

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS:

DINÁMICA DEL SISTEMA URBANO DE LA CIUDAD DE CELENDÍN COMO BASE PARA LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

Presentada por:

Bachiller: OCAR HUMBERTO VÁSQUEZ CASTAÑEDA

Asesor:

Mg. HÉCTOR HUGO MIRANDA TEJADA

Cajamarca - Perú

2019

COPYRIGHT © 2019 by
OSCAR HUMBERTO VÁSQUEZ CASTAÑEDA
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS APROBADA:

DINÁMICA DEL SISTEMA URBANO DE LA CIUDAD DE CELENDÍN COMO BASE PARA LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

Presentada por:

Bachiller: OCAR HUMBERTO VÁSQUEZ CASTAÑEDA

JURADO EVALUADOR

Mg. Héctor Hugo Miranda Tejada
Asesor

Dr. Isidro Rimarachín Cabrera
Jurado Evaluador

M. Cs. Marco Antonio Silva Silva
Jurado Evaluador

M. Cs. Jairo Isaí Álvarez Villanueva
Jurado Evaluador

Cajamarca - Perú

2019



Universidad Nacional de Cajamarca
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD
Escuela de Posgrado
CAJAMARCA – PERU



PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS

Siendo las *4.00 p.m.* horas, del día 27 de diciembre de dos mil diecinueve, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, los integrantes del Jurado Evaluador presidido por el **Dr. ISIDRO RIMARACHÍN CABRERA, M.Cs. MARCO ANTONIO SILVA SILVA, M.Cs. JAIRO ISAÍ ALVAREZ VILLANUEVA**, en calidad de Asesor el **Mg. HÉCTOR HUGO MIRANDA TEJADA**; actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la **SUSTENTACIÓN PÚBLICA** de la tesis titulada **DINÁMICA DEL SISTEMA URBANO DE LA CIUDAD DE CELENDÍN COMO BASE PARA LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL**, presentada por el **Bach. en Ciencias Ambientales OSCAR HUMBERTO VÁSQUEZ CASTAÑEDA**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó.....*A. PROBAR*..... la mencionada Tesis con la calificación de*Dieciocho (18) Excelente*.....; en tal virtud el **Bach. en Ciencias Ambientales OSCAR HUMBERTO VÁSQUEZ CASTAÑEDA**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, en la Unidad de Posgrado de la Facultad de **CIENCIAS AGRARIAS**, con Mención en **ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES**

Siendo las *5.15 p.m.* horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

.....
Mg. Héctor Hugo Miranda Tejada
Asesor

.....
Dr. Isidro Rimarachín Cabrera
Jurado Evaluador

.....
M.Cs. Marco Antonio Silva Silva
Jurado Evaluador

.....
M.Cs. Jairo Isai Alvarez Villanueva
Jurado Evaluador

En gratitud eterna dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional, a mi padre que está en el cielo y a mi madre Olga Marina por llenar mi vida con sus valiosos consejos, a mi esposa Manena Sandra por su permanente apoyo y comprensión en este arduo camino, a mis hijos Jorge Humberto y Christel Alessandra artífices y motor de este deseo permanente de superación. A toda mi familia y seres queridos que siempre están presentes en cada etapa que me permite avanzar en la vida.

AGRADECIMIENTO

A todos los profesores y personal de la Escuela de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, quienes dedicaron valioso tiempo a nuestra formación, compartiéndonos sus enseñanzas y experiencias de vida, a nuestros compañeros de aula con quienes compartimos momentos inolvidables de aprendizaje e intercambio constante de ideas, a Mi asesor de Tesis Mg. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada por su importante aporte y participación activa en el desarrollo de la investigación, a todas las personas quienes colaboraron otorgándome tiempo e información valiosa para la realización de la presente tesis.

En tiempos de cambio quienes estén abiertos al aprendizaje se adueñarán del futuro, mientras que aquellos que creen saberlo todo estarán bien equipados para un mundo que ya no existe.

- Eric Hoffer

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
Agradecimiento	vi
Lista De Abreviaciones.....	xvi
Resumen	xvii
Abstract.....	xviii
Tabla De Contenidos	viii
Lista De Tablas.....	xi
Lista De Figuras.....	xiii
Lista De Anexos	xiv
CAPÍTULO I Introducción.....	1
CAPÍTULO II Marco Teórico	4
2.1 Antecedentes De La Investigación Y Marco Referencial	4
2.1.1. <i>Antecedentes</i>	4
2.1.2. <i>Marco Referencial</i>	9
2.1.3. <i>Marco Normativo</i>	14
2.2 Bases Teóricas.....	15
2.2.1. <i>Huella Urbana</i>	15
2.2.2. <i>Riesgo De Desastres</i>	28
2.2.3. <i>Peligro Originado Por Fenómenos De Origen Natural</i>	32
2.2.4. <i>Peligro De Inundaciones</i>	37
2.3 Definición De Términos Básicos	39
CAPÍTULO III Materiales Y Métodos.....	42
3.1 Ubicación Geográfica	42
3.2 Características Del Lugar.....	42
3.2.1. <i>Población</i>	42
3.2.2. <i>Vivienda</i>	43
3.2.3. <i>Clima</i>	44
3.2.4. <i>Geología</i>	44
3.2.5. <i>Geomorfología</i>	45
3.2.6. <i>Suelos</i>	46

	Pág.
3.2.7. <i>Hidrografía</i>	47
3.2.8. <i>Pendientes</i>	47
3.3 Metodología	48
3.3.1. <i>Estudio De La Huella Urbana.</i>	48
3.3.2. <i>Elementos Expuestos Susceptibles Al Fenómeno De Inundación</i>	50
3.4 Técnicas E Instrumentos De Recopilación De Información	56
3.5 Técnicas Para El Procesamiento Y Análisis De La Información.....	56
3.6 Equipos, Materiales E Insumos.....	58
3.6.1. <i>Software</i>	58
3.6.2. <i>Equipos</i>	58
3.6.3. <i>Instrumentos De Investigación</i>	58
3.6.4. <i>Materiales E Insumos</i>	58
3.7 Matriz De Consistencia Metodológica.....	60
CAPÍTULO IV Resultados Y Discusión	62
4.1. Determinación Y Evaluación De La Dinámica De Crecimiento De La Huella Urbana En La Ciudad De Celendín Periodo 1990 – 2018	62
4.1.1. <i>Determinación De Áreas Que Conforman La Huella Urbana Y Área Edificada Rural Año 1990.</i>	62
4.1.2. <i>Determinación De Áreas Que Conforman La Huella Urbana Y Área Edificada Rural Año 2000.</i>	63
4.1.3. <i>Determinación De Áreas Que Conforman La Huella Urbana Y Área Edificada Rural Año 2010.</i>	64
4.1.4. <i>Determinación De Áreas Que Conforman La Huella Urbana Y Área Edificada Rural Año 2018.</i>	65
4.1.5. <i>Incremento De Áreas Que Conforman La Huella Urbana Y Área Edificada Rural, Periodo 1900 - 2018.</i>	66
4.1.1. <i>Población Urbana Y Rural Distrito De Celendín</i>	67
4.1.2. <i>Determinación Y Análisis De La Densidad Y Fragmentación</i>	68
4.1.3. <i>Determinación Y Análisis De Las Áreas De Expansión De La Huella Urbana.</i> 72	

	Pág.
4.1.4. <i>Mapas De Expansión De La Huella Urbana Periodos 1990-2000, 2000-2010 Y 2010-2018.</i>	75
4.2. Determinación Del Nivel De Peligrosidad Y Elaboración Del Mapa De Peligro De Inundación.....	76
4.2.1. <i>Factores Desencadenantes</i>	76
4.2.2. <i>Factores Condicionantes</i>	77
4.2.3. <i>Parámetros De Evaluación.</i>	84
4.2.4. <i>Definición De Escenarios</i>	86
4.2.5. <i>Determinación De Los Valores Del Peligro De Inundación En La Ciudad De Celendín.</i>	87
4.2.6. <i>Niveles De Peligro.</i>	87
4.2.7. <i>Niveles Del Nivel De Peligro.</i>	88
4.3. Identificación De Los Elementos Expuestos Al Peligro De Inundación.....	89
4.3.1. <i>Transporte</i>	89
4.3.2. <i>Agua Y Alcantarillado.</i>	90
4.3.3. <i>Salud</i>	90
4.3.4. <i>Educación</i>	91
4.3.5. <i>Área De Cultivo Y Pastoreo.</i>	92
4.3.6. <i>Viviendas.</i>	92
4.4. Análisis Del Incremento De Los Elementos Expuestos En El Periodo 1990 Al 2018	93
4.5. Contrastación De Hipótesis.....	94
CAPÍTULO V Conclusiones	95
CAPÍTULO VI Referencias Bibliográficas.....	97
CAPÍTULO VII Anexos.....	100

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1	Valores de referencia para densidad y fragmentación26
Tabla 2	Valores de referencia de infraestructura fundamental en situación de riesgo.....35
Tabla 3	Valores de referencia para evaluar el porcentaje de hogares en riesgo36
Tabla 4	Material de construcción predominante en paredes de viviendas, distrito Celendín 201743
Tabla 5	Material de construcción predominante en techos de viviendas, distrito Celendín 201743
Tabla 6	Índice aleatorio55
Tabla 7	Matriz de consistencia metodológica.....60
Tabla 8	Áreas de huella urbana y área edificada rural, Celendín año 1990.....62
Tabla 9	Áreas de huella urbana y área edificada rural, Celendín año 2000.....63
Tabla 10	Áreas de huella urbana y área edificada rural, Celendín año 201064
Tabla 11	Áreas de huella urbana y área edificada rural, Celendín año 2018.....65
Tabla 12	Población urbana y rural para los años 1990, 2000, 2010 y 201867
Tabla 13	Umbrales calculados para el distrito de Celendín (últimos 5 años: 2014 -2018) 76
Tabla 14	Matriz de comparación de pares del parámetro precipitación 76
Tabla 15	Matriz de normalización de pares del parámetro precipitación77
Tabla 16	Matriz de comparación de pares del parámetro pendiente.....78
Tabla 17	Matriz de normalización de pares del parámetro pendiente78
Tabla 18	Matriz de comparación de pares del parámetro cercanía a fuentes de agua (ríos).....79
Tabla 19	Matriz de normalización de pares del parámetro cercanía a fuentes de agua (ríos).....80
Tabla 20	Matriz de comparación de pares del parámetro geomorfología.....81
Tabla 21	Matriz de normalización de pares del parámetro geomorfología.....81
Tabla 22	Matriz de comparación de pares del parámetro geología82
Tabla 23	Matriz de normalización de pares del parámetro geología82
Tabla 24	Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes83
Tabla 25	Matriz de normalización de pares de los factores condicionantes83

	Pág.
Tabla 26	Matriz de comparación de pares del parámetro frecuencia.....85
Tabla 27	Matriz de comparación de pares del parámetro frecuencia.....85
Tabla 28	Cálculo de los valores de peligro de inundación en la ciudad de Celendín . 87
Tabla 29	Niveles de peligro87
Tabla 30	Matriz de peligro.....88
Tabla 31	Infraestructura de transporte expuesto al peligro muy alto de inundación ...89
Tabla 32	Infraestructura de red de agua y alcantarillado expuesto al peligro muy alto de inundación.....90
Tabla 33	Infraestructura de salud expuesto al peligro muy alto de inundación.....90
Tabla 34	Infraestructura educativa expuesto al peligro muy alto de inundación.....91
Tabla 35	Área de cultivo y pastoreo expuesto al peligro muy alto de inundación92
Tabla 36	Viviendas expuestas al peligro muy alto de inundación.....92
Tabla 37	Análisis del incremento de los elementos expuestos al peligro muy alto de inundación en el periodo 1990 al 2018.....93

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1:</i> Factores condicionantes del peligro (CENEPRED, 2014).....	33
<i>Figura 2:</i> Factores desencadenantes del peligro (CENEPRED, 2014).....	34
<i>Figura 3:</i> Parámetros de evaluación del peligro de inundación (CENEPRED, 2014). 39	
<i>Figura 4.</i> Población urbana y rural del Distrito Celendín (INEI: Censos de Población y Vivienda)	42
<i>Figura 5:</i> Metodología para determinar y evaluar la dinámica de crecimiento de la huella urbana.....	50
<i>Figura 6:</i> Metodología para determinar el nivel de peligrosidad de inundación (CENEPRED, 2014).....	51
<i>Figura 7:</i> Áreas de huella urbana y área edificada rural, Celendín periodo 1990-2018	66
<i>Figura 8:</i> Población urbana y rural del distrito de Celendín, periodo 1990 – 2018.	68
<i>Figura 9:</i> Evolución del promedio de tasa anual de crecimiento de la huella urbana en la ciudad de Celendín, periodo 1990 – 2018.	68
<i>Figura 10:</i> Evolución de la densidad poblacional de la ciudad de Celendín, periodo 1990 -2018	70
<i>Figura 11:</i> Evolución de la Fragmentación de la huella urbana de la ciudad de Celendín, periodo 1990 - 2018.....	71
<i>Figura 12:</i> Evolución del área de relleno en la ciudad de Celendín, periodo 1990 – 2018.	72
<i>Figura 13:</i> Evolución del área de extensión en la ciudad de Celendín, periodo 1990 – 2018.	73
<i>Figura 14:</i> Evolución del área de crecimiento discontinuo en la ciudad de Celendín, periodo 1990 – 2018.	74
<i>Figura 15:</i> Evolución del área de inclusión en la ciudad de Celendín, periodo 1990 – 2018.	75

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Ubicación del área de estudio.....	100
Anexo B. Caracterización de extremos de precipitación.....	102
Anexo C. Mapa de precipitación categoría extremadamente lluvioso en la zona de estudio	103
Anexo D. Mapa de geología de la zona de estudio.....	105
Anexo E. Mapa de geomorfología de la zona de estudio	107
Anexo F. Mapa de suelos de la zona de estudio.....	109
Anexo G. Mapa de hidrografía de la zona de estudio.....	111
Anexo H. Rangos de pendientes	113
Anexo I. Mapa de pendientes de la zona de estudio.....	114
Anexo J. Escala de Saaty.....	116
Anexo K. Mapa de la huella urbana de la ciudad de Celendín año 1990	117
Anexo L. Mapa de la huella urbana de la ciudad de Celendín año 2000	119
Anexo M. Mapa de la huella urbana de la ciudad de Celendín año 2010	121
Anexo N. Mapa de la huella urbana de la ciudad de Celendín año 2018	123
Anexo O. Mapa de expansión de la huella urbana de la ciudad de Celendín (1990 – 2000).....	125
Anexo P. Mapa de expansión de la huella urbana de la ciudad de Celendín (2000 – 2010).....	127
Anexo Q. Mapa de expansión de la huella urbana de la ciudad de Celendín (2010 – 2018).....	129
Anexo R. Mapa de cercanía a fuentes de agua (ríos) en la zona de estudio	131
Anexo S. Mapa de peligro (con imagen satelital) de inundación de la ciudad de Celendín	133
Anexo T. Mapa de peligro de inundación de la ciudad de Celendín.....	135
Anexo U. Mapa de elementos expuestos al peligro muy alto de inundación en la ciudad de Celendín Año 2018.....	137
Anexo V. Mapa de elementos expuestos al peligro muy alto de inundación en la ciudad de Celendín Año 1990.....	139
Anexo W. Evidencias de los elementos expuestos al peligro muy alto de inundación en la ciudad de Celendín	141

Anexo X. Datos de precipitación periodo 2014-2018, estación meteorológica Celendín	143
Anexo Y. Panel fotográfico de la zona de peligro muy alto de inundación	149

LISTA DE ABREVIACIONES

Organización de las Naciones Unidas	ONU
Banco Interamericano de Desarrollo	BID
Objetivos de desarrollo sostenible	ODS
Conferencia de las partes de la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático	COP
Iniciativa de ciudades emergentes y sostenibles	ICES
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento	MVCS
Tercera conferencia de las Naciones Unidas sobre vivienda y desarrollo urbano sostenible	HABITAT III
América Latina y El Caribe	ALC
América Latina	AL
Instituto nacional de estadística e informática	INEI
Gases de efecto invernadero	GEI
Sistema nacional de gestión de riesgo de desastres	SINAGERD
Decreto Supremo	D.S.
Plan nacional de Gestión de riesgo de desastres	PLANAGERD
Zonificación ecológica y económica	ZEE
Comisión económica para América Latina y El Caribe	CEPAL
Ministros y máximas autoridades del sector de la vivienda y el urbanismo en ALC	MINUVI
Hectárea	ha
Habitantes	hab.
Gestión del riesgo de desastres	GRD
Centro nacional de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres	CENEPRED
Instituto nacional de defensa civil	INDECI
Página (páginas)	p. (pp.)

