 50 a 60 años?		
...de 15 a 30 años?		
...de 30 a 50 años?		

2. Grado de instrucción

El grado de instrucción educativa es	Cantidad
Inicial o ninguno	
Primaria completa	
Secundaria completa	
Superior no culminado	
Superior finalizado	

3. Ingreso económico (Total)

Ingreso familiar	Cantidad		
	M1	M2	M3
Menor del sueldo mínimo			
De 930 a 1500 soles			
De 1501 a 2200 soles			
De 2201 a 2860 soles			
Mayor a 2860 soles			

4. Actitud frente al riesgo

¿Ha tomado Ud. alguna medida de prevención ante una inundación? ¿Sabría qué hacer?

SI _____ NO _____

Si su respuesta es SI, ¿Cuáles son esas medidas de prevención? ¿Qué haría?

5. Tipo de seguro de salud

Tipo de seguro afiliado	Cantidad
Ninguna	
SIS	
ESSALUD	
FFAA - PNP	
Privado	

6. Tipo de tenencia de la vivienda

Régimen de tenencia	Chek
Otro	
Cedida por el trabajo y/o institución	
Alquilada	
Propia por invasión	
Propia, pagándola a plazos y/o pagada	

7. Discapacidad:

Capacidades	Descripción	Marcar
Comer	incapaz	
	necesita ayuda	
	independiente (la comida está al alcance de la mano)	
Aseo personal	necesita ayuda con el aseo personal	
	independiente	
Para sus necesidades	dependiente	
	necesita ayuda	
	independiente	
Para bañarse	dependiente	
	independiente para bañarse o ducharse	
Desplazarse	inmóvil	
	independiente en silla de ruedas en 50 m	
	anda con pequeña ayuda de una persona (física o verbal)	
Subir y bajar escaleras	independiente al menos 50 m	
	incapaz	
	necesita ayuda física o verbal	
	independiente para subir y bajar	

INFORMACIÓN FÍSICA

1. Material de construcción de las paredes

Material de construcción en paredes	Marcar
Adobe	
Calamina	
Madera	
Ladrillo o bloque de cemento	

2. Material de construcción del piso

Material de pisos	Marcar
Tierra	
Cemento	
Losetas, terrazos, cerámicos o similares	
Parquet o madera pulida	
Madera	
Laminas asfálticas, vinílicos o similares	
Otro material predominante en pisos	

3. Estado de la edificación

Estado de la edificación	X
Muy malo: las edificaciones en que las estructuras presentan tal deterioro, que hace presumir su colapso.	
Malo: las edificaciones no reciben mantenimiento regular, cuya estructura acusa deterioros que la comprometen, aunque sin peligro de desplome y que los acabados e instalaciones tienen visibles desperfectos.	
Regular: las edificaciones que reciben mantenimiento esporádico, cuya estructura no tiene deterioro y si lo tiene no lo compromete y es sustentable, o que los acabados e instalaciones tienen deterioros visibles debido al uso normal	
Bueno: las edificaciones que reciben mantenimiento permanente y solo tienen ligeros deterioros en los acabados debido al uso normal.	

ANEXO B: PLANOS ADICIONALES

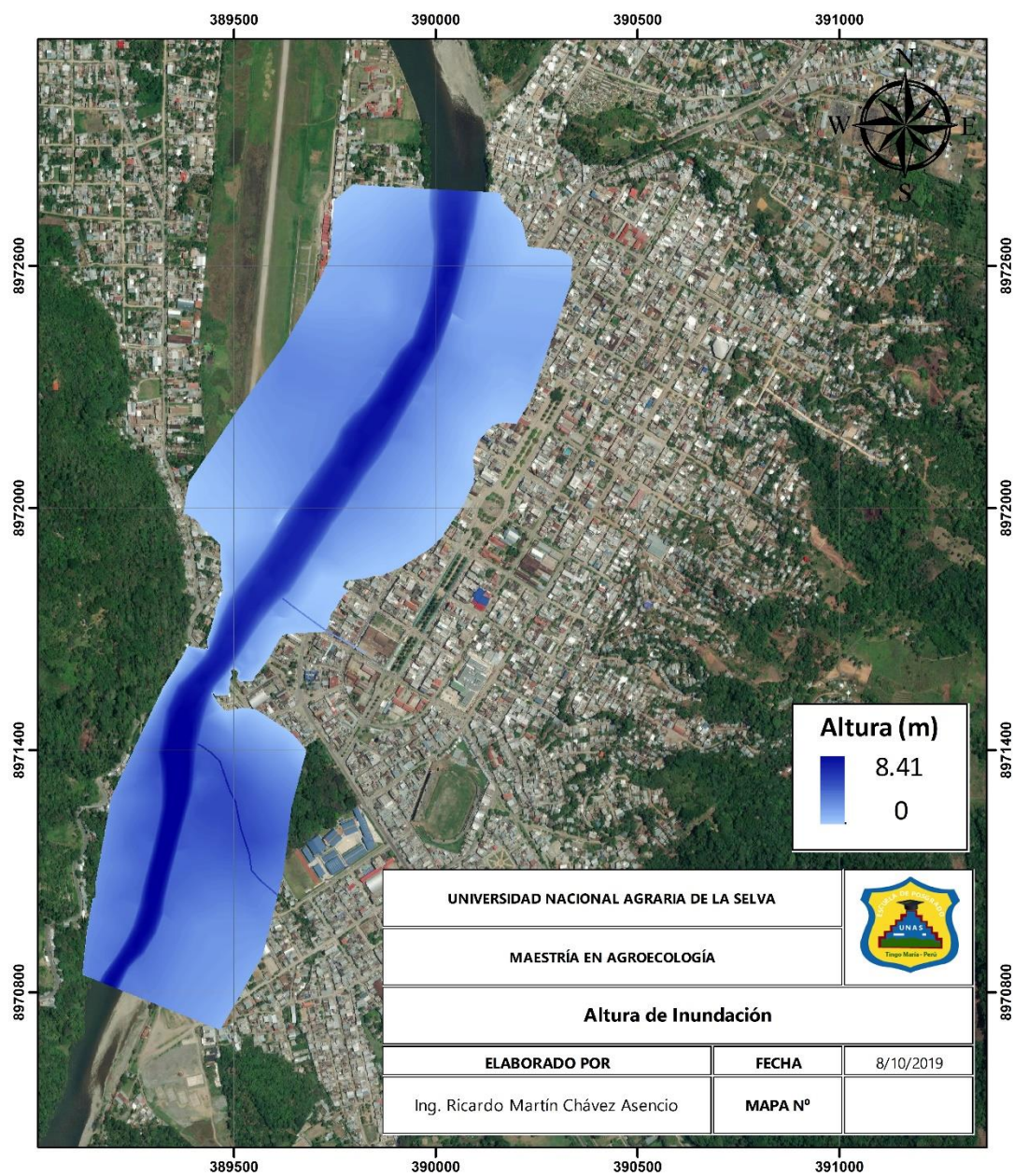


Figura 56. Profundidad de inundación por el desborde del río Huallaga en la zona urbana de Tingo María