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el objeto de estudiar la dinámica de crecimiento de la huella urbana de la ciudad de Celendín desde el año 1990 al año 2018, determinar las áreas expuestas al peligro de inundación, identificar los elementos expuestos en el área de muy alto peligro y evaluar el incremento de los elementos expuestos en relación a la expansión de la huella urbana. El análisis de imágenes satelitales, planos de la ciudad y datos de población han permitido conocer como ha crecido la ciudad en los últimos años y cómo se proyecta a crecer en el futuro; así mismo mediante la aplicación del proceso de análisis jerárquico de los factores desencadenantes y factores condicionantes del peligro de inundación se ha determinado los niveles de peligrosidad de inundación e identificado los elementos expuestos en la zona de peligro muy alto. El estudio concluye que la huella urbana ha tenido un incremento de 108.5% durante el periodo estudiado, caracterizado por una densidad poblacional baja de 52.50 hab/ha y una alta fragmentación; asimismo se determinó que 48.91 hectáreas están comprendidas en la zona de muy alto peligro de inundación, donde se encuentra expuesta infraestructura de transporte, agua y saneamiento, educación, salud, viviendas y áreas de cultivo y pastoreo; finalmente se determinó que esta exposición de infraestructura se ha ido incrementando en relación con el crecimiento poblacional y expansión de la ciudad, lo cual demuestra que este hecho ha ocurrido en ausencia de medidas de planificación y control.

Palabras clave: Huella urbana, expansión, peligro, inundación, elementos expuestos.

ABSTRACT

This research work was carried out in order to study the dynamics of urban footprint growth in the city of Celendín from 1990 to 2018, determine the areas exposed to the danger of flooding, identify the elements exposed in the area of very high danger and evaluate the increase of the exposed elements in relation to the expansion of the urban footprint. The analysis of satellite images, city plans and population data have allowed us to know how the city has grown in recent years and how it is projected to grow in the future; Likewise, by applying the process of hierarchical analysis of the triggers and factors determining the risk of flooding, the flood hazard levels have been determined and the elements exposed in the very high danger zone have been identified. The study concludes that the urban footprint has had an increase of 108.5% during the period studied, characterized by a low population density of 52.50 inhabitants / hectare and high fragmentation; It was also determined that 48.91 hectares are included in the area of very high danger of flooding, where transportation, water and sanitation, education, health, housing and cultivation and grazing areas are exposed; It was finally determined that this infrastructure exposure has been increasing in relation to the population growth and expansion of the city, which shows that this has occurred in the absence of planning and control measures.

Keywords: Urban footprint, expansion, danger, flood, exposed elements.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Para el 2050, el 70% de la población mundial vivirá en las ciudades (ONU-Hábitat, 2016). América Latina y el Caribe es la segunda región más urbanizada del planeta, en el 2030 se estima que poco menos de la totalidad de la población latinoamericana (90%) vivirá en ciudades (BID, 2014). En el Perú, según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2017), Las ciudades han crecido hacia la periferia de manera desordenada y bajo una débil conducción del Estado, que ha traído como consecuencia la aparición de crecimientos urbanos desordenados; la degradación del medio ambiente y ocupación de zonas de alto riesgo ante desastres naturales, entre otros. La ciudad de Celendín, no ha sido ajeno a estos procesos, la población urbana en la última década se ha incrementado por encima de la tasa media anual nacional (1.8%); expandiéndose el casco urbano hacia las periferias de manera desordenada y sin planificación.

Ante esta situación, estudios recientes de ciudades en América Latina y El Caribe desarrollados por el BID (ICES), consideran que es primordial la realización de estudios base que generen información para elaborar y ejecutar la planificación con un enfoque integral para el desarrollo urbano, e incluyen a) mapas de peligro o vulnerabilidad a desastres naturales b) estudios de crecimiento urbano, y c) un inventario de los gases de efecto invernadero (GEI); tomando esta referencia, en el presente trabajo se decidió abordar los dos primeros estudios base, considerando que son más importantes respecto al tercero que por la característica del centro urbano no es relevante (sistema de transporte, desarrollo industrial, entre otros); de tal manera que en ésta Investigación el estudio de la dinámica del sistema urbano de la ciudad de Celendín está referido al estudio del peligro de inundación y el estudio del crecimiento urbano, este último relacionado al análisis de

la huella urbana a partir del año 1990 al año 2018; con lo cual se proporciona información base para la planificación de la ciudad de Celendín y para la toma de decisiones futuras.

Para la Investigación, el objetivo general fue determinar y evaluar la dinámica del sistema urbano de la ciudad de Celendín como base para la planificación territorial”; para lo cual se desarrolló cuatro objetivos específicos:

- Determinar y evaluar la dinámica de crecimiento de la huella urbana en la ciudad de Celendín desde el año 1990 al año 2018, en términos de relleno, extensión, inclusión, y crecimiento discontinuo; además de sus atributos como densidad y fragmentación.
- Determinar las zonas inundables y evaluar el nivel de peligro de inundación en la ciudad de Celendín.
- Identificar los elementos que se encuentran expuestos susceptibles al peligro de inundación en la ciudad de Celendín.
- Analizar el incremento de los elementos expuestos al peligro de inundación en relación al crecimiento poblacional y de la huella urbana de la ciudad de Celendín.

Además en la hipótesis se planteó lo siguiente: La dinámica de crecimiento de la huella urbana en la ciudad de Celendín, ha reducido la densidad urbana e incrementado la fragmentación de la huella urbana y los elementos expuestos al peligro de inundación.

El análisis de imágenes satelitales Landsat 5 TM y 7 ETM, imágenes RapidEye, planos de la ciudad y demás información permitió dar a conocer la dinámica del sistema urbano de la ciudad referente a la expansión de la huella urbana y determinación de sus atributos claves como densidad y fragmentación; mientras que la aplicación del proceso de análisis jerárquico de los factores desencadenantes y factores condicionantes del peligro de inundación permitió determinar los niveles de peligrosidad de inundación e identificación de los elementos expuestos en la zona de peligro muy alto; lo cual servirá de insumo a las

autoridades competentes y población local para encaminar acciones de planificación y control orientadas hacia un desarrollo urbano sostenible.

La investigación se realizó en el distrito de Celendín, provincia de Celendín, departamento Cajamarca, ubicado entre las coordenadas geográficas 6°52'08"S y 78°08'34"O, a una altitud de 2625 msnm.

Este documento de investigación está compuesto por siete capítulos:

- El Capítulo I contiene la introducción donde se expone de manera resumida la problemática, objetivos, hipótesis, procedimiento general y una guía de lectura.
- El Capítulo II presenta el marco teórico, donde se describen antecedentes o marco de referencia de la investigación, las bases teóricas y la definición de términos básicos.
- El Capítulo III muestra los materiales y métodos utilizados en la investigación, donde se describe la ubicación geográfica, metodología, técnicas, instrumentos, análisis y procesamiento de información, así como los materiales o equipos empleados.
- El Capítulo IV presenta los resultados y discusión de la investigación.
- El Capítulo V establece las conclusiones obtenidas a partir de la investigación realizada.
- El Capítulo VI muestra las referencias bibliográficas consultadas.
- El Capítulo VII presenta los anexos que se usaron o realizaron durante la investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación y Marco Referencial

2.1.1. Antecedentes.

Arana (2018), desarrolló la Tesis “El crecimiento urbano y su influencia por el cambio de uso de tierras en el Valle del Mantaro”, en dicho trabajo analiza Huancayo y demás ciudades del Valle del Mantaro, en cuanto al crecimiento urbano y su influencia en el cambio de uso de tierras con sus dimensiones: áreas artificializadas, áreas agrícolas, bosques y áreas mayormente naturales, áreas húmedas y superficies de agua, en periodos decenales durante los últimos 50 años (1965-2015); considerando las provincias de Chupaca, Concepción, Huancayo y Jauja. El método es el modelo Corine Land Cover, de la Unión Europea adaptado para el Perú, por el Ministerio del Ambiente (MINAM); para con apoyo de imágenes de satélite y el uso de sistemas de información geográfica (SIG) se permitió la fotointerpretación de imágenes Landsat - SPOT y el análisis digital de dichas imágenes, así como el uso de estadísticas para determinados espacios. Como resultados, encontró un crecimiento urbano acelerado del Valle del Mantaro, especialmente en el último decenio- 2005-2015; que, correlacionando con las dimensiones de la variable dependiente, demostró la marcada influencia de este en el cambio de uso de tierras. Además determinó que se han generado áreas artificializadas (tejido urbano discontinuo, disperso e incipiente) en las diferentes provincias, siendo la de mayor influencia Huancayo y luego Chupaca, en desmedro de las áreas agrícolas, bosques y áreas mayormente naturales, en especial la vegetación arbustiva/herbáceas. Así mismo fue Huancayo la que perdió más áreas húmedas y superficies de agua, en tanto que Jauja la que perdió más áreas pantanosas. Por tanto, no hay un crecimiento armónico

entre la naturaleza y la ciudad, fundamentalmente considerando la huella del carbono. Finalmente, recomienda una óptima planificación del crecimiento urbano y un adecuado control del uso del suelo urbano, con áreas de reserva intangibles para tales propósitos, incrementando la densificación de los usos del suelo urbano para un crecimiento vertical y compacto (no disperso ni difuso como lo es hoy), se preserve especialmente áreas agrícolas, áreas naturales bosques y humedales. Las decisiones de las autoridades sobre el crecimiento urbano deben tomar en consideración estudios como este que conlleven a tomar decisiones acertadas.

Ramírez y Pértile (2017), llevaron a cabo el trabajo de investigación “Crecimiento poblacional, expansión urbana y cambio de usos de suelo en ciudades intermedias de la provincia del Chaco, Argentina”; cuyo propósito se centraba en conocer cuál ha sido el crecimiento de la población en las ciudades intermedias de la provincia del Chaco, también aportar conocimientos respecto del proceso de expansión urbana en relación con otros usos del suelo y, finalmente, utilizar las Tecnologías de la Información Geográfica, particularmente los procesadores digitales de imágenes. Respecto del crecimiento de la población y de la expansión urbana ha demostrado cuáles han sido las características más sobresalientes de este fenómeno. Si bien el incremento poblacional genera densificación del espacio urbano existente, en la provincia estudiada y en ciudades intermedias como Juan José Castelli, es muy evidente el aumento de suelo urbano, generando la expansión de la ciudad en sentido horizontal, tal como se ha demostrado en el progresivo incremento de las hectáreas que se destinan a usos urbanos. En efecto, se ha visto que la superficie urbana tiene un incremento relativo superior al de la población, por lo que la ciudad tiende a propagarse de forma horizontal con las desventajas que esto acarrea, ya que el tendido de las redes de servicios públicos (agua potable, alcantarillado, cloacas, iluminación, pavimento, recolección de residuos sólidos urbanos), tiene un ritmo de crecimiento menor

al de la ocupación y su provisión resulta bastante onerosa para los municipios, motivo más que suficiente para delinear una planificación estratégica del crecimiento urbano. A esto se suma la delicada situación a la que se ve expuesta la salud de la población por la proximidad de los campos cultivados. La provincia del Chaco ha superado el millón de habitantes, las ciudades intermedias del sistema urbano provincial han incrementado permanentemente su población en los últimos cuarenta años y se estima que en el momento en que se realice el próximo recuento censal, nueve de cada diez chaqueños habitarán ciudades. Por ello será preciso aunar esfuerzos para anticiparse a las posibles consecuencias o externalidades negativas que se observan en áreas metropolitanas, esto puede ser posible si se fortalece la capacidad institucional para impulsar instrumentos de desarrollo urbano sustentables que, en algunos casos sostengan y, en otros casos, mejoren las oportunidades de acceso a un hábitat digno en ciudades intermedias de la provincia.

Aliste, Almendras y Contreras (2012); En su tesis “La dinámica del territorio en la Conurbación Concepción-Talcahuano: huellas urbanas para una interpretación de las transformaciones ambientales durante la segunda mitad del siglo XX”; pretenden dar una mirada en perspectiva a los procesos urbanos y las huellas que estos que van dejando en la impronta de la ciudad. La metodología aplicada contempló el uso de técnicas de fotointerpretación, que permiten la clasificación de estructuras urbanas de acuerdo a elementos tales como color, rugosidad, forma y tamaño, entre otros. Dichas técnicas permiten obtener información muy relevante con respecto a la identificación de límites urbanos, infraestructura y tipos de uso, aprovechando el mayor nivel de detalle de las fotografías aéreas en comparación con las imágenes satelitales disponibles. Como resultados mencionan que las primeras consecuencias que ambientalmente parecen relevantes, comienzan a acusarse en la década de 1980 en la zona de humedales principalmente, con acento en Lengua y Rocuant–Andalién. En el período comprendido

entre 1955 y 1980, se pierde una superficie de poco más de 1.100 hectáreas de humedales, principalmente por uso residencial formal e informal. En este sentido, la fragmentación de áreas con alta calidad ambiental en la zona de los humedales de Rocuant–Andalién, representa una importante pérdida ambiental en áreas valoradas por su contribución a la biodiversidad. Así mismo consideran que la proliferación de diversas industrias en la zona, especialmente en la comuna de Talcahuano (y hoy Hualpén), contribuyó por una parte a un importante deterioro de las condiciones de calidad de las aguas, del suelo y del aire, pero sobre todo a la expansión urbana por demanda de suelo para uso residencial. Ello configuró un panorama ambiental muy negativo en la zona, que llevó a impulsar importantes iniciativas con apoyo estatal.

Contreras y Fantin (2015), realizaron el estudio de investigación titulado “Riesgo de la población a inundaciones por lluvias como consecuencia de la dinámica de expansión urbana sobre paisajes anegadizos; el caso de la ciudad de Corrientes (Argentina)”; el cual tuvo como objetivo estudiar la exposición de la población frente a riesgos por inundación urbana, como consecuencia de la expansión de la ciudad de Corrientes sobre espacios anegables. La metodología empleada consistió en la observación y análisis de imágenes satelitales que permiten analizar cambios recientes, como así también la observación de fotografías aéreas tomadas en el año 1950 y una revisión histórica de la ocupación de nuevos espacios mediante la observación de planos antiguos. En este estudio de investigación llegaron a las conclusiones que es evidente que la expansión urbana genera un impacto en la naturaleza por lo que resulta de fundamental importancia contar con políticas de ordenamiento territorial que actúen como reguladoras y controladoras de los frentes de avance de una ciudad, más aún cuando las condiciones naturales pueden dejar expuestas a la población a determinados riesgos. La ciudad de Corrientes no presenta lugares propicios para su expansión en todas las direcciones, esto conlleva a que aquellos

sitios más favorables sean muy demandados y por consiguiente aumente el valor de la tierra asociado a la especulación inmobiliaria. Como consecuencia de ello, se ocupan espacios que naturalmente son anegables, aumentando consigo la exposición de la población luego de lluvias intensas frente a riesgos de pérdidas materiales, de difícil o imposible acceso y/o movilidad y que en algunos casos, puede determinar la carencia de servicios básicos. En este sentido, se observan tres situaciones de expansión: A través de barrios privados ubicados sobre la Lomada Norte que presenta las mejores condiciones para ello; barrios planificados ubicados en espacios que se encuentran en áreas con condiciones intermedias y por último los asentamientos espontáneos, que se ubican sobre áreas inundables que rodean a la ciudad. Históricamente la ciudad ha mostrado distintos problemas luego de producirse intensas precipitaciones, no obstante se pueden diferenciar dos situaciones principales. Por una parte, el casco histórico de la ciudad presenta escurrimientos torrenticos en las calles trazadas sobre antiguos arroyos. Por la otra, fuera del casco histórico, la ocupación de espacios anegadizos, ya sea sobre las planicies embutidas o sobre los que pertenecían a las lagunas de la Lomada Norte, genera importantes volúmenes de agua estancada en distintos barrios y vías de comunicación de la ciudad. De todas maneras, ambas situaciones están relacionadas con el riesgo de pérdidas materiales, principalmente de vehículos, mientras que en la ocupación de nuevos espacios, sin antecedentes, las pérdidas materiales se encuentran relacionadas a daños en las viviendas, sin importar la condición social de la población expuesta.

Pérez, Gil-Guirado y Olcina (2016). Estudiaron la Tesis “La información catastral como herramienta para el análisis de la exposición al peligro de inundaciones en el Litoral Mediterráneo Español”. Este estudio considera que para la evaluación de la exposición frente a inundaciones, es necesaria la consideración espacial de dos factores: el componente físico (peligrosidad natural) y el humano. Para el componente físico

emplearon en la gestión del espacio fluvial, la prevención de riesgos y la planificación territorial. Para el análisis del componente humano, consideraron las edificaciones en forma de parcelas catastrales. El estudio de investigación llegó a las conclusiones que la información procedente del Catastro de Urbana, y su combinación con los datos contenidos en el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables, arrojan unos resultados que invitan a pensar sobre su valía como herramienta eficaz para identificar, en escala de detalle, las áreas urbanizadas expuestas al peligro de inundaciones.

2.1.2. Marco referencial.

2.1.2.1. La agenda al 2030 para el desarrollo sostenible - objetivos de desarrollo sostenible.

En la Cumbre de Desarrollo Sostenible, realizada en setiembre de 2015 como evento central de la Asamblea General de la ONU en Nueva York, el Perú se comprometió, junto con otros 192 países, a cumplir con los diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible – ODS y sus metas al 2030 (ONU-HABITAT, 2016).

Para el caso de la presente investigación es de especial importancia el Objetivo 11: *Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.* Señalando como metas asegurar el acceso a viviendas y servicios básicos adecuados, acceso a servicios de transporte, reducir el número de muertes y personas afectadas por desastres, reducir el impacto ambiental de ciudades, acceso a zonas verdes y espacios públicos, vincular zonas urbanas, periurbanas y rurales mediante la planificación del desarrollo. Asimismo la Agenda 2030 de las Naciones Unidas considera que la gestión urbana y el desarrollo urbano sostenible son fundamentales para la calidad de vida de la población.

2.1.2.2. Conferencia de las partes de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático – COP.

Las contribuciones en adaptación al cambio climático, relacionadas a esta investigación, se plantean metas en las áreas transversales de gestión de riesgo de desastres, infraestructura pública resiliente, enfoque de pobreza y poblaciones vulnerables y promoción de la inversión privada en la adaptación (MVCS, 2017).

2.1.2.3. Tercera conferencia de las naciones unidas sobre vivienda y desarrollo urbano sostenible (HÁBITAT III) – la nueva agenda urbana.

El Perú ha participado activamente en las reuniones de Hábitat I (1976), Hábitat II (1996) y Hábitat III (2016). Como resultado de HÁBITAT III se instauró La Nueva Agenda Urbana. El objetivo planteado por la Nueva Agenda Urbana es: “Lograr ciudades y asentamientos humanos donde todas las personas puedan gozar de igualdad de derechos y oportunidades, con respeto por sus libertades fundamentales, guiados por los propósitos y principios de la Carta de las Naciones Unidas, incluido el pleno respeto del derecho internacional”. La Nueva Agenda Urbana plantea un conjunto de compromisos de transformación encaminados hacia del desarrollo sostenible, haciendo el llamado a un “cambio de paradigma urbano” que contemple una visión integrada de las dimensiones social, económica y ambiental, basado en una visión holística del territorio y promueve la adopción de enfoques de “desarrollo urbano y territorial sostenibles e integrados. Los compromisos de la agenda son formulados en función a 3 ejes: el desarrollo urbano sostenible en pro de la inclusión social y la erradicación de la pobreza, prosperidad urbana sostenible e inclusiva y oportunidades para todos, desarrollo urbano resiliente y ambientalmente sostenible. Así mismo describe que lo factores impulsores del cambio fundamental son: elaborar e implementar políticas urbanas en el nivel adecuado, fortalecer la gobernanza urbana, reactivar la planificación y el diseño urbanos y

territoriales integrados y a largo plazo, apoyar los marcos e instrumentos de financiación eficaces, innovadores y sostenibles que permitan reforzar las finanzas municipales y los sistemas fiscales locales. (ONU-HABITAT, 2016).

2.1.2.4. Iniciativa ciudades emergentes y sostenibles (ICES).

BID (2014), desarrolló un programa de asistencia técnica de los gobiernos de ciudades intermedias de ALC que presentan una gran dinámica de crecimiento demográfico y económico. La ICES representa un nuevo enfoque para el desarrollo urbano en ALC, con el cual se abordan los retos más urgentes de la ciudad. Utiliza una perspectiva integral e interdisciplinaria, la cual es necesaria para identificar el camino hacia la sostenibilidad de largo plazo. Conceptualmente se enmarca en tres dimensiones: i) ambiental y cambio climático; ii) urbana; y iii) fiscal y gobernabilidad.

El proceso parte de identificar los retos más apremiantes de sostenibilidad de la ciudad, a través de una evaluación rápida que se basa en: i) un análisis cuantitativo, utilizando aproximadamente 120 indicadores obtenidos en su mayoría de información secundaria; ii) un análisis técnico y cualitativo, basado en el conocimiento profundo y la experiencia de especialistas y técnicos en los diversos temas sectoriales de la Iniciativa; y iii) estudios base, que incluyen mapas de vulnerabilidad a desastres naturales y a efectos del cambio climático, estudios de crecimiento urbano, y un inventario de los gases de efecto invernadero (GEI). De manera complementaria, de acuerdo con la situación de la ciudad, se incluyen estudios base adicionales, que pueden abarcar temas de gestión fiscal, seguridad ciudadana, transporte (motorizado y no motorizado), agua y saneamiento, residuos sólidos, entre otros.

De manera general, la metodología ICES comprende seis fases que están agrupadas en dos etapas. La primera etapa consiste en una evaluación rápida de la realidad urbana, incluye cuatro fases, y culmina con la elaboración de un Plan de Acción para la

sostenibilidad de la ciudad que contiene propuestas concretas para intervenir en las áreas identificadas como críticas; esta etapa se completa en un plazo aproximado de un año. La segunda etapa de la metodología está enfocada en la ejecución inicial del Plan de Acción y la puesta en marcha del sistema de monitoreo ciudadano, contiene dos fases, y tiene una duración de entre tres y cuatro años, lo que dependerá de las intervenciones contenidas en el Plan de Acción.

2.1.2.5. Acuerdo nacional - unidos para crecer.

El Acuerdo Nacional es el conjunto de políticas de estado, elaboradas y aprobadas sobre la base del diálogo y el consenso, con el fin de definir el rumbo para el desarrollo sostenible del país. Para el presente trabajo de investigación toma importancia La Política 34 (Ordenamiento y Gestión Territorial) parte por identificar el problema de la falta de planificación, lo que ha provocado una ocupación desordenada del territorio. Plantea lo siguiente: “Nos comprometemos a impulsar un proceso estratégico, integrado, eficaz y eficiente de ordenamiento y gestión territorial que asegure el desarrollo humano en todo el territorio nacional, en un ambiente de paz. Para este proceso se considera fundamenta la propugnación basada en el conocimiento y la investigación de la excepcional diversidad del territorio y la sostenibilidad de sus ecosistemas; en la articulación intergubernamental e intersectorial; en el fomento de la libre iniciativa pública y privada; y en la promoción del diálogo, la participación ciudadana y la consulta previa a los pueblos originarios”, (MVCS, 2017).

2.1.2.6. Plan bicentenario.

El Plan Bicentenario plantea objetivos en función al Acuerdo Nacional. Se plantea en función a seis ejes estratégicos, los cuales contienen a su vez objetivos específicos. El Eje 2 (Oportunidades y Acceso a los Servicios) se plantea “lograr que todas las personas tengan igualdad de oportunidades para desarrollarse, lo cual implica tener acceso a

servicios básicos de calidad, en particular educación, salud, agua y desagüe, electricidad, telecomunicaciones, vivienda y seguridad ciudadana” (MVCS, 2017).

2.1.2.7. Gestión de riesgo de desastres.

El Gobierno Nacional, en el marco del Proceso de Modernización, Descentralización y Reforma del Estado, ha creado el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - SINAGERD, a través de la Ley N° 29664 promulgada el 08 de febrero de 2011 y su Reglamento aprobado mediante el Decreto Supremo N° 048-2011-PCM de fecha 25 de mayo de 2011.

Mediante, Decreto Supremo N° 111-2012-PCM del 02 de Noviembre de 2012, se aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, definida como “el conjunto de orientaciones dirigidas a impedir o reducir los riesgos de desastres, evitar la generación de nuevos riesgos y efectuar una adecuada preparación, atención, rehabilitación y reconstrucción ante situaciones de desastres, así como a minimizar sus efectos adversos sobre la población, la economía y el ambiente”.

2.1.2.8. Plan nacional de gestión del riesgo de desastres 2014-2021 (PLANAGERD).

Se formula en base a las políticas de Estado N° 32 de la Gestión del Riesgo de Desastres y No 34 de Ordenamiento y Gestión Territorial. El PLANAGERD está orientado a “lograr una sociedad segura y resiliente ante el riesgo de desastres”. Se plantea el objetivo de “reducir la vulnerabilidad de la población y sus medios de vida, ante el riesgo de desastres”. El PLANAGERD parte por reconocer que el cambio climático supone un mayor riesgo debido a una mayor incidencia de efectos climáticos. Estos se refieren principalmente a una mayor incidencia de peligros tales como inundaciones, sequías, heladas, movimiento de masas, friajes, y granizadas.

2.1.2.9. Zonificación ecológica y económica (ZEE) de la región Cajamarca.

La elaboración del estudio de ZEE fue iniciado a mediados del año 2007 a diciembre del año 2010, es aprobado mediante Ordenanza Regional N° 018-2010-GR.CAJ-CR, en el año 2011 se incorporó nueva información siendo aprobado estos cambios con Ordenanza Regional N° 034-2011-GR. CAJ-CR, cuenta además con la conformidad del Ministerio del Ambiente otorgada mediante oficio N° 173-2012-MINAM/VMDERN-DGOT, con fecha 03 de octubre del 2012.

Dentro de las categorías de uso se considera la zona de aptitud urbana industrial, que incluye las zonas urbanas e industriales actuales, las de posible expansión o el desarrollo de nuevos asentamientos urbanos o industriales. Respecto al submodelo de aptitud urbana e industrial, la ZEE considera que el acelerado crecimiento de la población, asociado a la existencia de peligros potenciales múltiples, trae a la reflexión de contar con nuevas áreas para los nuevos asentamientos.

El análisis realizado al casco urbano de la capital provincial de Celendín, determina como características limitantes para el desarrollo urbano industrial zona inundable al nor este y sur este de la ciudad, también determina como zona recomendada con muy alta aptitud para la expansión urbana industrial al oeste y sur de la ciudad. Además la ZEE, proporciona importante información cartográfica a nivel macro que servirá de insumo para la realización de la presente investigación.

2.1.3. Marco normativo.

- Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades y su modificatoria aprobada por Ley N° 28268.
- Ley N° 30754, Ley Marco sobre Cambio Climático.
- Ley N° 29090, Ley de regulación de habilitaciones urbanas y de edificaciones.

- Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD.
- Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Resolución Jefatural N° 112 – 2014 – CENEPRED/J, que aprueba el "Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales", 2da Versión.
- Decreto Supremo N° 034-2014- PCM, aprueba el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – PLANAGERD 2014-2021.
- Decreto Supremo N° 87-2004-PCM, Reglamento de Zonificación Ecológica y Económica - ZEE
- Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM, aprueba la Política Nacional del Ambiente.
- Resolución Ministerial N° 026-2010-MINAM, aprueba los Lineamientos de Política para el Ordenamiento Territorial.
- Decreto Supremo N° 022-2016-VIVIENDA, aprueba el Reglamento de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano Sostenible – RATDUS.
- Resolución Ministerial N° 325-2009-VIVIENDA, aprueba el Manual para la Elaboración de Planes de Desarrollo Urbano.
- Resolución Directoral N° 011-2015-VIVIENDA/VMVU-DGPRVU, aprueba el Manual para la Elaboración de Planes de Acondicionamiento Territorial.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1. Huella urbana.