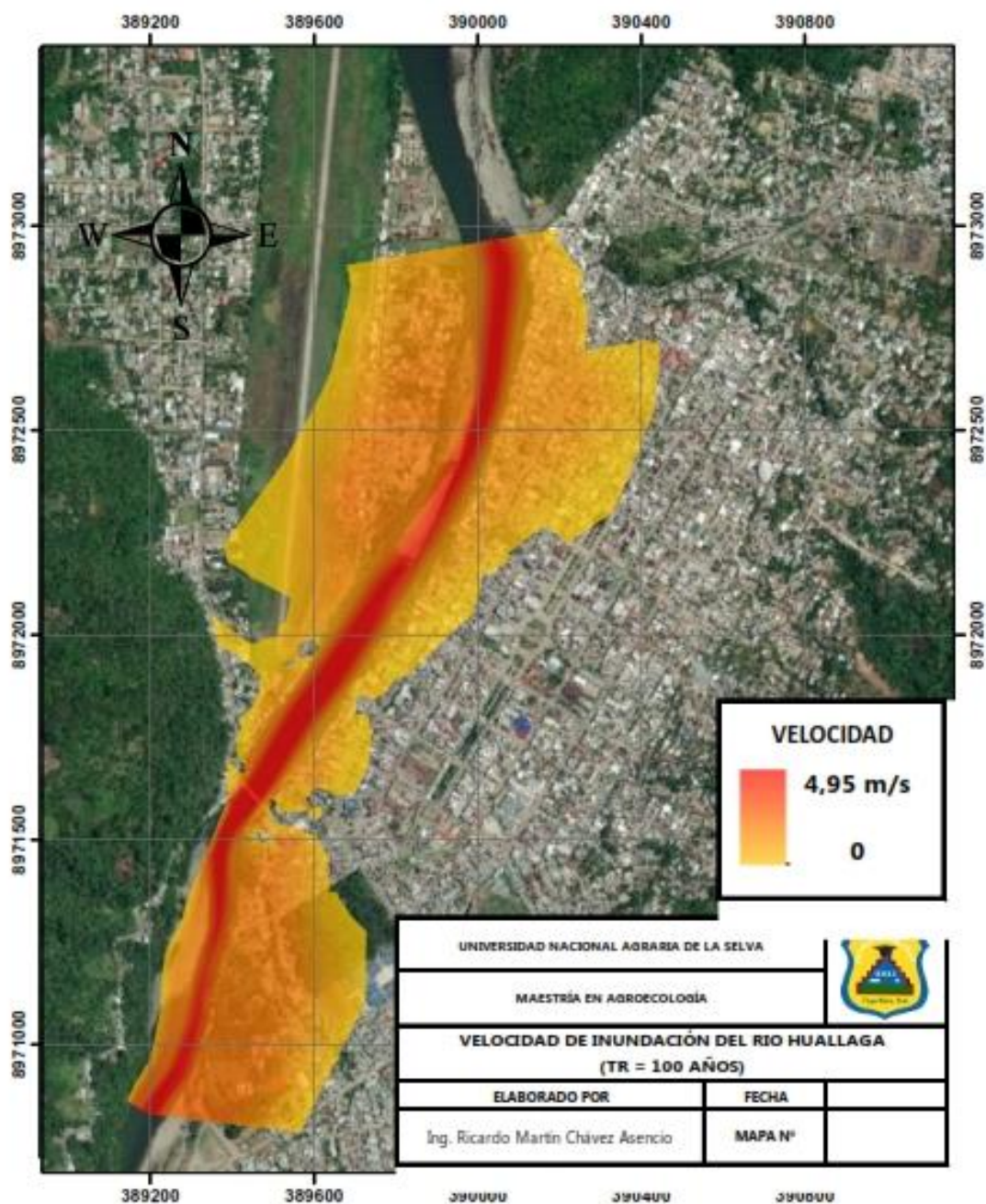


Figura 57. Velocidad de inundación por el desborde del río Huallaga en la zona urbana de Tingo María

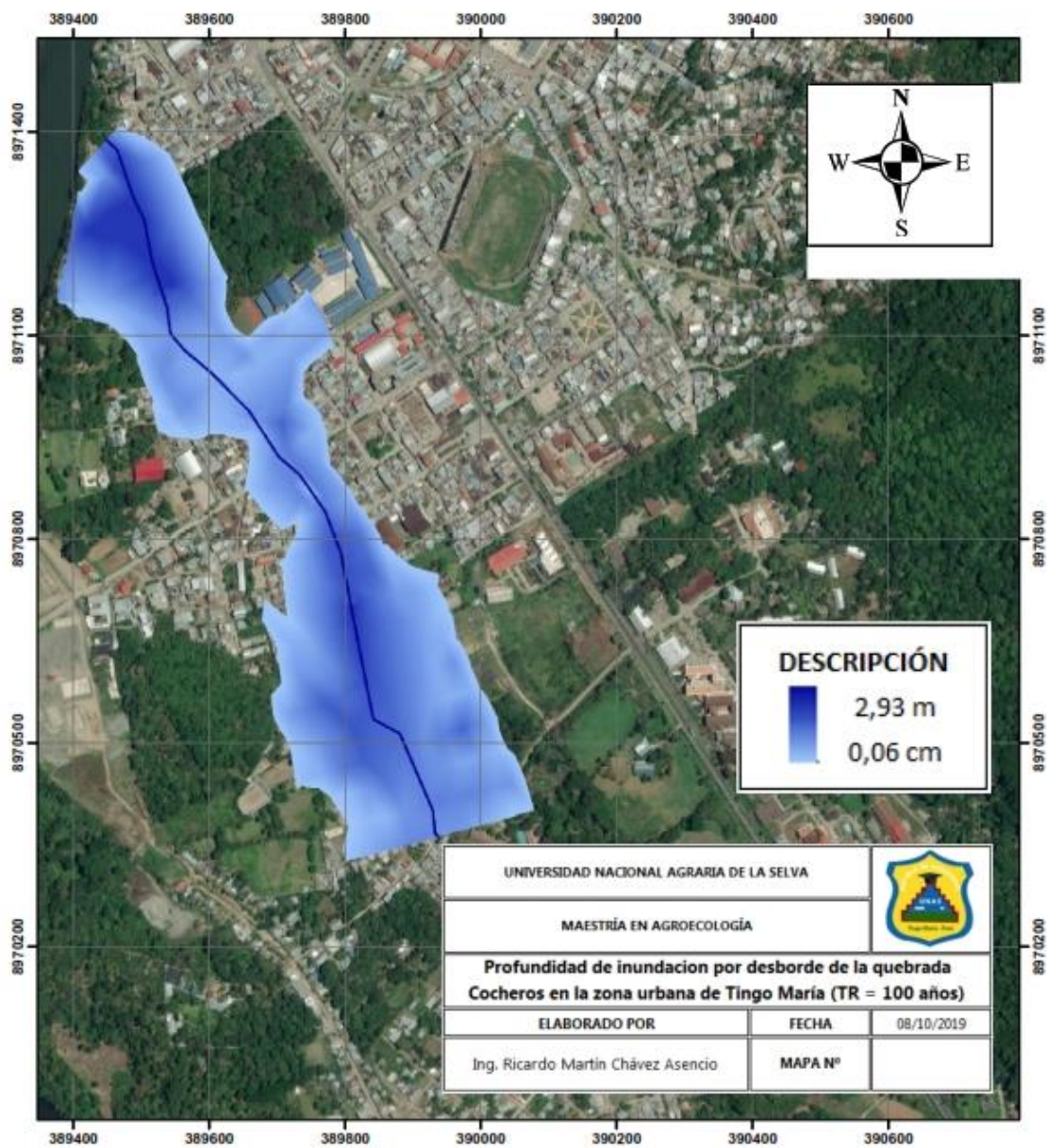


Figura 58. Profundidad de inundación por el desborde de la quebrada “Cocheros” en la zona urbana de Tingo María

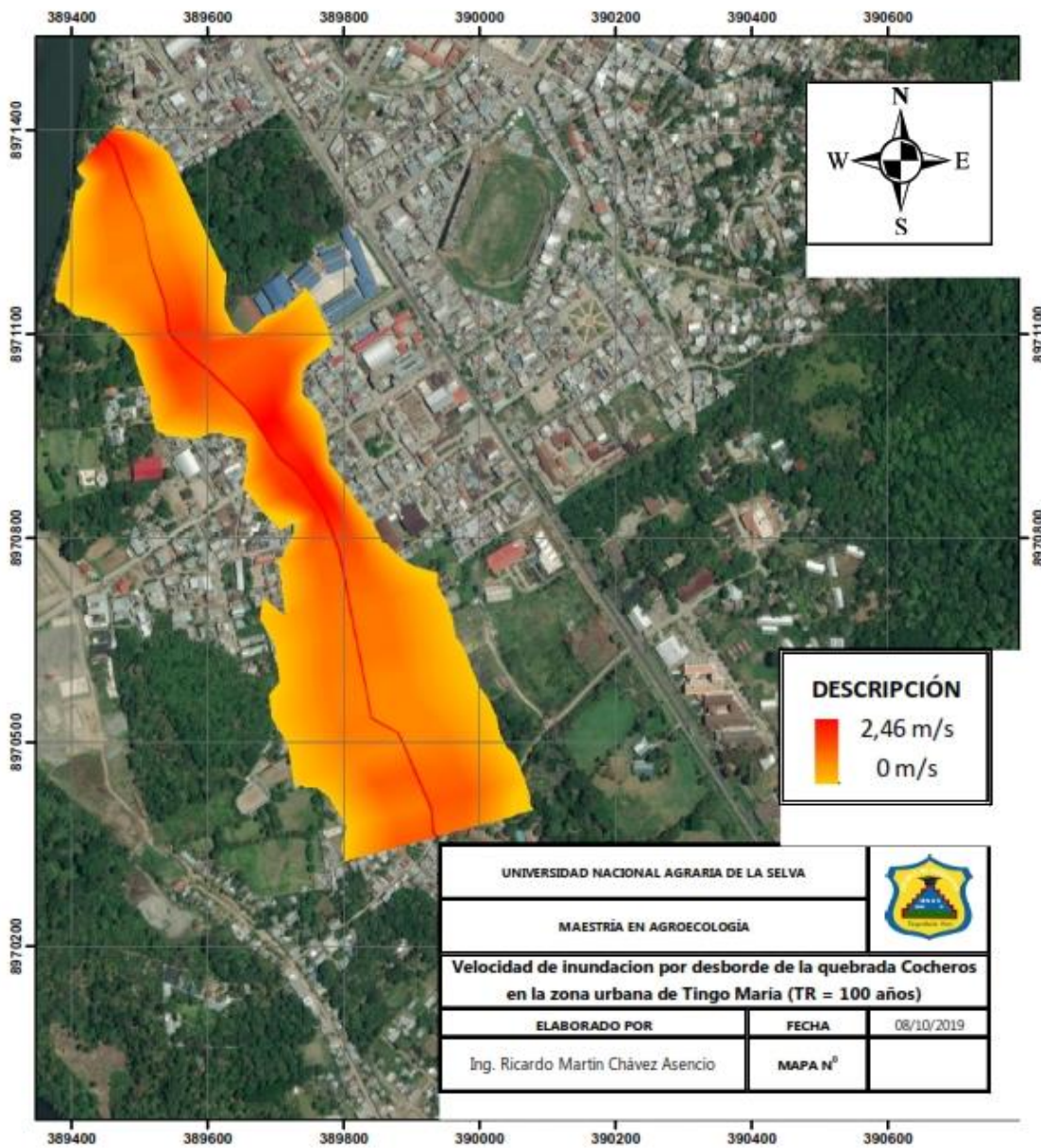


Figura 59. Velocidad de inundación por el desborde de la quebrada “Cocheros” en la zona urbana de Tingo María

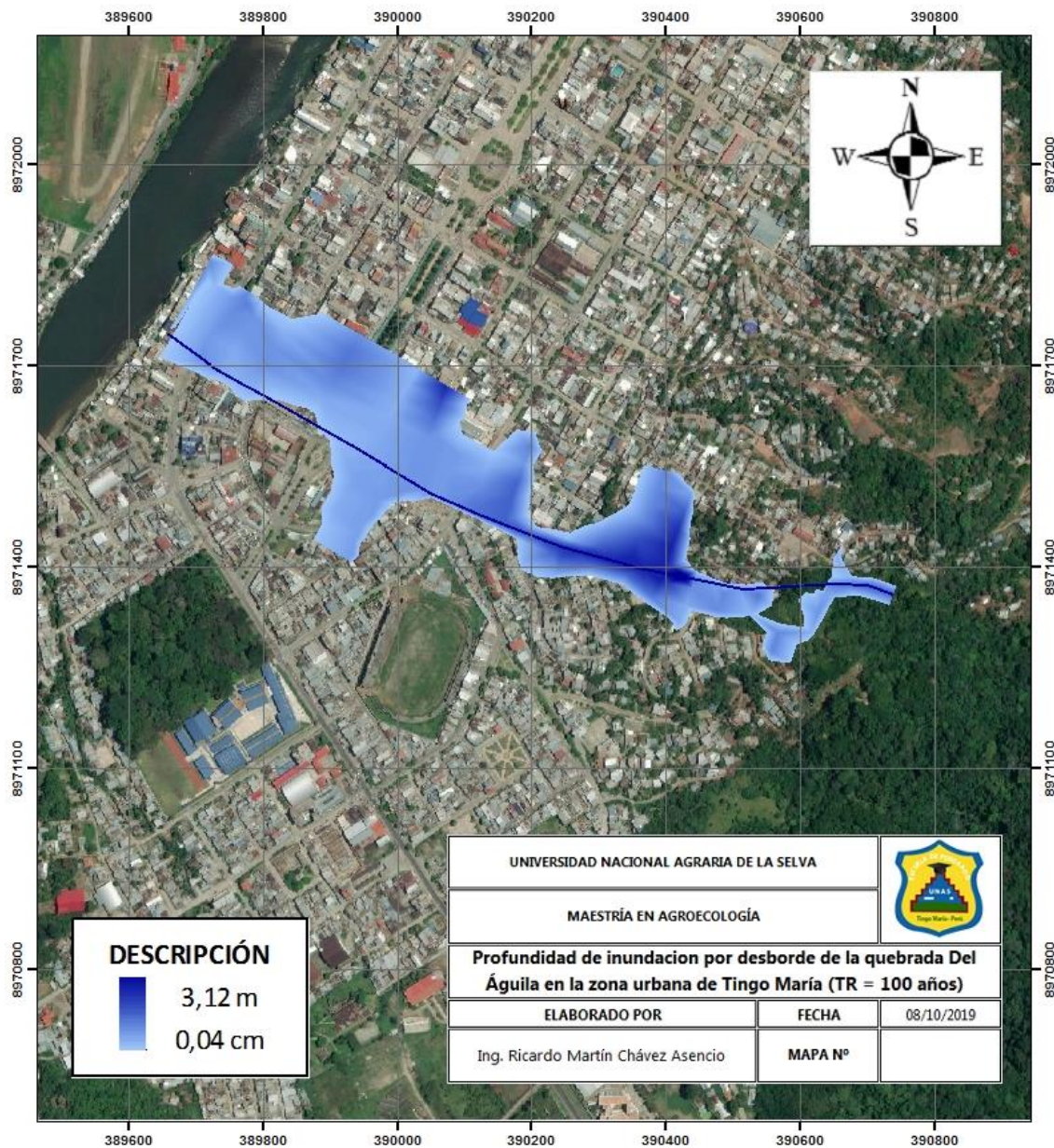


Figura 60. Profundidad de inundación por el desborde de la quebrada del “Águila” en la zona urbana de Tingo María