2.2.1.1. Consideraciones básicas.

Del Castillo y Castillo (2009), explican que la definición de huella implica la definición de cambio en el orden, de diferenciación, de límite entre un antes y un después,

entre una situación y otra. Esta huella es inamovible. Todas las transformaciones se dan dentro de las parcelas constitutivas de la huella o a través de la aparición de más huella. Asimismo, esta huella es la expresión de las relaciones constitutivas de la ciudad, relaciones que quedarán grabadas en el territorio. Lo más transformable y cambiante de la ciudad es lo construido. La entropía del devenir urbano se expresa en el cambio, reciclaje y nueva construcción de edificación. Es en base a esta condición especulativa y cambiante que se establecen los acuerdos sociales en relación con la acumulación de capital sobre el territorio urbano en forma de ciudad. El acuerdo escrito de esta transformación se recoge en la planificación urbana que busca mantener a los agentes que construyen la ciudad dentro de un marco legal regulatorio de oportunidad social sobre el territorio urbano en una equidad aparente.

Según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2016), respecto al Límite urbano considera que, corresponde a la línea imaginaria que se traza en los planes y delimita las áreas urbanas y de extensión que conforman los centros poblados, diferenciándolos del resto. Dado que en los sistemas de planificación latinoamericanos aún se encuentra fuertemente arraigada la noción de regulación mediante zonificación estática, la verificación de un crecimiento difuso pone de manifiesto las deficiencias de mecanismos de implementación propios de una falta de control y gestión urbana. Esto muchas veces redundando en una expansión inesperada e innecesaria de la huella urbana, aumentando el costo de los servicios o la inacción de los mismos, dificultando la movilidad, invadiendo áreas productivas y naturales, entre otros.

Además, plantea por tanto un análisis de la transición o gradación urbana definiendo grandes grupos territoriales; partiendo del centro, se realiza una caracterización basada en la continuidad y densidad edificatoria, tratando de identificar los límites de la gradación del paisaje urbano al rural. Dicha transición es más o menos compleja: desde

ciudades donde no existe gradación, es decir, una ciudad compacta con un límite urbano rotundo, con separación de lo urbano y rural, a ciudades complejas donde la gradación es sumamente complicada, con la aparición de un crecimiento urbano difuso. En cuanto a los grupos de transición urbana ‘teóricos’ encontramos los siguientes:

A. El primer grupo es el área urbana continua (A) de la ciudad principal. Se define por la continuidad del entramado urbano y edificaciones, lo que podría relacionarse con el concepto urbano de ciudad. En ocasiones, esta área urbana continua se divide en subgrupos considerando criterios de densidad, consolidación e intensidad, distinguiéndose:

- Área urbana consolidada (A.1); presenta un mayor grado de densidad, consolidación e intensidad.
- Área urbana en consolidación (A.2); presenta un grado intermedio de densidad, consolidación e intensidad; normalmente se corresponde con la zona de expansión y crecimiento urbano de la ciudad.

B. En ocasiones se encuentra un área periurbana difusa, por continuidad con el grupo anterior (B). Se trata de la periferia de la ciudad con cierta continuidad, donde el entramado urbano y densidad es menor. Se trata de una zona que no es propiamente suelo urbano, teniendo características “semirurales”.

C. El tercer grupo es el área “urbana” exterior (C), donde se consideran algunos desarrollos exteriores, la mayoría de carácter urbano aunque también los hay menos definidos o difusos, con condiciones suburbanas. Aquí se establecen algunos subgrupos como las cabeceras municipales, urbanizaciones exteriores y desarrollos lineales, por citar algunos ejemplos.

D. El cuarto grupo se corresponde con el área rural (D), áreas no residenciales en las que predominan los usos primarios (agricultura, ganadería, minería, forestales, etc.) y

áreas naturales, pudiendo albergar usos turísticos y recreativos. Pueden existir además viviendas dispersas, sin llegar a conformar un asentamiento o núcleo urbano. Cabe señalar como modelo sostenible el que presenta mayor superficie de suelo urbano y menor de suelo urbano difuso, en especial, el área periurbana desordenada.

Así mismo, aclaran otros conceptos usados referentes a la delimitación urbana, entendiéndose por ‘suburbano’ a un edificio, terreno o campo próximo a la ciudad; a un habitante de un suburbio o relativo a un suburbio. ‘Suburbio’ es un término propio de la geografía urbana, que se utiliza muy a menudo traducido directamente de la lengua inglesa (suburb) para designar las zonas residenciales de la periferia urbana o extrarradio. Propiamente utilizado en lengua española el concepto designa a los barrios bajos, pobres, marginados o degradados de esas zonas periféricas alejadas del centro de la ciudad. Podría corresponderse con el grupo B y algunos desarrollos del grupo C. ‘Rururbano’ es aquel territorio que originalmente solía ser rural pero que en la actualidad se suele utilizar para fines industriales o urbanos de menor intensidad. Los espacios rururbanos tienen un origen reciente, pero son cada vez más frecuentes y muestran que la antigua dicotomía entre el mundo rural y el urbano ya no puede seguir siendo válida para estudiar el poblamiento de un territorio. Podría corresponderse con el grupo B y algunos desarrollos del grupo D –en particular, el mosaico de viviendas dispersas en el área rural.

Angel, Lamson-Hall, Galarza y Blei (2017), mencionan que una ciudad contiene no sólo las áreas construidas sino también los espacios abiertos en y alrededor de estas y que actualmente tanto la ciudad como el campo se compenetran y se fragmentan mutuamente en una gran escala. Consideran que el espacio abierto urbanizado y el espacio abierto rural forman todo el espacio abierto dentro de un área de estudio dada. El área construida urbana y suburbana, junto con el espacio abierto urbanizado dentro y alrededor de estos, conforman el *Clúster Urbano*. Asimismo definen que el clúster urbano más grande en un

área de estudio dada se asocia con la ciudad principal dentro de esta, para asegurar que efectivamente se encuentra dentro de este clúster urbano la ciudad principal es identificada y localizada. En caso de que existan clústeres urbanos adicionales cercanos es necesario determinar si "pertenecen" a este clúster principal o forman asentamientos independientes que no hacen parte de este clúster; de esta forma establecen que el clúster urbano más grande en un área de estudio dada, junto con los clústeres agregados es definido como la *Huella Urbana* de la ciudad. Los clústeres urbanos por fuera de la huella urbana se definen como *Áreas Ex-Urbanas*.

Así mismo, estos autores mencionan que crear mapas de la huella urbana de las ciudades en dos o más periodos nos permite investigar la composición del área agregada en mayor detalle. De esta manera, podemos determinar qué porcentaje de la composición del área edificada entre los dos periodos fue agregado rellenando espacio abierto urbanizado dentro de la huella urbana; qué porcentaje fue agregado expandiendo la huella hacia fuera de una manera contigua; qué porcentaje fue agregado en crecimiento discontinuo en suelo clasificado como espacio abierto rural en zonas nuevas, qué porcentaje fue agregado incorporando suelo ex-urbano y asentamientos rurales que ya estaban construidos en periodos anteriores en la nueva huella urbana. Así pues definen cuatro tipos de áreas edificadas:

Relleno: consiste en todos los pixeles agregados en el nuevo periodo que ocupan espacio abierto urbanizado en la huella urbana del periodo inmediatamente anterior;

Extensión: consiste en todos los pixeles construidos agregados en el nuevo periodo que son contiguos a la huella urbana del periodo anterior.

Crecimiento discontinuo: consiste en todos los pixeles construidos agregados en el nuevo periodo que constituyen nuevos clústeres urbanos contiguos que no son adyacentes a la huella urbana del periodo anterior o a nuevos clústeres, y;

Inclusión: consiste en todos los píxeles construidos sea urbanos, rurales o suburbanos que estaban afuera de la huella urbana del periodo anterior y que ahora están en la huella urbana del nuevo periodo.

Además consideran que los mapas y las métricas asociadas a la huella urbana permiten medir un número importante de atributos espaciales de las ciudades de una manera consistente, haciendo posible su comparación entre ciudades, así como su comparación entre periodos de tiempo, entre estos atributos se distingue la densidad y fragmentación.

El D.S. N° 022-2016-VIVIENDA, establece que La conformación vertical del componente físico - espacial, para efectos de la planificación urbana es la siguiente:

- a) Suelo urbano: Superficie de la tierra en área urbana, que sirve como plataforma para las actividades humanas en la que construyen edificaciones, infraestructura, viviendas, equipamiento urbano, industrias, vías de comunicación. Delimita áreas de recreación, de protección ambiental, de explotación agraria, de seguridad física ante desastres, entre otros.
- b) Subsuelo urbano: Parte sólida inferior del suelo que se prolonga de manera imaginaria, proyectando los planos laterales de la superficie, con las limitaciones legales correspondientes.
- c) Sobresuelo urbano: Porción de área que se proyecta encima del suelo, para el crecimiento vertical de la edificación con la finalidad urbanística de un mejor aprovechamiento del suelo y con las limitaciones legales correspondientes.

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2013), considera que la huella urbana es el área urbana dentro de los límites oficiales de la ciudad, si la huella urbana se expande más allá de los límites de la ciudad porque están saturados (es decir, debido a que no hay más lugar de expansión dentro de los límites oficiales de la ciudad), debe registrarse en qué dirección la ciudad crece fuera de los límites. Una huella urbana en rápido

crecimiento puede tener un impacto negativo en el entorno y deteriorar la infraestructura existente, exacerbando o creando congestión vehicular y afectando el acceso a los servicios básicos y a otros servicios públicos. Además establece valores de referencia respecto a la densidad de la huella urbana, considerando que incrementos menores al 3% anual (crecimiento sostenible o no problemático), entre 3-5% anual (crecimiento con un desempeño potencialmente problemático) y > a 5% (crecimiento no sostenible con un desempeño altamente problemático).

Según el Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-HABITAT, 2016); para 2050, el 70% de la población mundial vivirá en las ciudades. El 60% de los nuevos asentamientos humanos aún no han sido construidos, representando una oportunidad enorme para construir ciudades resilientes. En los países en desarrollo, debido a una falta de capacidad para gestionar el rápido crecimiento urbano, buena parte de la expansión poblacional está ocurriendo fuera o en ausencia de marcos oficiales de planeamiento, y gran parte de la demanda de vivienda está siendo satisfecha a través de asentamientos informales en crecimiento, muchas veces situados en áreas vulnerables a peligros naturales. Si la rápida urbanización no cuenta con una planeación adecuada ejercerá presión sobre los suministros de agua dulce y residual, las condiciones de vida y la salud pública. Frente a esto consideran que existe una demanda urgente para una planeación más integrada, una planeación financiera sólida, prestación de servicios y decisiones políticas estratégicas. Estas intervenciones son necesarias si las ciudades han de ser sostenibles, incluyentes y que garanticen una alta calidad de vida para todos. Donde las estrategias de ciudad compacta y densa son la corriente principal en la práctica urbana.

Por su parte el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2014), menciona que los procesos de urbanización se están produciendo a un ritmo acelerado en América Latina y el Caribe (ALC), prueba de ello es que, en la actualidad, esta es la segunda región más

urbanizada del planeta: pasó de tener una tasa de urbanización del 41% en 1950 a una del 79% en 2010. Si esta tendencia continúa, en 20 años poco menos de la totalidad de la población latinoamericana vivirá en ciudades (90%), lo cual está generando importantes desafíos para el desarrollo urbano sostenible de la región.

Por otro lado; La Comisión Económica para América Latina y el Caribe, ONU HABITAT y Los Ministros y Máximas Autoridades del sector de la Vivienda y el Urbanismo de América Latina y el Caribe (CEPAL, ONU HABITAT Y MINUVI, 2016), refieren que la conformación de ciudades caracterizadas por la segregación residencial socioeconómica, que en muchos casos implica la concentración de niveles de ingresos e indicadores socioeconómicos más bajos en las zonas periféricas de las ciudades, aumenta la probabilidad que los tiempos largos de traslado afecten de forma desigual las personas con menores recursos; por lo que es importante observar los vínculos entre la desigualdad, la forma urbana y los impactos ambientales, que ganan una importancia cada vez mayor en el contexto del cambio climático. La mancha urbana se expande, se internalizan las economías de aglomeración y de localización, pero se produce una serie de externalidades negativas, ello ha determinado la necesidad de una gobernanza urbana compleja, capaz de coordinar los distintos niveles de gobierno de los territorios que integran las grandes ciudades y su relación con la sociedad civil y el sector privado.

2.2.1.2. Densidad y fragmentación.

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2016), sostiene que la conectividad en tiempo real, acceso ilimitado a grandes flujos de información y conocimiento, así como la desaparición de la distancia física y espacial gracias a la tecnología, ha aumentado entre otras cosas el poder que las personas tienen para innovar y transformar las ciudades en las que viven, sin importar su ubicación geográfica o la escala de las mismas. Sin embargo, un elemento que aún se encuentra en la base de la generación de la ciudad como

un intenso ecosistema de interacción tiene que ver con la generación de centralidades de alta calidad y por tanto, del manejo de densidades, que son para esto una condición fundamental. En este sentido, la centralidad es aquella condición que aparece en ciertas configuraciones de la ciudad donde, a un cierto nivel de densidad y heterogeneidad programática, se permiten altos niveles de cercanía, yuxtaposición de usos diversos, intenso intercambio a escala humana, encuentro entre las personas en el contexto de la vida pública y altos niveles de diversidad, donde los elementos y actores que componen el sistema ciudad dejan de estar relativamente separados unos de otros imbricándose dependientemente. El estudio de la densidad y de la morfología de la misma aparece por tanto como un elemento fundamental para avanzar en la sostenibilidad del tejido urbano y para entregar recomendaciones significativas, que permitan establecer las condiciones necesarias para que la centralidad de alta calidad aparezca.

Asimismo, consideran que la variación en la densidad urbana define los modelos básicos de crecimiento dentro de los tejidos urbanos y, por tanto, define también la calidad y naturaleza de la vida al interior de los mismos. Estos pueden categorizarse como intensivos y extensivos, o bien como baja, media y alta densidad. Cada uno de ellos tiene características formales diferentes, e incluso, representan modelos de vida distintos. También manifiestan que en general, en las ciudades emergentes de la región la densidad verificada es baja y está caracterizada por la presencia de gran cantidad de vacíos urbanos, la predominancia de tipologías unifamiliares en grandes parcelas para el segmento social medio y alto y pequeñas en el bajo, y la presencia de edificios abandonados y/o desocupados. En este sentido, la gran oportunidad latente es definir nuevas modalidades de distribución de densidad al interior de las ciudades.

CEPAL, ONU HABITAT Y MINUVI, 2016), describen que si bien hoy en día las ciudades y asentamientos humanos de ALC son considerados centros de oportunidades y

de crecimiento, también son lugares que se caracterizan por importantes desigualdades, las que incluyen la segregación socioeconómica y espacial o ciudades fragmentadas, las brechas de acceso a vivienda y servicios urbanos de calidad, y la alta vulnerabilidad social, ambiental y económica que afectan a grandes segmentos de la población de la región.