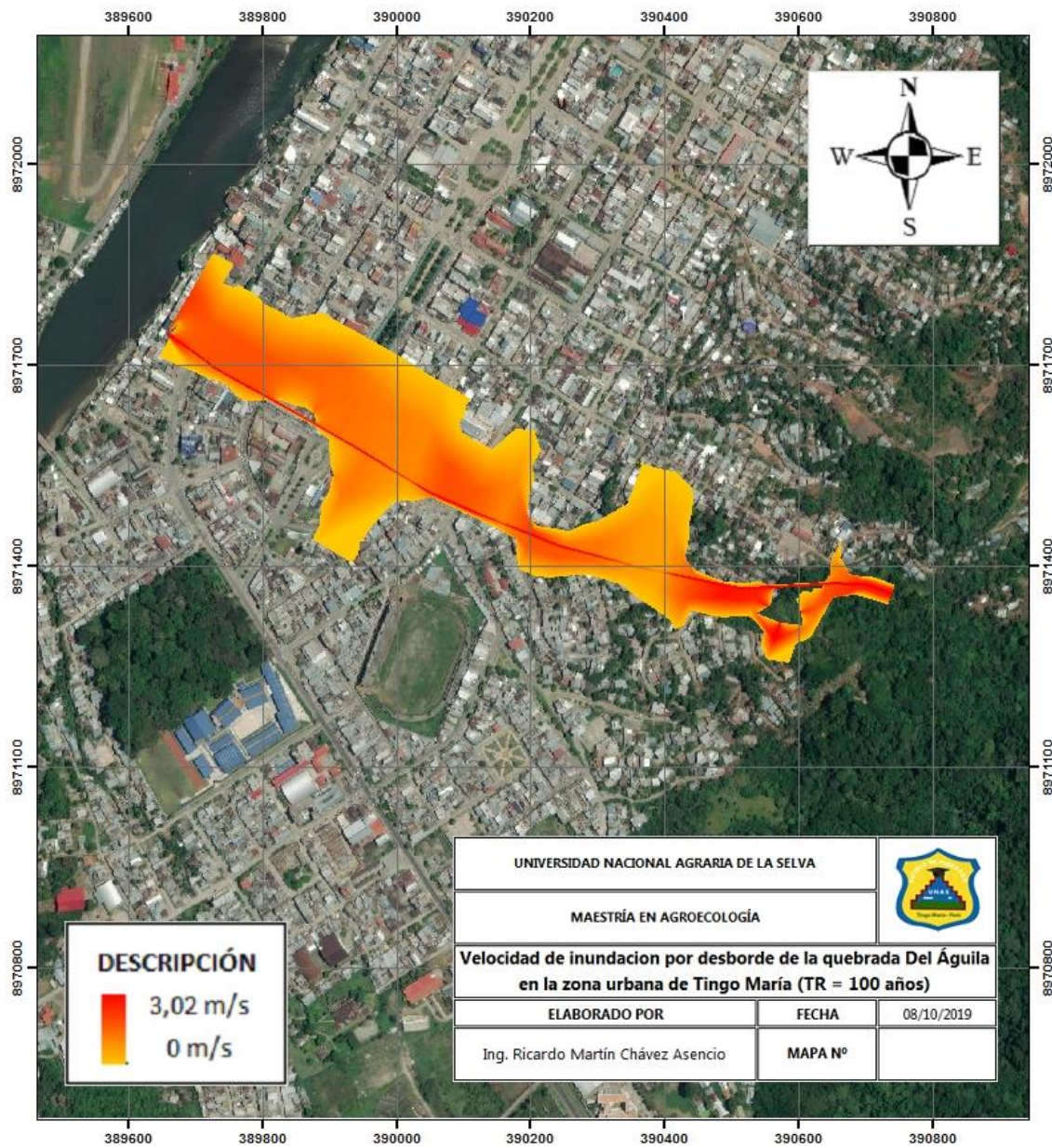


Figura 61. Velocidad de inundación por el desborde de la quebrada del “Águila” en la zona urbana de Tingo María

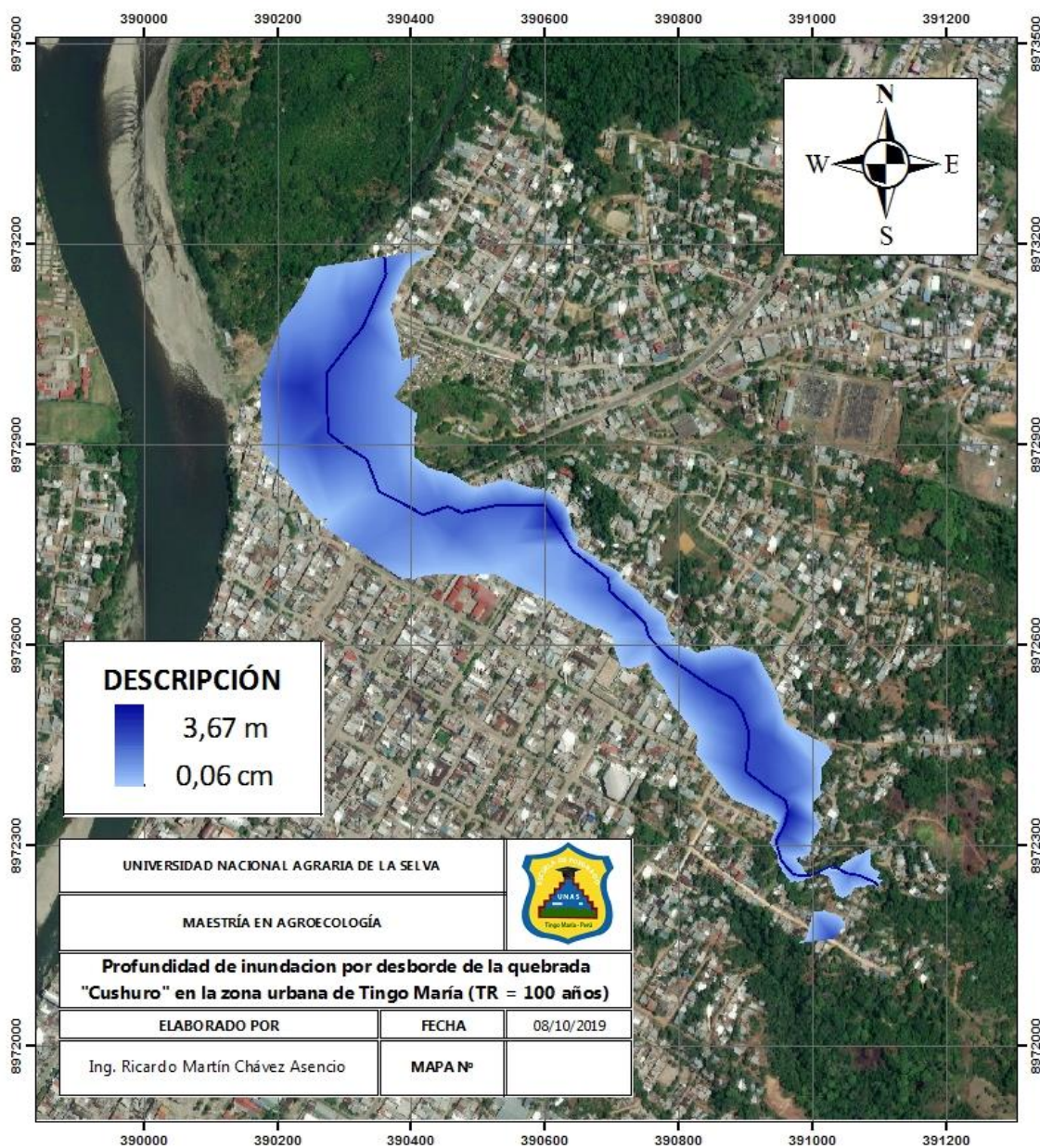


Figura 62. Profundidad de inundación por el desborde de la quebrada "Cushuro" en la zona urbana