Por su parte el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS, 2017), exponen que en el Perú, el crecimiento horizontal, de baja densidad y disperso, producto de las habilitaciones inmobiliarias producidas por desarrolladores privados formales, como también por las zonas urbanas producidas informalmente, ha seguido patrones de segregación espacial. Además, los niveles distritales de gobierno han impuesto condiciones en los estándares de construcción de viviendas (tales como áreas mínimas, número de estacionamientos mínimos, etc.) que restringen las posibilidades de los grupos de menores recursos para acceder a zonas urbanas más centrales. De esta manera, la segregación socio-espacial o fragmentación produce la desigualdad urbana, al limitar el acceso a oportunidades y a los beneficios que implica la ciudad. Así mismo refieren que las ciudades han crecido hacia la periferia, siguiendo un patrón de crecimiento disperso y de baja densidad, sobre todo por la búsqueda de terrenos de bajo precio por parte de la población, donde por lo general encuentran un hábitat precario. Así, en los cinturones urbanos la mayoría de pobladores no gozan de las mismas oportunidades de empleo, educación, salud, recreación, ni de servicios adecuados de transporte, saneamiento y comunicación.

El reciente auge de la construcción en las ciudades grandes ha producido, sobre todo en Lima, un crecimiento vertical, no planificado ni bien regulado, en las áreas centrales. Sin embargo, los grupos más pobres siguen ocupando terrenos cada vez más alejados, peligrosos y empinados, en lo que se llama “invasión hormiga”. Este patrón informal de

crecimiento es también insostenible para el medio ambiente por el enorme consumo de tierra que ello implica y para la sociedad en su conjunto por las evidentes desventajas de la segregación socio-espacial que éste implica. (FERNÁNDEZ, María. 2015, pp. 71-72)

Así mismo menciona que las áreas urbanas siguen creciendo desmesuradamente, y en los países con menores recursos, el crecimiento urbano es mayormente informal. Se ha calculado que en el año 2030 las ciudades ocuparán tres veces más suelo que en el año 2000. Ante esta situación, la disciplina del planeamiento urbano tiene un gran desafío: ¿cómo organizar el crecimiento coordinado de las ciudades para mejorar la calidad de vida y evitar la degradación del medio ambiente? Para dar una respuesta a esta pregunta, la producción de vivienda, especialmente para los pobres, y el planeamiento urbano están íntimamente vinculados.




El Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2016), también establecen que la medición de la densidad en las ciudades se realiza distinguiendo entre densidad bruta y densidad neta o residencial. Cuando hablamos de densidad bruta, consideramos toda la superficie de la huella urbana, es decir zonas residenciales, comerciales, industriales, parques y grandes equipamientos e infraestructuras como aeropuertos, siempre que estén insertos en la huella urbana. Esta se expresa como número de habitantes por área total ocupada por la ciudad o suelo urbano. Por otra parte, cuando hablamos de densidad neta o residencial, consideramos solo la superficie ocupada por usos predominantemente residenciales, incluyendo calles, zonas verdes y otros elementos de la huella urbana. Esta se expresa en número de habitantes por área de uso predominantemente residencial ocupada en la ciudad o suelo urbano.

A. Densidad Bruta. La densidad bruta promedio de las ciudades es de apenas 46 hab/ha considerando el suelo urbano y 35 hab/ha si se le añade el suelo urbano difuso, que comprende el suelo periurbano y algunos desarrollos exteriores. Ciudades modelo de

sostenibilidad urbana como Barcelona (199 hab/ha), París (214 hab/ha), Medellín (221 hab/ha), y Nueva York (450-500 hab/ha) cuadriplican o decuplican la densidad bruta promedio de las ciudades emergentes de América Latina y el Caribe, esto significa que necesitan un espacio de cuatro a diez veces mayor, lo que contrasta con los pocos medios locales para atender a un modelo disperso.

B. Densidad Neta. La densidad promedio neta, definida como el cociente entre la población urbana y la superficie urbana residencial, es de 88 hab/ha, lo que supone que un aumento del 44% respecto de la bruta. Dicho aumento se debe en gran parte a la gran cantidad de terrenos no aptos en la ciudad, y no tanto a la predominancia de áreas verdes cualificadas, espacios públicos y equipamientos.

Tabla 1
Valores de referencia para densidad y fragmentación

Indicador	Unidad de medida	Valoración		
				
Densidad de la población urbana (neta)	Habitante / ha	> 150	100 - 150	< 100
Vacios urbanos en la ciudad	% Superf. vacios / Sup. urbana	< 5%	5 – 10%	> 10%

Fuente: BID (2016).

2.2.1.3. Planificación y gestión territorial.

Las ciudades en Perú han sido resultado de una expansión urbana orgánica y espontánea debido a las invasiones y la provisión de Vivienda Social en las afueras de las ciudades donde hay terreno barato. Este crecimiento fragmentado ha generado una serie de problemas para las familias como la fragmentación social y económica, la falta de accesibilidad, y polución y congestión. Además, ha forzado al Estado a asumir los costos de provisión de infraestructura y servicios. El principal problema estructural del país en este aspecto es el insuficiente nivel de planificación urbana y territorial en las jurisdicciones de los Gobiernos Locales, tanto Provinciales como Distritales. La falta de

planes e instrumentos de gestión del territorio y del suelo genera altos niveles de informalidad urbana. Los indicadores más evidentes de esta situación son, en promedio, que el 70% de la construcción de viviendas es informal y que más del 50% del territorio urbano está constituido por Barrios Urbano-Marginales. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento – MVCS, 2016).

En cuanto a los instrumentos técnicos de acondicionamiento territorial y desarrollo urbano, a junio del 2015 el MVCS reporta, a nivel de jurisdicción política, de las 196 provincias del país, solo 23 (11.7%) cuentan con Planes de Acondicionamiento Territorial vigentes, mientras que las 173 restantes no cuentan con dicho instrumento. De igual manera, del total de 1874 distritos en el país, solo 233 (12.4%) cuentan con Planes de Desarrollo Urbano vigentes.

Los planes no suelen considerar la dinámica territorial y urbana en relación con la dinámica económica. Este problema es consecuencia de varios factores, entre los que destacan la imposición de las mismas exigencias de la normativa urbana a municipios con diferentes capacidades, características geográficas, limitaciones de recursos y de acceso a la información. Así mismo, los planes no suelen implementarse. Los Planes de Desarrollo Urbano se concentran en la regulación del uso del suelo y en el control urbano, lo que da la percepción de una limitada utilidad de los mismos. Este problema se ve agravado por la existencia de una inadecuada estructura orgánica de las municipalidades, en las que las actividades principales del órgano de línea encargado de la planificación urbana se concentran en otras actividades referidas a control urbano, emisión de licencias y permisos municipales para funcionamiento (MVCS, 2017).

Desde los años 1950, la rápida expansión de los suburbios debido al auge del automóvil se empezó a considerar indeseable aún en países de menor densidad y mayor superficie, como los EE.UU, lo que llevó a la adopción de políticas de gestión del

territorio mediante control del crecimiento horizontal. Debido a los nuevos retos medioambientales, la tendencia más reciente del planeamiento urbano es el llamado crecimiento inteligente (smart growth), que en Europa también se conoce como el término de “ciudad compacta”. El smart growth enfatiza elementos “físico-espaciales”, como la promoción de una urbanización más densa y compacta, la promoción de viviendas asequibles, la preservación de espacios libres dentro y alrededor de las ciudades, la protección de zonas medio-ambientales a riesgo, minimizando el uso del automóvil, la promoción de usos mixtos, el uso de bicicletas, la renovación de antiguas áreas industriales, la mejora del transporte público y el diseño de espacios públicos. (FERNÁNDEZ, María. 2015, pp. 72-73)

El Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI, de acuerdo a los resultados del Censo de Población y Vivienda 2017, describe que la población urbana censada se incrementó en 17,3%, entre 2007 y 2017, teniendo una tasa promedio anual de 1,6%. En el distrito de Celendín, La población urbana censada se incrementó en 18,46%, entre 2007 y 2017, con una tasa promedio anual de 1,7%, lo que significa que actualmente contaría con una población urbana de 20,488 habitantes, y según la clasificación de los centros poblados establecido en el Decreto Supremo N° 022-2016-Vivienda, la ciudad de Celendín tendría la categoría de una ciudad intermedia. Así mismo establece que el instrumento técnico - normativo, que orienta el desarrollo urbano de las ciudades mayores, intermedias y menores es el plan de desarrollo urbano.

2.2.2. Riesgo de desastres.

2.2.2.1. Riesgo de desastres y ciudad.

La existencia de condiciones geográficas y climáticas diversas, como su ubicación en el Cinturón de Fuego del Pacífico, y la presencia de la Cordillera de los Andes y el Anticiclón del Pacífico, entre otros, hace que el territorio peruano sea muy complejo para

la implementación de la Gestión del Riesgo de Desastres. En los últimos años, el incremento en la recurrencia y severidad de los desastres asociados a fenómenos de origen natural, es uno de los aspectos de mayor preocupación a nivel internacional y nacional, convirtiendo esta situación en un reto a la capacidad del hombre para adelantarse a los acontecimientos a través de una eficaz Gestión del Riesgo de Desastres. (D.S. N° 034-2014-PCM).

América Latina y el Caribe – ALC es una región muy vulnerable a eventos extremos. El incremento de eventos extremos relacionado con el cambio climático ha significado que las condiciones de riesgo hayan aumentado en las últimas décadas. En las ciudades se dan procesos de inequidad y de segregación espacial, provocando que ciertos sectores sean particularmente vulnerables a desastres naturales y riesgos ambientales. En los sectores pobres, el ritmo acelerado y desordenado de la urbanización se ve agravado por la ocupación de tierras de alto riesgo (laderas de cerros, barrancos, bordes de ríos o canales, tierras inestables, etc.) y por el uso de materiales precarios e inseguros. Estos sectores son los más afectados cuando se producen eventos hidrometeorológicos extremos y generalmente sufren la pérdida de activos de mayor importancia (ej. viviendas), pues además no cuentan con seguros formales. En ALC existe una fuerte correlación entre las zonas más densamente pobladas y las zonas de mayores niveles de riesgo, así como una gran vulnerabilidad de las ciudades al cambio climático, debido a la alta heterogeneidad estructural, elevados índices de desigualdad y pobreza, y falta de recursos para desarrollar una infraestructura adecuada. En América Latina, más del 80% de las pérdidas causadas por desastres ambientales se verifican en centros urbanos y, entre el 40% y el 70% en ciudades de menos de 100.000 habitantes, probablemente relacionado a una débil capacidad de gestión de riesgos y a una baja inversión en ciudades más pequeñas. (CEPAL, ONU HABITAT Y MINUVI, 2016).

2.2.2.2. Riesgo de desastres y planificación urbana.

Muchos países de ALC incrementarán su población urbana en los próximos años, lo que posiblemente significará un aumento de la vulnerabilidad como resultado de procesos deficientes de planificación urbana y del abuso en la utilización de los recursos ambientales. Solamente si se incorporan criterios de prevención del riesgo ante fenómenos naturales en la planificación urbana, que tomen en cuenta los factores causantes de la vulnerabilidad, será posible un verdadero proceso de urbanización equilibrado que coadyuve al desarrollo sostenible y que no acreciente la vulnerabilidad de la población. (BID 2011).

El proceso de implementación de gestión de riesgo de desastres en nuestro país, muestra una limitada capacidad operativa de las entidades del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD) que dificultan su gestión eficiente y oportuna, debido al lento proceso de adecuación de las normas e instrumentos en materia de la Gestión del Riesgo (GRD), insuficientes capacidades de las autoridades, funcionarios y especialistas en la gestión prospectiva y correctiva principalmente, lento proceso de incorporación de la GRD en la planificación del desarrollo, falta de una línea de base en GRD actualizada y estandarizada, débil articulación interinstitucional al interior del SINAGERD, escasa articulación de las empresas, las organizaciones de la sociedad civil y la población en general a nivel local y regional, entre otras. En el mismo sentido, se tienen como factores que incrementan la vulnerabilidad ante el riesgo de desastres; el incumplimiento de las normas que regulan el uso y ocupación del territorio, la débil articulación de los demás sistemas funcionales y administrativos, la pobreza que reduce la resiliencia de la población, movimientos migratorios no planificados y con alta exposición a los peligros de origen natural o los inducidos por la acción humana. (D.S. N° 034-2014-PCM).

Según el D.S. N° 022-2016-VIVENDA, respecto a la gestión de riesgo de desastres en la planificación urbana; establece la incorporación del análisis del riesgo en los Planes Urbanos; en los procesos de formulación del Plan de Desarrollo Urbano -PDU, el Plan de Desarrollo Metropolitano -PDM y/o el Esquema de Ordenamiento Urbano - EU, en forma complementaria a las normas vigentes en materia de Defensa Civil y con arreglo a la Ley N° 29664, Ley que Crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - SINAGERD; se debe incorporar el análisis de estimación de riesgos con el objetivo de reducirlos. Asimismo, determina que el riesgo se constituye en una de las variables de análisis para establecer:

1. Las directrices y parámetros para la clasificación del suelo y la zonificación.
2. Los mecanismos para la reubicación de los asentamientos humanos localizados en zonas de alto riesgo para la salud e integridad de sus habitantes y estrategias para la transformación de estas zonas de alto riesgo, evitando su nueva ocupación.
3. Identificación de sectores críticos para la actuación y/o intervención para determinar las medidas estructurales y no estructurales a ejecutarse a corto, mediano y largo plazo.
4. Normas especiales o pautas técnicas para la reducción de la vulnerabilidad.

Esta misma norma también establece que parte del proceso de análisis de riesgo es:

1. Identificación y evaluación de los peligros: Identificar y localizar las probables ocurrencias de un fenómeno de origen natural o generado por la actividad humana que pueda provocar daños y pérdidas en un determinado contexto social, temporal y físico - espacial.

2. Clasificación de peligros: Efectuada la identificación de los peligros, éstos se clasifican según su origen, frecuencia, intensidad y ocurrencia de peligros múltiples.

Según su origen, los peligros se clasifican en:

- a) Peligros naturales: Son aquellos generados por los fenómenos de formación y transformación continua del planeta, sobre los cuales el ser humano no puede actuar ni en su ocurrencia ni en su magnitud. Se subdividen en geológicos, meteorológicos u oceanográficos.
 - b) Peligros inducidos por la actividad humana: Son aquellos generados por la interacción del hombre con la naturaleza en el desarrollo de sus actividades, tanto por los procesos insostenibles de uso y ocupación del territorio como por los accidentes tecnológicos, industriales o químicos, así como por los problemas de contaminación o degradación ambiental.
3. Mapa de identificación de peligros: Se elabora detallando su localización e identificando las medidas estructurales y no estructurales para prevenir y mitigar el peligro identificado.