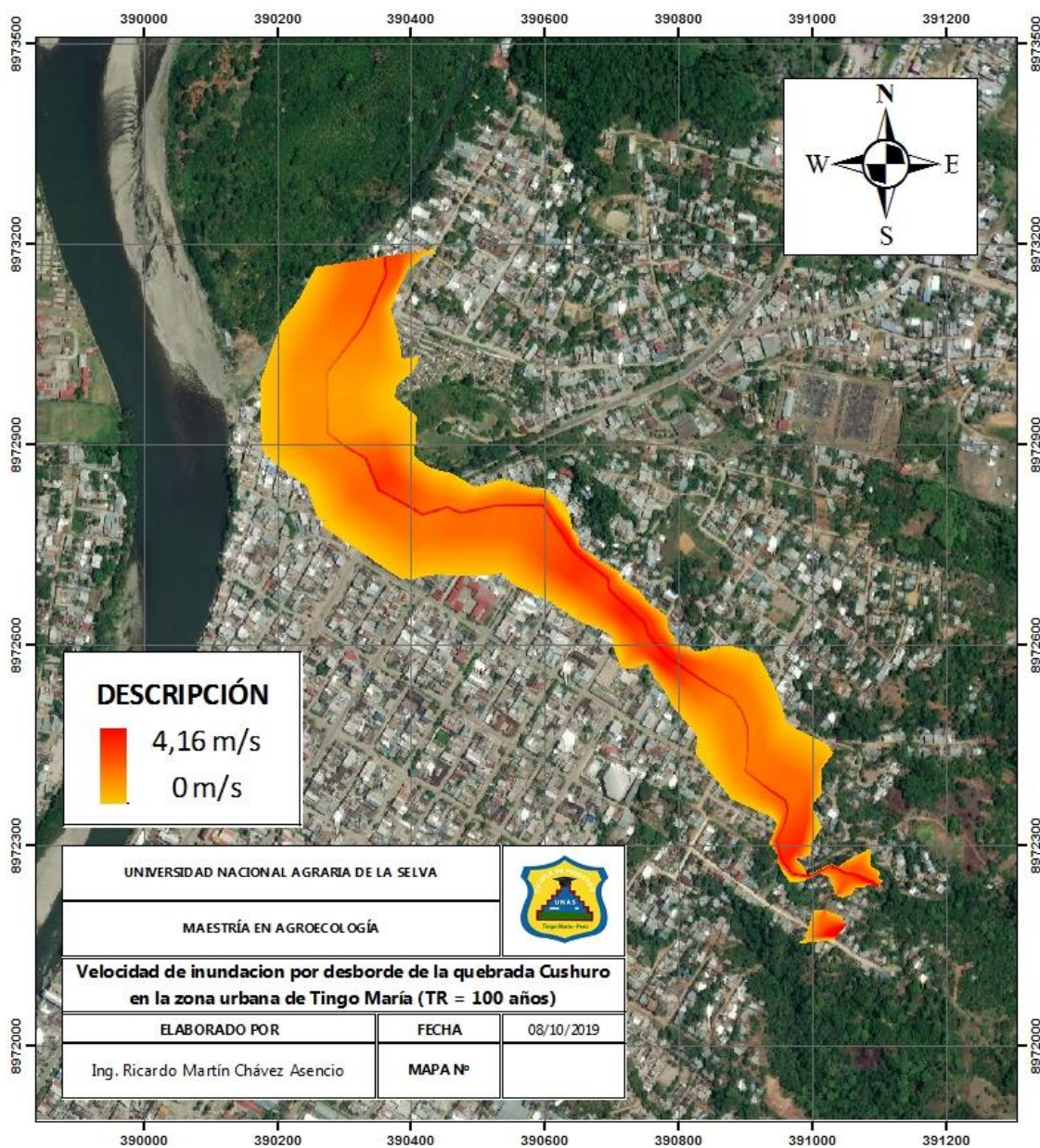


Figura 63. Velocidad de inundación por el desborde de la quebrada “Cushuro” en la zona urbana