2.2.3. Peligro originado por fenómenos de origen natural.

CENEPRED (2014), define que el peligro, es la probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos; y la susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado ámbito geográfico (depende de los factores condicionantes desencadenantes del fenómeno y su respectivo ámbito geográfico). De acuerdo a este esquema, aquellas franjas de terreno que quedan rápidamente bajo las aguas de inundación corresponderían

a áreas de mayor susceptibilidad hídrica, en tanto que aquellas que no resulten invadidas representarían a áreas de menor susceptibilidad hídrica.

2.2.3.1. Factores condicionantes.

CENEPRED (2014), establece que son parámetros propios del ámbito geográfico de estudio, el cual contribuye de manera favorable o no al desarrollo del fenómeno de origen natural (magnitud e intensidad), así como su distribución espacial.

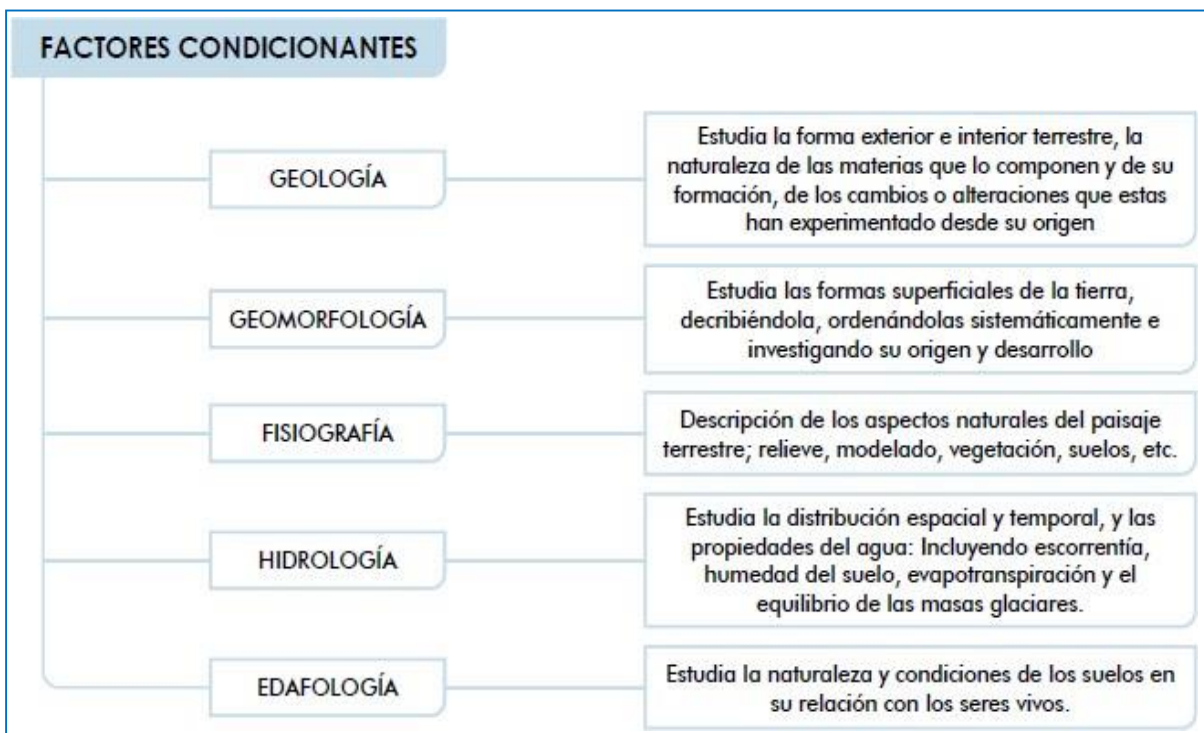


Figura 1: Factores condicionantes del peligro (CENEPRED, 2014).

2.2.3.2. Factores desencadenantes.

CENEPRED (2014), considera que son parámetros que desencadenan eventos y/o sucesos asociados que pueden generar peligros en un ámbito geográfico específico. Por ejemplo: las lluvias generan deslizamiento de material suelto o meteorizado, así como inundaciones.



Figura 2: Factores desencadenantes del peligro (CENEPRED, 2014).

2.2.3.3. Análisis de elementos expuestos en zonas susceptibles.

Según CENEPRED (2014), menciona que mediante este análisis se cuantifica la probable afectación de los elementos expuestos (área geográfica en riesgo) que están dentro del área de influencia del fenómeno de origen natural, calculando las probables pérdidas o daños (vidas humanas, infraestructura, bienes, y el ambiente), que podrían generarse a consecuencia de la manifestación de los fenómenos naturales.

Es importante analizar la posible pérdida en lo correspondiente a la:

- Dimensión Social: población, salud, educación.
- Dimensión Económica: agricultura, industria, comercio y turismo, transporte y comunicaciones, energía, agua y saneamiento.
- Dimensión Ambiental: recursos naturales renovables y no renovables.

La infraestructura urbana no suele estar diseñada para soportar eventos extremos, especialmente en países en desarrollo. Es probable que debido a las temperaturas extremas y los ciclos de precipitaciones menos predecibles se necesite reemplazar o reparar con más frecuencia la infraestructura clave (por ejemplo, para la producción o el transporte de energía) ya que su capacidad operativa puede verse reducida (por ejemplo, apagones o interrupciones del servicio) si en el diseño de la infraestructura no se han tomado en consideración las posibles variaciones climáticas. Si la infraestructura ha sido




construida de manera inadecuada o en ubicaciones expuestas, aumenta el riesgo de los ciudadanos y el costo de reconstrucción en caso de desastres naturales. Este indicador mide el porcentaje de la infraestructura física fundamental de la ciudad que puede verse afectado (BID, 2014).

Según el BID (2014), clasifica como rojo si el porcentaje de la infraestructura pública fundamental vulnerable a los desastres naturales es igual o superior al 20% en uno o más de los siguientes sectores:

- Transporte (por ejemplo, carreteras esenciales).
- Energía (por ejemplo, centrales eléctricas).
- Suministro de agua (por ejemplo, sistemas de agua potable).
- Comunicaciones (por ejemplo, sistemas de transmisión).
- Salud (por ejemplo, hospitales).
- Gobierno (por ejemplo, centros de operaciones de emergencia).
- Educación (por ejemplo, escuelas).

Estableciendo valores de referencia para infraestructura fundamental en situación de riesgo debido a construcción inadecuada o ubicación en zonas de riesgo no mitigable; considerando que cuando existen mapas de amenazas o peligros, se identifica el porcentaje de la infraestructura fundamental en zonas clasificadas como altamente peligrosas, según la siguiente tabla:

Tabla 2
Valores de referencia de infraestructura fundamental en situación de riesgo




Indicador	Valoración		
			
Infraestructura fundamental en situación de riesgo debido a construcción inadecuada o ubicación en zonas de riesgo no mitigable	> 10% en todos los sectores	10%–20% en todos los sectores (o < 10% solo en algunos)	> 20% en cualquier sector

Fuente: BID (2014).

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2014), describe que para evaluar el porcentaje de hogares en riesgo debido a paredes, techos o pisos inseguros, o debido a su ubicación en áreas con riesgo no mitigable, se necesitan los mapas de peligros, donde se identifican las hogares ubicados en áreas clasificadas como altamente peligrosas, y los expertos analizan cualitativamente si estos hogares son vulnerables al peligro en cuestión.

Tabla 3

Valores de referencia para evaluar el porcentaje de hogares en riesgo

Indicador	Valoración		
			
Porcentaje de hogares en riesgo debido a construcción inadecuada o ubicación en áreas con riesgo no mitigable	> 10%	10%–20%	> 20%

Fuente: BID (2014).

2.2.3.4. Nivel de peligrosidad.

Según CENEPRED (2014), determina que para fines de la evaluación de riesgos, las zonas de peligro pueden estratificarse en cuatro niveles: bajo, medio, alto y muy alto. Asimismo se deben caracterizar según el análisis de los factores condicionantes y desencadenantes.

CENEPRED (2014), para el análisis de los factores condicionantes, desencadenantes y factores de evaluación desarrolla la metodología de proceso de análisis jerárquico que fue desarrollado por el matemático Thomas L. Saaty (1980) diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples, mediante la construcción de un modelo jerárquico, que le permite a los actores (tomadores de decisiones) estructurar el problema de forma visual. El punto central del proceso de análisis jerárquico es de asignar ponderación a los parámetros y descriptores relacionados con una decisión y la calificación final de las diferentes alternativas respecto de los criterios seleccionados.

2.2.4. Peligro de inundaciones.

En el D.S. N° 034-2014-PCM, se define las inundaciones como desbordes laterales de las aguas de los ríos, lagos y mares, cubriendo temporalmente los terrenos bajos, adyacentes a sus riberas, llamadas zonas inundables.

Las fuertes lluvias y los extraordinarios fenómenos meteorológicos pueden romper el tejido básico y el funcionamiento de las ciudades con amplias implicaciones para la economía, infraestructura y para sus habitantes. Con frecuencia, las ciudades de los países en desarrollo son especialmente vulnerables, tanto a los extraordinarios fenómenos meteorológicos, como a la exacerbación de la pobreza existente y al estrés ambiental. La vulnerabilidad de las ciudades al cambio climático depende de factores tales como los modelos de urbanización, el desarrollo económico, la exposición física, la planeación urbana y su preparación para enfrentar los desastres. Los grupos de bajo ingreso han sido empujados a lugares que son propensos a los peligros naturales y cuatro de cada diez viviendas no permanentes en el mundo en desarrollo, están localizadas hoy en día en áreas amenazadas por inundaciones, deslizamientos de tierra y otros desastres naturales, especialmente en los barrios pobres y asentamientos irregulares. (ONU HABITAT, 2016).

A nivel mundial, las inundaciones son el desastre natural más destructivo en consecuencias económicas y número de víctimas. Desde el año 2000 al 2006, los desastres relacionados con la acción del agua produjeron más de 290,000 víctimas, afectaron a más de 1,500 millones de personas y costaron más de 422,000 millones de US\$. En general, estas consecuencias son especialmente importantes en áreas urbanas, donde habita la mayor parte de la población y donde pueden darse las consecuencias económicas más importantes (CENEPRED, 2014).

Además, afirma que las inundaciones en el Perú son un problema recurrente cada año, debido a la estacionalidad de las precipitaciones en la región andina, la cual tiene una época seca y una época de lluvia bien diferenciada, esta última de diciembre a marzo; sumándose en algunos años con la presencia de "El Niño" o "La Niña". El desarrollo de las ciudades y su expansión urbana han invadido la faja marginal (por lo general están asentadas las poblaciones de más bajos recursos), obstruyendo los cauces naturales de los ríos y quebradas, reduciendo su cauce y disminuyendo su capacidad de descarga.

El fenómeno del "Niño Costero" que azotó al país entre diciembre de 2016 y marzo de 2017 dejó como resultado 283 137 personas damnificadas, 1'644,879 personas afectadas, 169 personas fallecidas, 505 heridas y 19 personas desaparecidas. El número de viviendas colapsadas a nivel nacional fue de 37 40, 533 viviendas inhabitables; y el número de viviendas afectadas fue de 381 076. Esta situación pone al descubierto una limitada incorporación de la gestión del riesgo de desastres en la planificación (INDECI, 2018, P 285).

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 (CENEPRED, 2014). Las llanuras 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.

En la medida en que las ciudades empiecen a definir sus planes y proyectos de expansión, se podrá avanzar con nuevos enfoques para atender al cambio climático, que permita una mayor capacidad de resiliencia, y conduzca de ese modo a un desarrollo urbano más equilibrado.

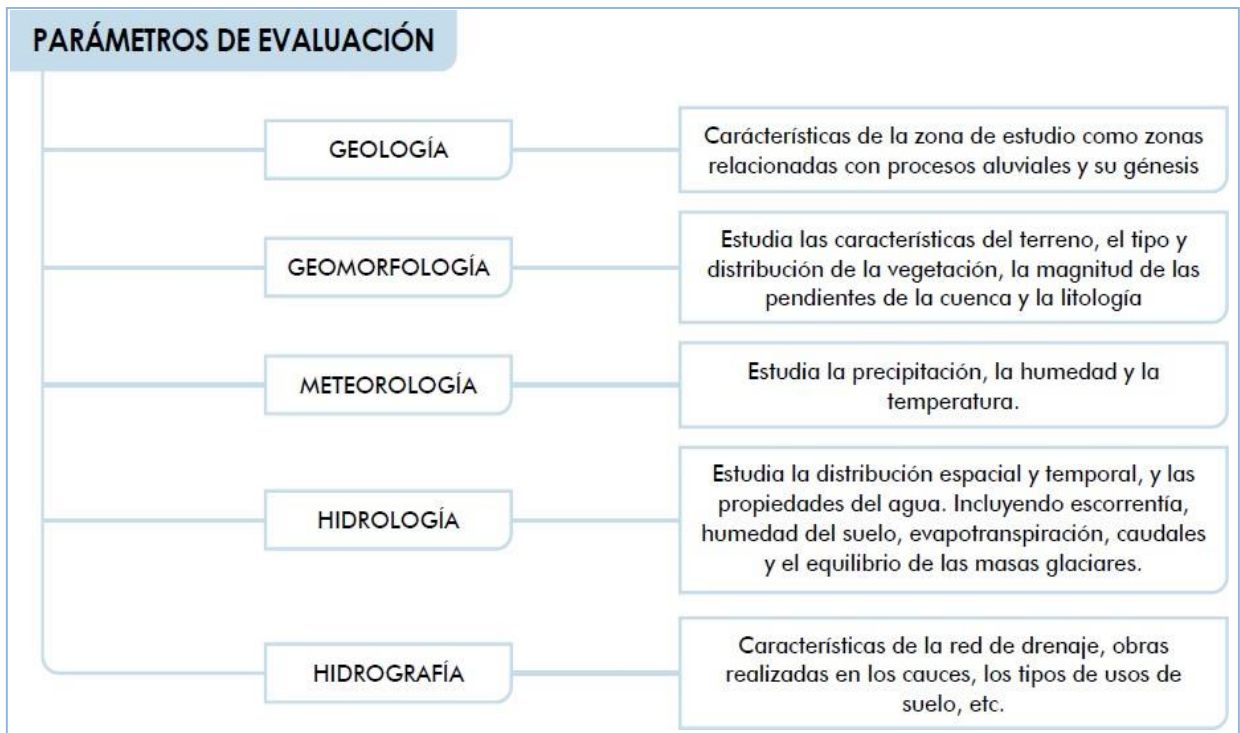


Figura 3: Parámetros de evaluación del peligro de inundación (CENEPRED, 2014).

2.3 Definición de Términos Básicos

Huella urbana.

Consiste en el área edificada de la ciudad, que incluye el área urbana continua y el área periurbana además de las áreas del espacio libre urbanizado. (Angel, Lamson-Hall, Galarza y Blei, 2017).

Área urbana continua.

Consiste en el área edificada consolidada (viviendas, infraestructura urbana), incluye el área correspondiente a calles, espacios públicos y áreas verdes. (BID, 2016).

Área periurbana.

Consiste en el área edificada menos consolidada, contigua al área urbana continua, conformado por áreas de expansión urbana, área correspondiente a calles, espacios públicos y áreas verdes. (Angel, Lamson-Hall, Galarza y Blei, 2017).

Área edificada rural.

Comprende el área edificada que está fuera de la huella urbana de la ciudad. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016)

Espacio abierto urbanizado.

Consiste en todo el espacio libre comprendido en el área urbana continua y área periurbana, incluye cuerpos de agua superficial. (Angel, Lamson-Hall, Galarza y Blei, 2017).

Densidad poblacional.

La Densidad se define típicamente como la razón del número de habitantes por unidad de área. Dado el tamaño de la ciudad, ésta investigación utiliza la hectárea como unidad de medida en donde la hectárea constituye una centésima parte de un kilómetro cuadrado. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2014)

Fragmentación de la huella urbana.

Comprende el índice de saturación y el índice de apertura, ambos índices tienen valores entre 0 y 1. La saturación está en su máximo nivel cuando su huella urbana no contiene espacio abierto y en su nivel mínimo cuando solo contiene espacio abierto. Contrariamente, el índice de apertura está en su nivel máximo cuando su huella urbana solo contiene espacio abierto y en su nivel mínimo cuando no contiene ningún espacio abierto. (Angel, Lamson-Hall, Galarza y Blei, 2017).

Elementos expuestos al peligro de inundación.

Consiste en la identificación del porcentaje de la infraestructura fundamental ubicada o acentuada en zonas clasificadas muy alto peligro de inundación. (CENEPRED, 2014).

Ciudad sostenible.

Es aquella que ofrece una buena calidad de vida a sus ciudadanos, minimiza sus impactos al medio natural, preserva sus activos ambientales y físicos para generaciones

futuras, y a través de ello promueve su competitividad. De la misma manera, cuenta con un gobierno local con capacidad fiscal y administrativa para llevar a cabo sus funciones urbanas con la participación activa de la ciudadanía. (ONU HABITAT, 2016).

Resiliencia urbana.

Capacidad medible de cualquier sistema urbano, con sus habitantes, para mantener la continuidad después de todo tipo de crisis y tensiones, mientras se adapta y se transforma positivamente hacia la sostenibilidad. Una Ciudad Resiliente evalúa, planifica y actúa para prepararse y responder a peligros naturales y creados por el hombre, repentinos y de inicio lento, esperados e inesperados, a fin de proteger y mejorar la vida de las personas, asegurar los beneficios del desarrollo, fomentar un entorno de inversión, e impulsar un cambio positivo. (CEPAL & ONU HABITAT & MINURVI, 2017)

Planificación y gestión urbana-territorial.

Proceso de adopción de decisiones encaminadas a hacer realidad unos objetivos económicos, sociales, culturales y ambientales mediante el desarrollo de visiones, estrategias y planes de carácter espacial y la aplicación de un conjunto de principios normativos, instrumentos, mecanismos institucionales y de participación y procedimientos reglamentarios. (ONU HABITAT, 2016).

Desarrollo urbano - territorial sostenible.

Proceso técnico, político y social de ocupación del territorio y crecimiento de los centros poblados y su entorno rural que propicia su ordenamiento, articulación gobernabilidad y seguridad jurídica; sustentable en el tiempo, generando centros poblados y ciudades con atributos de compacidad, resiliencia, inclusión, seguridad y competitividad urbana, sin degradar el medio ambiente y mejorando la calidad de vida. (ONU HABITAT, 2016).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación Geográfica

La Provincia de Celendín, está ubicada al noreste de la ciudad de Cajamarca y en la parte sureste del departamento del mismo nombre, entre las coordenadas geográficas 6°52'08"S y 78°08'34"O. El distrito de Celendín es uno de los doce distritos que conforman la Provincia de Celendín, tiene una altitud de 2625 msnm.

El distrito de Celendín, tiene los siguientes límites: por el Norte con los distritos de Chumuch, La Libertad de Pallán y Miguel Iglesias; por el Sur con los distritos de José Gálvez y Utco; por el Este con el distrito de Utco y departamento de Amazonas (distritos de Balsas y Cocabamba); por el Oeste con el distrito de Huasmín, ver mapa de ubicación de la zona de estudio en Anexo A.

3.2 Características del Lugar

3.2.1. Población.

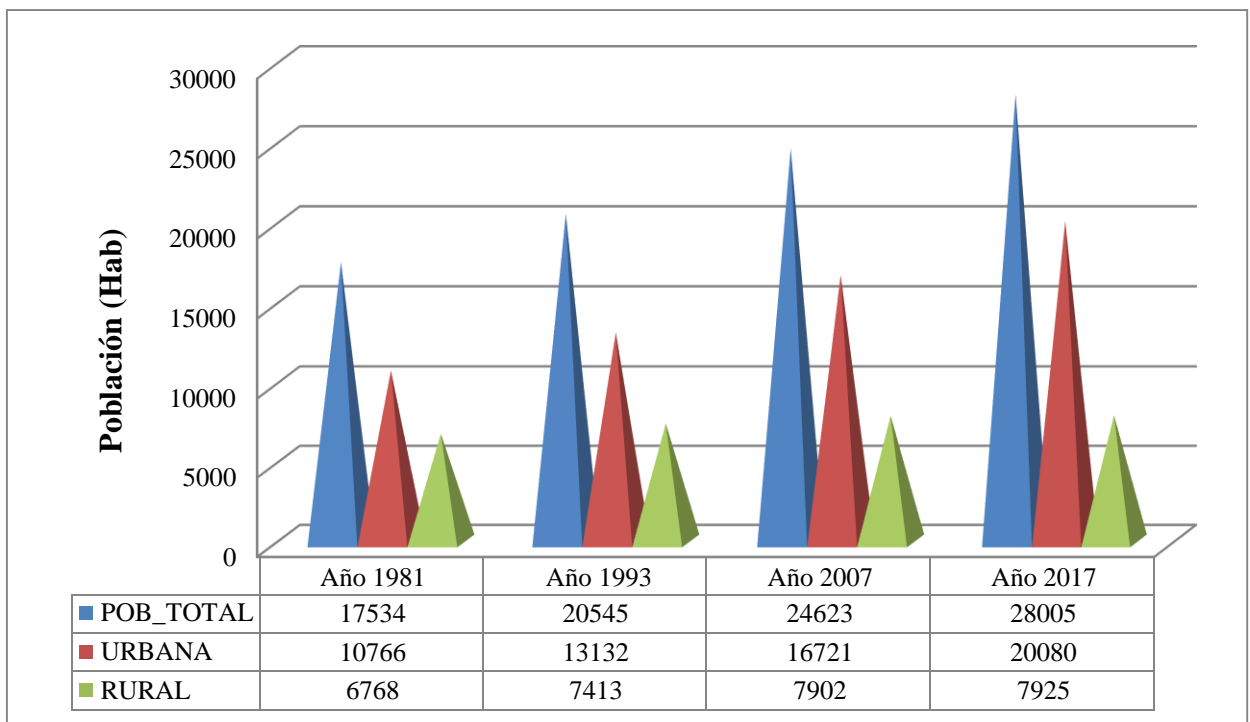


Figura 4. Población urbana y rural del Distrito Celendín (INEI: Censos de Población y Vivienda).

Según la figura 4, la población urbana del distrito de Celendín, ha tenido un incremento sostenido, con tasas de crecimiento poblacional anual entre 1.66% y 1.85 % desde el año 1981, mientras que la población rural se ha mantenido con incremento mínimo (0.4%).

3.2.2. Vivienda.

Tabla 4

Material de construcción predominante en paredes de viviendas, distrito Celendín 2017

Material de construcción predominante en las paredes	Cantidad (und)		
	Urbano	Rural	Total
Ladrillo o bloque de cemento	1 446	141	1 587
Piedra o sillar con cal o cemento	21	1	22
Adobe	1 240	332	1 572
Tapia	2 234	1 640	3 874
Quincha (caña con barro)	21	7	28
Piedra con barro	58	5	63
Madera (pona, tornillo etc.)	6	2	8
Triplay / calamina / estera	19	7	26
Total	5 045	2 135	7 180

Fuente: INEI: censos de población y vivienda 2017.

La tabla 4, muestra que en el distrito de Celendín, existía 5045 viviendas con paredes en el área urbana; el porcentaje más significativo es del 44.3%, con 2234 viviendas tenían como material predominante en las paredes tapial; seguido por material de ladrillo o bloque de cemento con 1446 viviendas (28.7%) y con material de adobe 1240 viviendas que representaba el 24.6%.

Tabla 5

Material de construcción predominante en techos de viviendas, distrito Celendín 2017

Material de construcción predominante en los techos	Cantidad (und)		
	Urbano	Rural	Total
Concreto armado	884	71	955
Madera	110	4	114
Tejas	2 011	1 271	3 282
Planchas de calamina, fibra de cemento o similares	1 990	778	2 768
Caña o estera con torta de barro o cemento	32	3	35
Triplay / estera / carrizo	17	2	19
Paja, hoja de palmera y similares	1	6	7
Total	5 045	2 135	7 180

Fuente: INEI: censos de población y vivienda 2017.

Según la tabla 5, en el distrito de Celendín, existía 5045 viviendas con techo en el área urbana; el porcentaje más significativo es del 41.6%, con 2100 viviendas tenían como material predominante en los techos tejas; seguido por material de planchas de calamina, fibra de cemento o similares con 1990 viviendas (39.4%) y por concreto armado con 884 viviendas que representaba el 17.5%.

3.2.3. Clima.

El clima aquí es suave, y generalmente cálido y templado. La temperatura media es de 14.0 °C. La precipitación media aproximada es de 818 mm al año.

Según Información del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI, los datos registrados en la Estación Meteorológica Celendín, ubicada entre las coordenadas Latitud 6° 51' 10.52" y Longitud 78° 8' 41.46", a una altitud de 2602 m, muestran que en los últimos cinco años las precipitaciones más extremas se han presentado en el año 2017, coincidiendo con la presencia del “El Niño Costero 2017”; registrándose valores anómalos de precipitación acumulada diaria como lo ocurrido el 08 de enero con 61.9 mm. (Ver anexo X)

Para la determinación del nivel de peligrosidad de inundación en la ciudad de Celendín, se ha caracterizado las lluvias extremas según los umbrales de precipitación representados en percentiles, según se muestra en el anexo B. Ésta información ha sido georeferenciada para la categoría de precipitación extremadamente lluvioso (ver Anexo C).

3.2.4. Geología.

Según el estudio de Zonificación Ecológica Económica de la Región Cajamarca (2014), en el área de estudio encontramos las siguientes unidades geológicas:

Qr-al, Depósito aluvial reciente: Depósitos que se acumulan en áreas favorables en los flancos de los valles y quebradas tributarias, están conformados por conglomerados

polimícticos poco consolidados, con clastos de tamaño heterogéneo englobados en una matriz limo arcillosa.

Ks-p, Formación Pulluicana: La litología predominante es una caliza arcillosa, grisácea, que intemperiza a crema o marrón claro y que se presenta incapaz medianas, nodulares e irregularmente estratificadas. Intercaladas con las calizas, hay capas de margas marrones y lutitas grisáceas o verdosas, así como algunas capas de limonitas y areniscas.

Ki-g, Grupo Goyllarisquizga: constituido por estratos macizos de 20 a 80 cm. De grosor de areniscas cuarzosas bien clasificadas de grano medio a grueso, algunas capas son conglomerados con guijarros pequeños de cuarzo. Presentan una coloración gris clara a blanca ligeramente amarillenta que por meteorización toman colores amarillentos, rojizos debidos al material ferruginoso que contiene.

El Anexo D, presenta el mapa de geología de la zona de estudio.

3.2.5. Geomorfología.

Según estudio de Zonificación Ecológica Económica de la Región Cajamarca (2017), en la zona de estudio de estudio de investigación encontramos las siguientes unidades geomorfológicas:

Vertiente allanada (Vsa-b): Son sectores de topografía llana a ligeramente ondulada a disectada (pendiente de 8 a 15%), que se encuentran dispersos en la parte media de la microcuenca. Los terrenos se conforman de materiales coluvio - aluviales de grava, arena, limo y arcilla dispuestos de manera heterométrica.

Vertiente allanada a disectada (Vso-c): Son superficies relativamente accidentadas donde las pendientes predominantes están comprendidas entre 25 y 50%, con numerosos sectores llanos y escarpes subverticales. El potencial de estas zonas presenta ciertas

limitaciones, principalmente debido a las bajas temperaturas, fuertes pendientes, suelos superficiales y fenómenos de erosión.

Vertiente montañosa escarpada (Vs2-e): Son superficies de relieve accidentado que corresponden a las estribaciones de la cordillera occidental andina y a las formaciones rocosas de la antigua cordillera costanera. La pendiente predominante es de 50 a 70%. Las vertientes son de constitución rocosas con cubiertas coluviales muy superficiales a excepción de ciertos bordes litorales donde la cobertura de meteorización se incrementa con acumulaciones eólicas.

Ver el mapa de geomorfología de la zona de estudio en el Anexo E.

3.2.6. Suelos.

Según el estudio de Zonificación Ecológica Económica de la Región Cajamarca (2014), en el área de estudio encontramos las siguientes clases de suelos:

Leptosol - Regosol (L-R): Estos suelos son poco desarrollados, algunos de desarrollo insitu a partir de rocas areniscas, cuarcitas, lutitas y rocas volcánicas, otros son desarrollados a partir de depósitos de materiales detríticos gruesos derivados de estas mismas rocas. Estos suelos son muy superficiales a superficiales, presenta un perfil AC, AR; se localiza en laderas de colina, montañas y piedemonte; de texturas ligeras a medias, drenaje excesivo, con poca a buena capacidad de retención de humedad, de reacción fuertemente a moderadamente ácida, pendientes de moderadamente empinada a empinadas, pedregosos a muy pedregosos con abundantes afloramientos rocosos y erosión moderada a severa. La fertilidad natural de estos suelos es baja.

Phaeozem (H): Esta unidad esta constituida por suelos desarrollados a partir de depósitos de material detrítico fino de diferente naturaleza, areniscas, cuarcitas, lutitas y en algunos casos de calizas, de origen aluvio coluvial; con un perfil de tipo ABC o A(B)C;

moderadamente profundos a muy profundos. Estos suelos se encuentran ocupando un paisaje fisiográfico ondulado suave; ocupado principalmente por cultivos agrícolas.

Phaeozem Leptosol (H-L): Son suelos que provienen de la descomposición de rocas calizas, areniscas y cuarcitas, presentan un perfil A(B)C, o AC o AR; se localizan en laderas de colina, montañas y piedemonte; son superficiales a profundos, con permeabilidad moderada a moderadamente lenta, textura media a pesada, drenaje bueno a excesivo, reacción ligeramente ácido a moderadamente alcalino, pendiente ligeramente inclinada a inclinada. La fertilidad natural es baja a media, con contenido bajo a medio de materia orgánica. Ver mapa de suelos de la zona de estudio en el Anexo F.