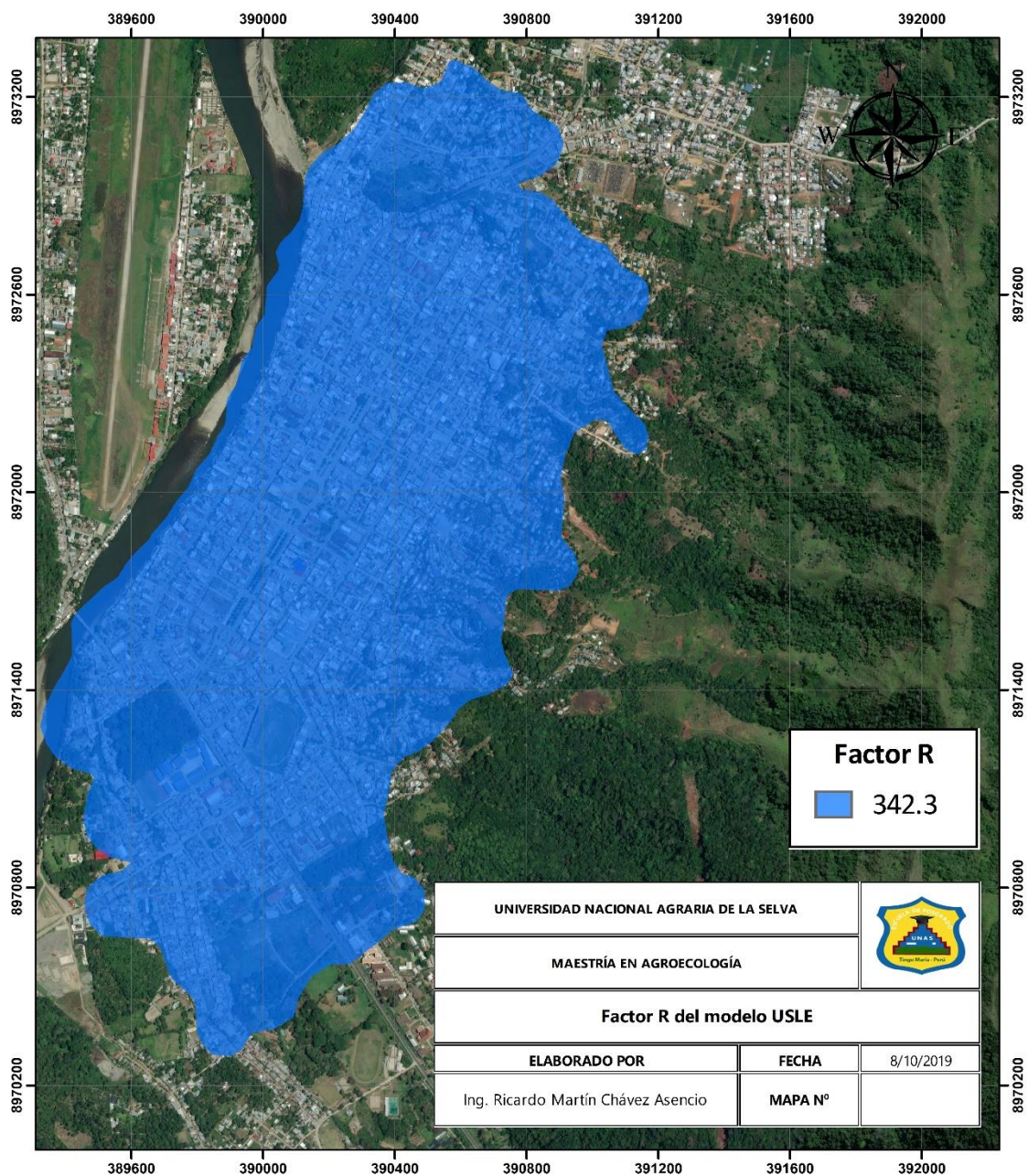


Figura 64. Factor R del modelo USLE para la zona urbana de Tingo María

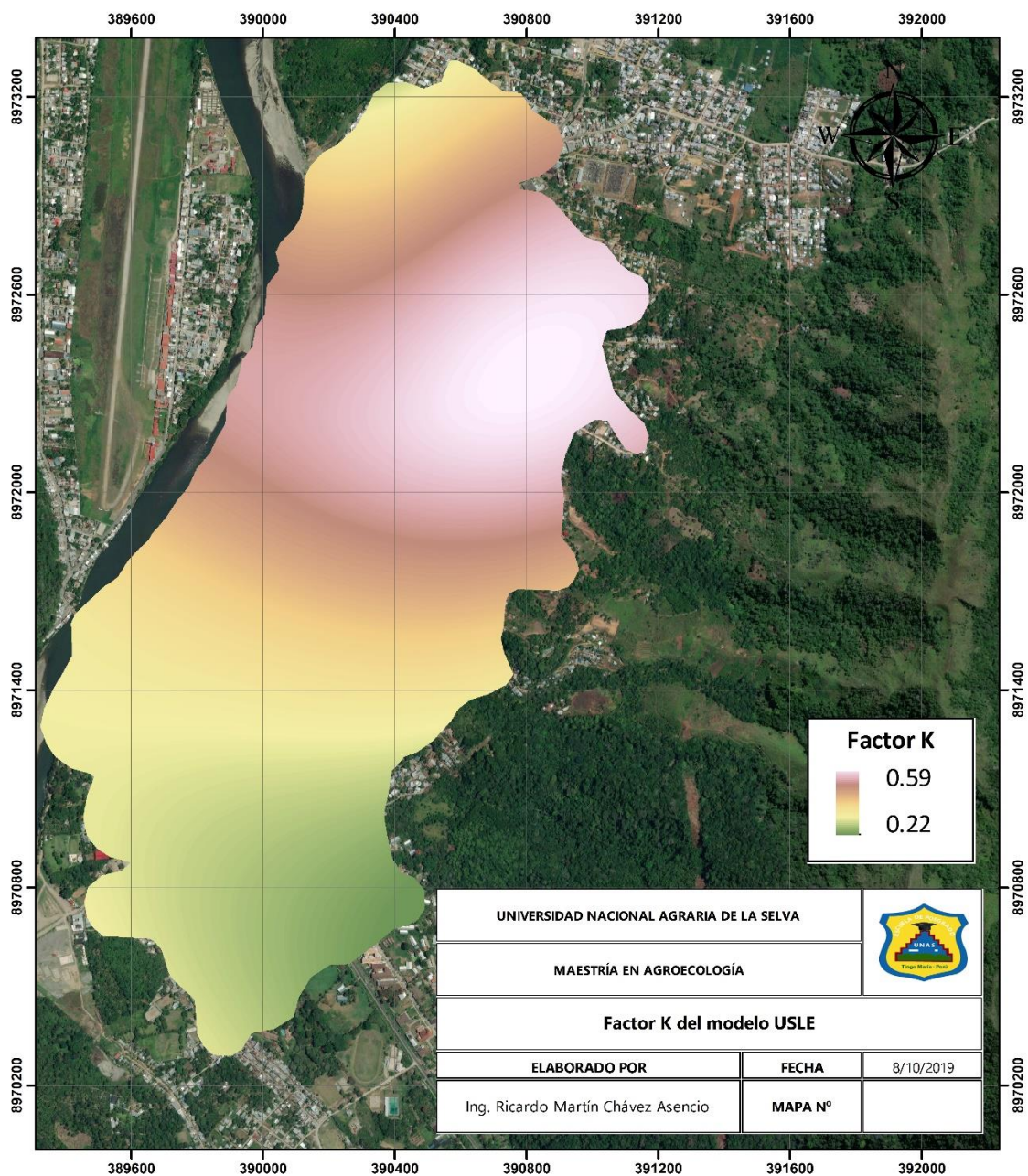


Figura 65. Factor K del modelo USLE para la zona urbana de Tingo María

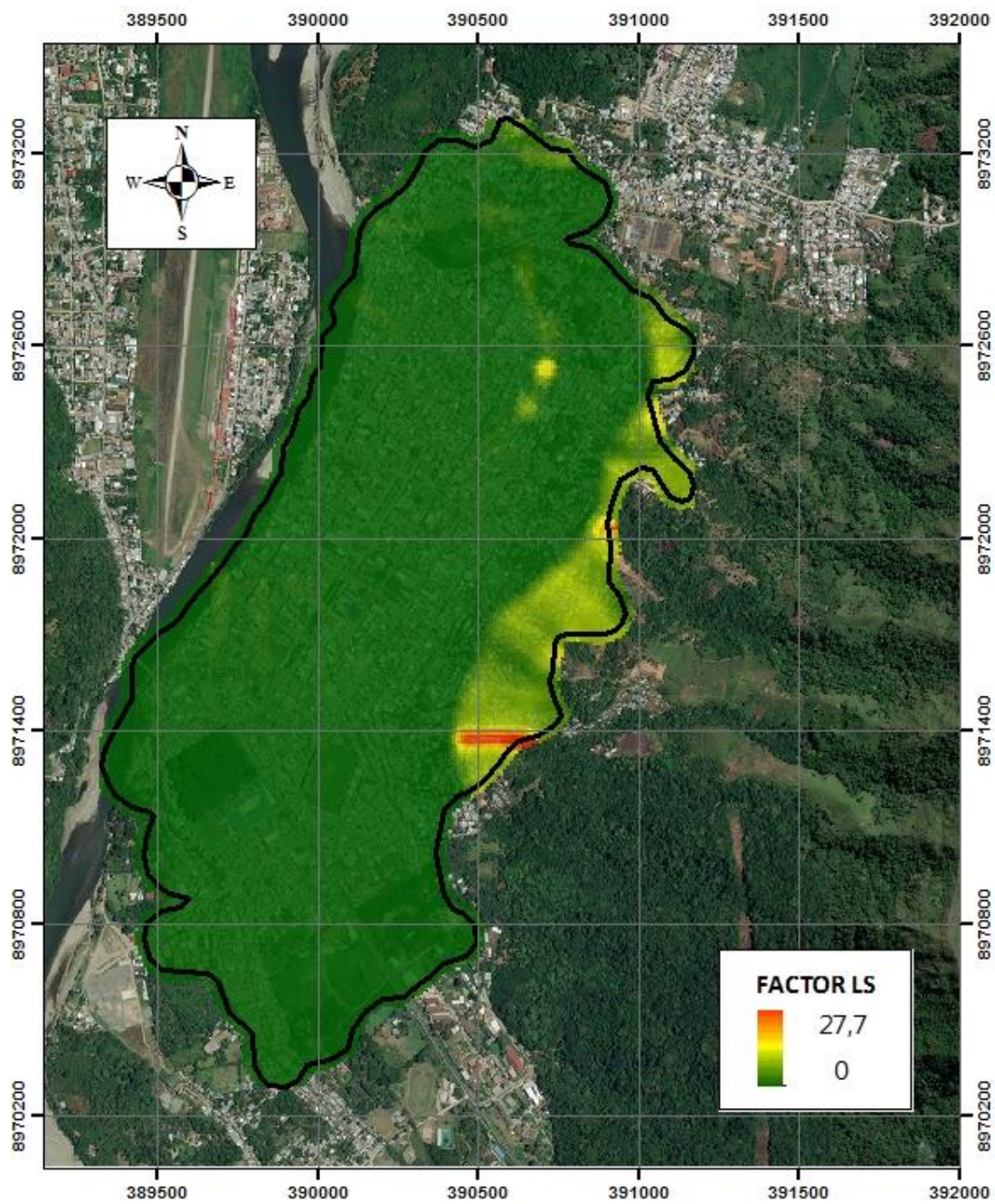


Figura 66. Factor LS del modelo USLE para la zona urbana de Tingo María

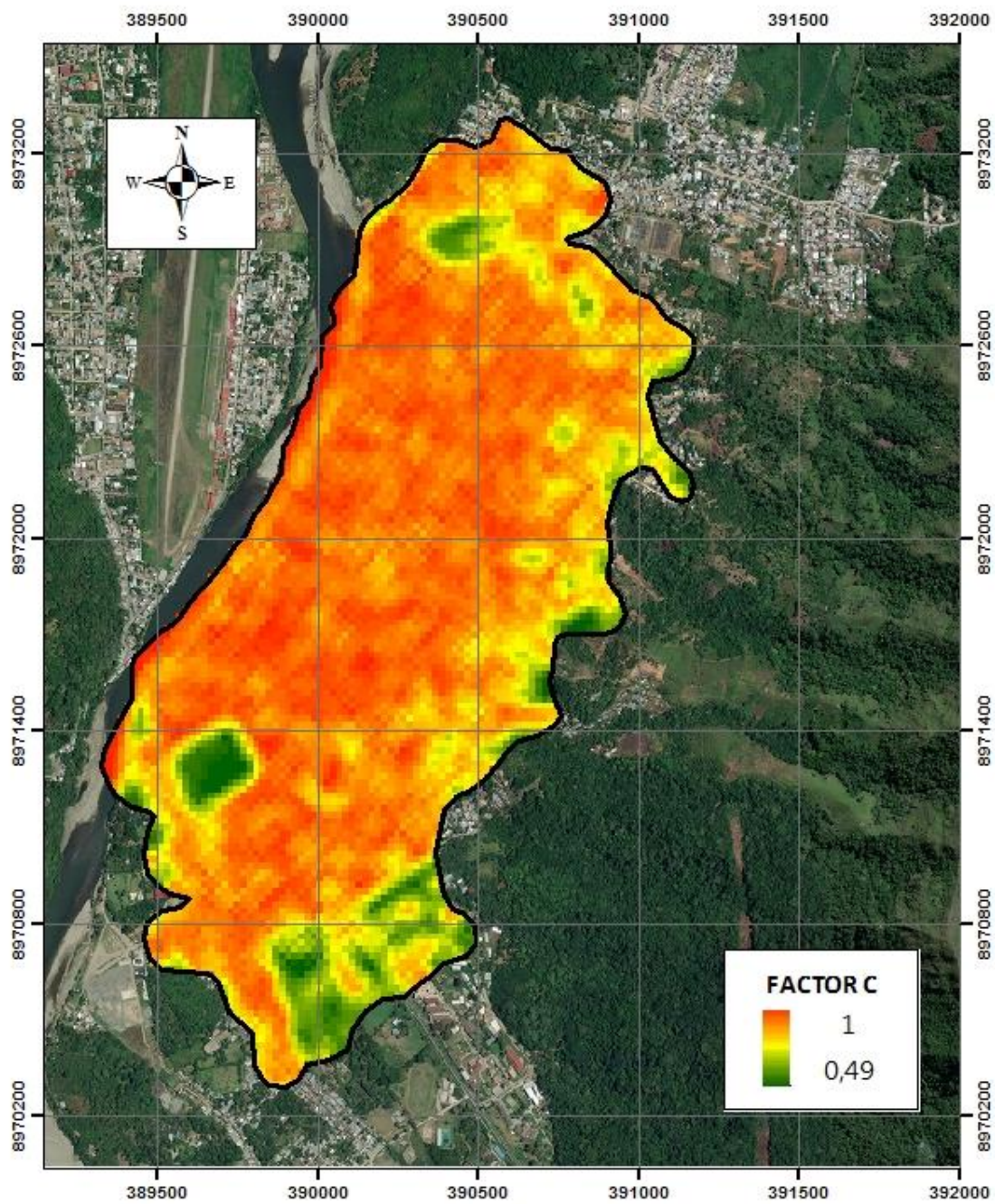


Figura 67. Factor C del modelo USLE para la zona urbana de Tingo María

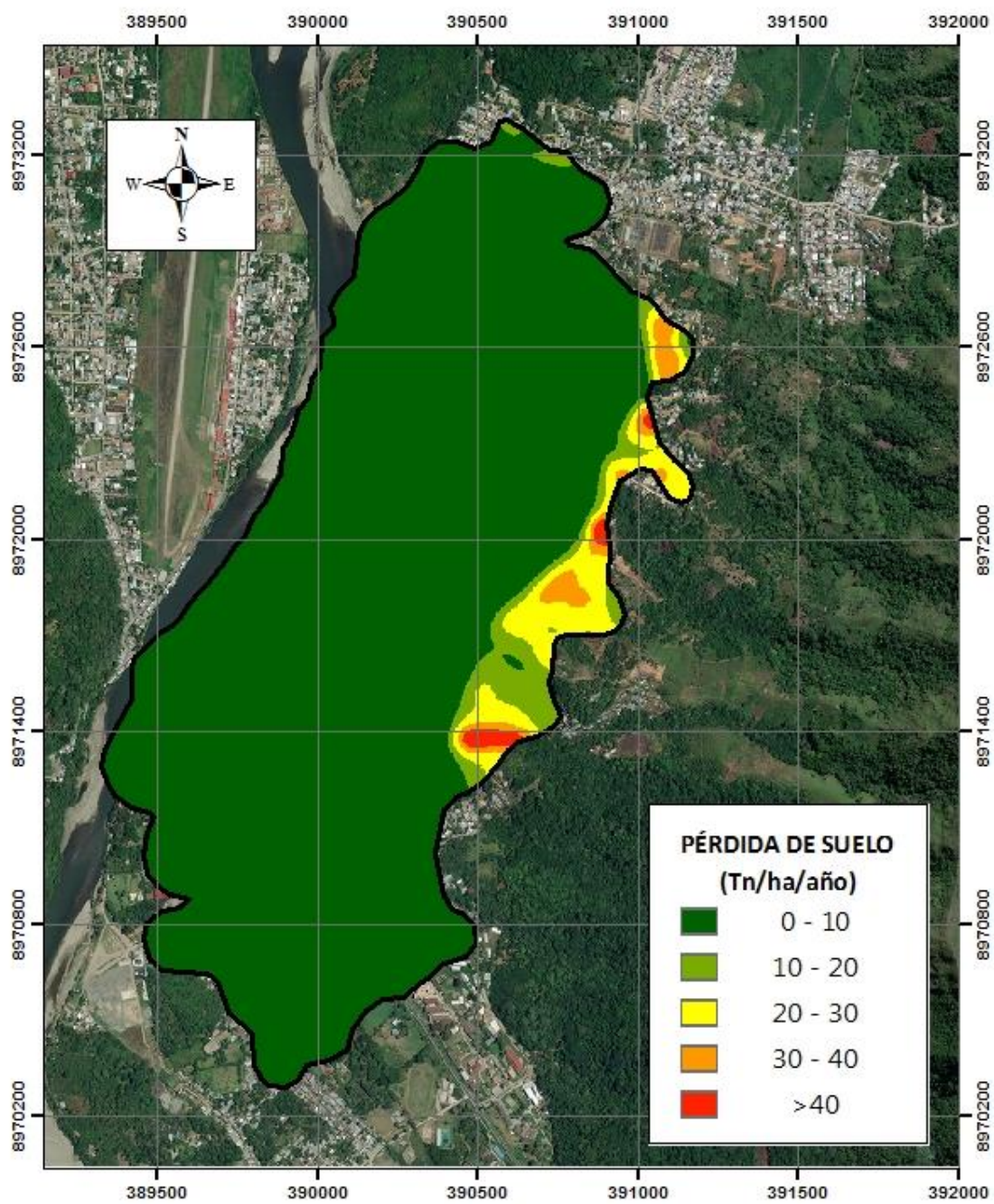


Figura 68. Pérdida de suelo por erosión para la zona urbana de Tingo María

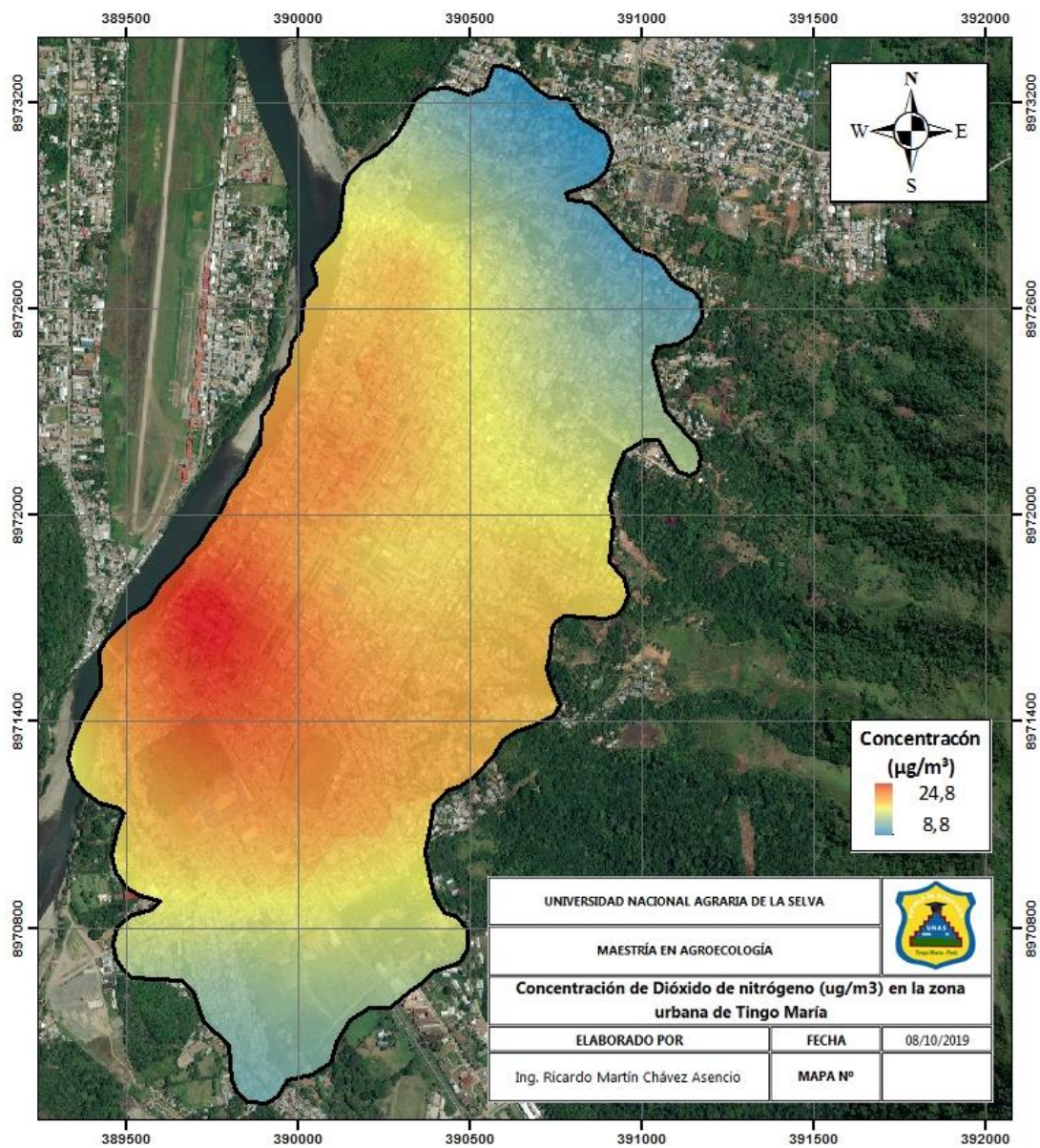


Figura 69. Niveles de NO₂ (µg/m³) en la zona urbana de Tingo María

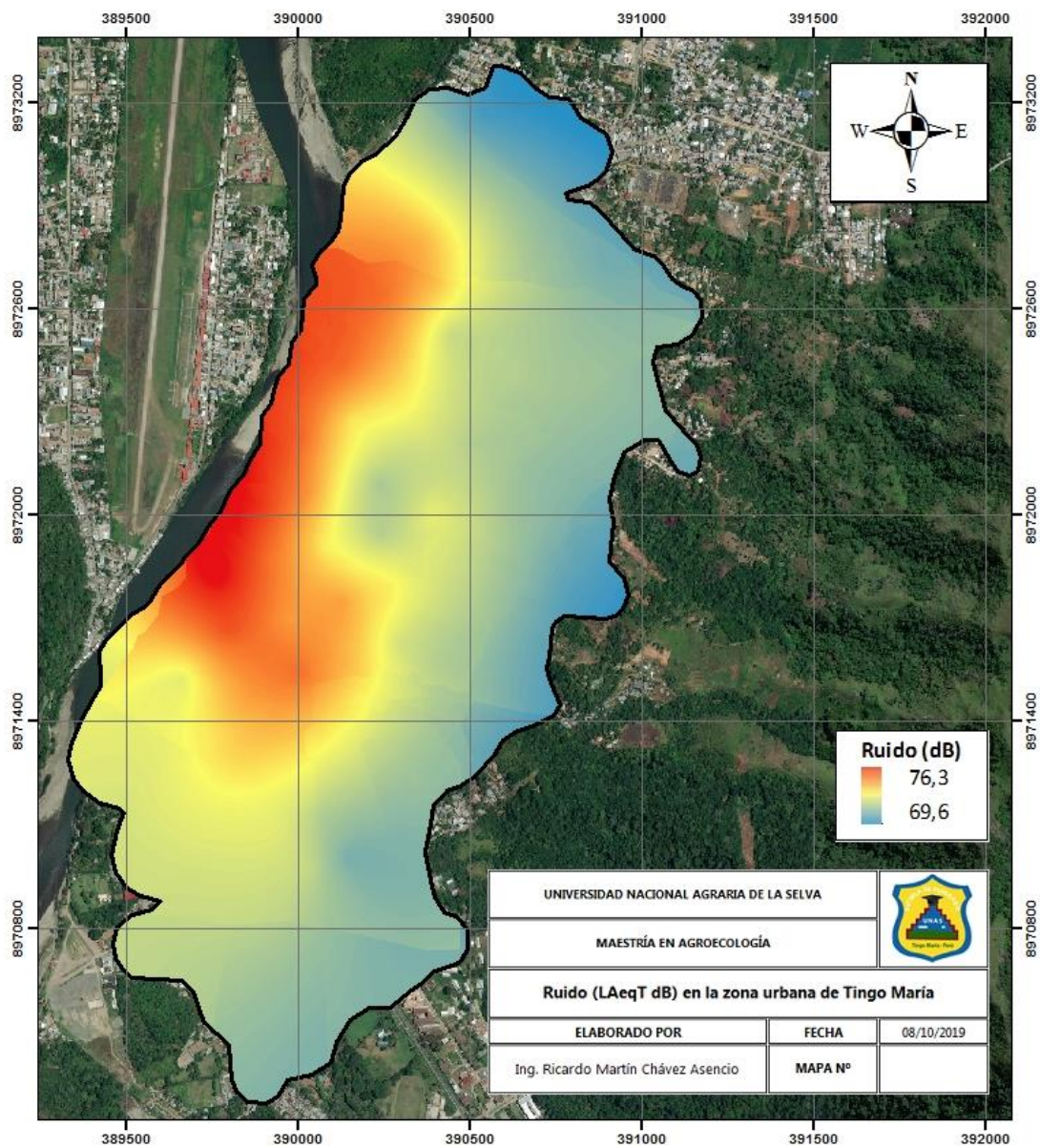


Figura 70. Niveles de ruido (dB) y peligros en la zona urbana de Tingo María

ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE: CHAVEZ ASENCIO RICARDO MARTIN		PROCEDENCIA																				
		PREDIO						TINGO MARIA						DISTRITO			RUPA RUPA					
		PROVINCIA		LEONCIO PRADO				REGION			HUANUCO			Cambiabales			CICE					
N°	CODIGO DEL LAB.	MUESTRA REFERENCIA	ANÁLISIS MECÁNICO		pH	M.O.	N	P	K	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	Cice	%	Ac. Camb.	Sat. Al		
			Arena %	Arcilla %																	Limo %	Textura
1	S1062	QUEBRADA COCHERA	46	33	21	Francos Arcillosos Arenosos	6.13	1.54	0.08	7.13	81.96	8.91	6.26	2.37	0.16	0.13	-	-	-	100.00	0.00	0.00
2	S1063	QUEBRADA NARANJAL	66	13	21	Francos Arenosos	5.10	1.62	0.08	6.32	69.97	-	2.29	1.55	-	0.36	0.20	4.40	87.26	12.74	8.19	
3	S1064	QUEBRADA ASUNCIÓN SALDAÑA	16	49	35	Arcillosos	4.88	1.71	0.09	5.44	75.54	-	2.40	1.60	-	3.96	0.94	8.90	44.92	55.08	44.52	
4	S1065	QUEBRADA DEL AGUILA	28	45	27	Arcillosos	4.30	1.89	0.09	5.12	61.72	-	2.20	1.15	-	8.76	0.32	12.43	26.94	73.06	70.49	
5	S1066	QUEBRADA NUEVO HORIZONTE	46	43	11	Arcillosos Arenosos	4.40	1.59	0.08	5.20	73.47	-	2.57	1.58	-	6.35	0.02	10.52	39.44	60.56	60.37	
6	S1067	QUEBRADA CUSHURO	40	45	15	Arcillosos	4.75	1.20	0.06	5.68	92.56	-	2.44	1.29	-	7.01	0.20	10.94	34.06	65.94	64.11	

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
 TINGO MARIA, 24 DE AGOSTO 2019
 RECIBO N° 0588057


 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 Laboratorio de Análisis de Suelos

 Ing. José G. Mansilla Minaya
 JEFE



Figura 718. Análisis de Suelos en la zona urbana de Tingo María