3.2.7. Hidrografía.

En el área de estudio encontramos ríos y quebradas que atraviesan la ciudad y que se van uniendo hasta formar un solo cauce, para luego desembocar en el Río Las Yangas a la altura del Caserío de Lluangat, siendo este río afluente directo del río Marañón. Ver mapa hidrográfico de la zona de estudio en el Anexo G.

Para el caso del estudio de investigación, se ha considerado el parámetro de cercanía a fuentes de agua, sabiendo que los elementos expuestos presentan mayor peligro de inundación en función a su ubicación con respecto a las fuentes de agua, en el presente estudio las fuentes de agua que influyen en el nivel de peligro de inundación están conformadas por el Río Grande y Río Chico, ubicadas en la parte baja de la ciudad.

3.2.8. Pendientes.

Para determinar la pendiente del terreno, se procedió a generar las mismas, en base a información del mapa de pendientes del estudio de Zonificación Ecológica y Económica de la región Cajamarca y planos de la ciudad de Celendín. Se procesaron las curvas de nivel y clasificaron, de acuerdo al ámbito de estudio de investigación (ver mapa de pendiente de la zona de estudio en el Anexo I). Identificándose terrenos con rangos de

pendiente nula o casi a nivel hasta terrenos con pendiente empinada a muy empinada, según se detalla la clasificación de rangos de pendiente en el Anexo H.

3.3 Metodología

3.3.1. Estudio de la huella urbana.

Centra su análisis en el componente físico o expansión urbana de la ciudad de Celendín, sus atributos claves y el cambio de los mismos en el tiempo; a fin de informar a los usuarios, ya sean tomadores de decisiones, funcionarios públicos, académicos, organizaciones de base o ciudadanos interesados, sobre la cantidad del suelo convertido a uso urbano y su relación con el crecimiento poblacional, área edificada, espacio abierto urbanizado, así como algunos atributos como densidad y fragmentación que resultan de la huella urbana de la ciudad.

3.3.1.1. Interpretación de imágenes satelitales.

Como datos de entrada, se ha recopilado e interpretado imágenes satelitales Landsat 5 TM para el año 1990, Landsat 7 ETM para el año 2000, imágenes RapidEye para los años 2010 y 2018 ; que están disponibles en <https://earthexplorer.usgs.gov/>; una vez obtenido las imágenes, el siguiente paso fue la de recortar o seleccionar los espacios que fueron objeto de análisis de estudio; seguidamente se ha realizado la conversión al formato vectorial en superficies correspondiente al área edificada, espacios abiertos y cuerpos de agua. Las fechas exactas del análisis han variado a lo largo de cada período de tiempo, dependiendo de la disponibilidad de las imágenes satelitales Landsat libres de nubosidad sobre el área completa de estudio. Los años 1990, 2000, 2010 y 2018 corresponden a las medias de las fechas del análisis a lo largo de los cuatro períodos de tiempo.

Las imágenes satelitales han sido procesadas haciendo uso del software QGIS 2.4, se llevó a cabo la clasificación supervisada partiendo de muestras espectrales de cada una de las coberturas o categorías que se consideraron creando capas con la información

pertinente para cada periodo de tiempo y realizando la superposición de estas capas para el análisis correspondiente.

3.3.1.2. *Obtención de datos de población.*

Los datos de población fueron proyectados para cada periodo de análisis, tomando en consideración los datos censales del Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI más próximos a cada periodo, considerando la población según área urbana y rural del distrito de Celendín y las tasas de crecimiento respectivamente. Esta fuente nos permitió el análisis evolutivo y comparativo que nos acerca al conocimiento de la dinámica poblacional y del ritmo de crecimiento.

3.3.1.3. *Procesamiento y análisis de información.*

Como información de salida, el análisis arrojó una serie de resultados utilizando la clasificación Landsat como valores de entrada. Los resultados incluyeron un archivo de análisis panorámico para cada período de tiempo; los archivos de huella urbana delimitan la combinación del área construida y el espacio abierto o libre asociado a la ciudad de Celendín en cada período de tiempo determinado o analizado. Mediciones relacionadas al área y la población de la ciudad para cada uno de los cuatro períodos de tiempo observados. Las mediciones demográficas combinan datos de entrada de la población y del área estudiada con datos de salida de áreas construidas y de huella urbana.

Para efectos del análisis, las zonas de los años 1990 al 2000, del 2000 al 2010 y del 2010 al 2018 están combinadas para formar un área que se conoce simplemente como “zona de expansión”, desarrollada alrededor del año 1990 y alrededor del año 2018. El área desarrollada antes de 1990 aproximadamente también es estudiada y se conoce como el área “pre-1990”. La suma de ambas áreas se conoce como “huella urbana”. En resumen la metodología para determinación de la dinámica de crecimiento urbano en la ciudad de Celendín se muestra en la figura 5.



Figura 5: Metodología para determinar y evaluar la dinámica de crecimiento de la huella urbana.

3.3.2. Elementos expuestos susceptibles al fenómeno de inundación.

Para el análisis y evaluación de esta variable se aplicó la metodología desarrollada en el “Manual para la evaluación de riesgos originados por Fenómenos Naturales”, 2da Versión, el cual permite: analizar parámetros de evaluación y susceptibilidad (factores condicionantes y desencadenantes) de los fenómenos o peligros; y zonificar los niveles de peligro.

Para determinar el nivel de peligrosidad por inundación en la ciudad de Celendín, se utilizó la siguiente metodología descrita en la figura 6.



Figura 6: Metodología para determinar el nivel de peligrosidad de inundación (CENEPRED, 2014).

3.3.2.1. Recopilación de información.

Se ha realizado la recopilación de información disponible: Estudios publicados por entidades técnico científicas competentes (INEI, SENAMHI Y GOBIERNO REGIONAL), información histórica, cartografía, topografía, climatología, geología y geomorfología del área de estudio correspondiente al distrito de Celendín. Luego se ha realizado la homogenización de la información, la selección de parámetros para el análisis del peligro de inundación y la construcción de la base de geoprocesamiento.

Para identificar y caracterizar el peligro, no sólo se ha considerado la información generada por las entidades técnicas, sino también, un reconocimiento in situ del ámbito en estudio.

3.3.2.2. Evaluación de la susceptibilidad de la ciudad.

Para evaluar la susceptibilidad de la ciudad de Celendín frente al fenómeno de inundación, se ha considerado como factor desencadenante la precipitación y como factores condicionantes la pendiente, cercanía a fuentes de agua (ríos), geomorfología y la geología. La metodología utilizada para la evaluación del peligro, es el procedimiento de Análisis Jerárquico mencionado en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, 2da versión; el cual cita el método desarrollado por el matemático Thomas L. Saaty (1980), mediante el empleo del proceso de análisis jerárquico (PAJ); para la estimación del valor de la importancia relativa de cada uno de los indicadores se emplea una metodología de comparación de pares.

La escala de Saaty se muestra en el Anexo J.

3.3.2.3. Evaluación de los niveles de peligro.

Se ha realizado la evaluación de los niveles de peligro y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico.

Proceso de Análisis Jerárquico.

Cálculo de los pesos ponderados.

Primero: se construye la matriz de comparaciones de pares, el que mostraría la comparación entre criterios que permitan caracterizar el fenómeno de inundación, en función del número de parámetros identificados tendremos el número de filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada); que nos permite determinar la importancia de un criterio respecto a otro, lo que nos servirá posteriormente para la ponderación de criterios.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Sumamos verticalmente los elementos de cada columna. Así se obtienen los valores:

$$v_1, v_2, \dots, v_n = \sum_{i=1}^n a_i$$

Segundo: construimos la matriz de comparaciones normalizada. El cual se obtiene de dividir cada elemento de matriz entre la suma obtenida, para conseguir:

$$A_{NORMALIZADA} = \begin{pmatrix} 1/v_1 & a_{12}/v_2 & \dots & a_{1n}/v_n \\ a_{21}/v_1 & 1/v_2 & \dots & a_{2n}/v_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1}/v_1 & a_{n2}/v_2 & \dots & 1/v_n \end{pmatrix}$$

Tercero: el siguiente paso consiste en obtener el vector prioridad el cual nos mostrará los pesos ponderados de cada criterio a partir de la matriz normalizada:

Para ello se calcula el vector columna:

$$P = \begin{pmatrix} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{1j} & & & \\ \mathbf{I} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{2j} & & & \\ \mathbf{I} & \dots & & \mathbf{I} \\ \mathbf{I} & & \dots & \mathbf{I} \\ \mathbf{I} & & & \dots \\ \mathbf{h} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{nj} \end{pmatrix}$$

Y se obtiene el vector de prioridades de los criterios:

$$P = \begin{pmatrix} P_{c11} \\ \mathbf{I} P_{c12} \\ \mathbf{I} \dots \mathbf{I} \\ \mathbf{h} \dots P_{c1n} \end{pmatrix}$$

Se debe indicar que la suma de los elementos del vector prioridad debe ser igual a 1.

$$\sum_{i=1}^n P_{c1i} = P_{c11} + P_{c12} + \dots + P_{c1n} = 1$$

Cálculo de la Relación de Consistencia (RC):

Primero: multiplicar cada valor de la primera columna de la matriz de comparación pareada por la prioridad relativa del primer elemento que se considera y así sucesivamente. Se deben sumar los valores sobre las filas para obtener un vector de valores, denominado Vector Suma Ponderada (VSP).

$$\begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \mathbf{I} a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \mathbf{I} \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mathbf{I} \dots & \dots & \dots & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} P_{c11} \\ \mathbf{I} P_{c12} \\ \mathbf{I} \dots \\ \mathbf{I} \dots P_{c1n} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} VSP_{11} \\ \mathbf{I} VSP_{12} \\ \mathbf{I} \dots \\ \mathbf{I} \dots VSP_{1n} \end{pmatrix}$$

Segundo: se divide los elementos del vector de suma ponderada entre el correspondiente valor de prioridad para cada uno de los criterios:

$$\begin{aligned}
VSP_{11} / P_{c11} &= \lambda_1 \\
VSP_{12} / P_{c12} &= \lambda_2 \\
&\dots \\
&\dots \\
&\dots \\
VSP_{1n} / P_{c1n} &= \lambda_n
\end{aligned}$$

Tercero: Posteriormente se determina la lambda máxima λ_{max}

$$\lambda_{max} = (\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n) / n$$

Cuarto: Cálculo del Índice de Consistencia (IC):

$$IC = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$$

Esto nos permite hallar la relación de consistencia de la matriz para verificar si las decisiones fueron adecuadas.

Quinto: Determinación de la Relación de Consistencia (RC);

$$RC = IC / IA$$

Donde IA es el Índice Aleatorio de una Matriz de Comparaciones Pareadas, generada, como su nombre sugiere, de forma aleatoria. Los valores del Índice Aleatorio para los diferentes “n”, obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno-Jiménez, 2001), son:

Tabla 6
Índice aleatorio

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
I	0.5	0.8	1.1	1.2	1.3	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
A	25	82	15	52	41	04	52	84	13	35	55	70	83	95

Fuente: Aguarón y Moreno-Jiménez, (2001).

NOTA: Para matrices de 3 parámetros la Relación de Consistencia debe ser menor a 0.04, para matrices de cuatro parámetros la Relación de Consistencia debe ser menor a 0.08 y para matrices mayores a cuatro deben ser menores a 0.10.

Así mismo, se ha elaborado la matriz de peligro obtenido, detallando la descripción que caracteriza a cada nivel de peligro y rango.

3.3.2.4. Identificación de los elementos expuestos.

Finalmente, los elementos expuestos de la ciudad de Celendín comprenden la identificación de los elementos expuestos susceptibles (población, viviendas, infraestructura educativa, salud, transportes, servicios públicos básicos, áreas de cultivo y pastoreo) que se encuentren en la zona potencial del impacto al peligro por inundación (muy alto), y que podrían sufrir los efectos ante su manifestación u ocurrencia.

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recopilación de Información

- Análisis de imágenes satelitales, mapas, planos de la ciudad, mediante la georeferenciación haciendo uso del software QGIS 2.4, mediciones directas e identificación visual de atributos.
- Observación directa en campo para el levantamiento de información relevante, que permita evaluar la calidad de los estudios disponibles, identificar vacíos de información y facilitar posteriores estudios. Se hace uso de fichas o libreta de campo.
- Entrevistas a personas cuya vida y visión sobre la dinámica de la ciudad nos permitirá conocer su historia y momentos más importantes de transformación. El instrumento es la guía de entrevista.
- Análisis documentario de investigaciones previas, libros, informes y registros. Se usaron tarjetas, fichas para extraer datos importantes o resúmenes de información.

3.5 Técnicas para el Procesamiento y Análisis de la Información

Para el tema de huella urbana, las imágenes satelitales han sido georeferenciadas en un plano de la ciudad de Celendín haciendo uso del software QGIS 2.4, luego se ha realizado un levantamiento catastral donde se identificaron los atributos necesarios para el tema de investigación como manzanas, calles, cuerpos de agua, áreas verdes y espacios públicos, espacios libres, área edificada; generando información codificada según cada atributo. Cada carpeta de ciudad contiene tres subcarpetas denominadas T1, T2, T3 y T4,

correspondientes a cuatro períodos de análisis: alrededor de 1990, alrededor de 2000, alrededor de 2010 y alrededor de 2018. Cada una de las carpetas T1, T2, T3 y T4 contiene la misma estructura de archivos. Cada carpeta contiene dos archivos: (1) un archivo ráster para la clasificación de la cobertura de suelo sobre el área de estudio, y (2) un archivo shape que contiene información para el análisis de áreas y zonas. Los resultados de densidad y fragmentación se han obtenido a partir de cálculos propios del investigador, tomando como insumo las proyecciones los datos de población y vivienda del INEI y los datos generados a partir de las imágenes de satélite.

Para determinar los elementos expuestos susceptibles al fenómeno de inundación; luego de realizado la recopilación de información disponible según lo descrito en el punto 3.2.2, se ha realizado la homogenización de la información que consiste en:

- Determinar el sistema de coordenadas geográficas y el datum WGS84.
- Determinar la escala del trabajo para la caracterización del peligro.
- Digitalizar los mapas de formato vectorial.
- Evaluar la base de datos en referencia al fenómeno evaluado y realizar su posterior vinculación con la información cartográfica con las manzanas catastradas.

Se realizó la selección de parámetros para el análisis del peligro de inundación y finalmente se realizó la construcción de la base de datos para el inicio del geoprocésamiento, teniendo en consideración la descripción, los rangos establecidos para definir los niveles de peligro.

Una vez establecido el geoprocésamiento del peligro por inundación en la ciudad de Celendín se realizó el análisis de los elementos expuestos en el área definida como nivel de peligro muy alto, que para la presente investigación se ha considerado: infraestructura de transporte vehicular y peatonal, infraestructura de suministro de red de agua y alcantarillado, infraestructura de salud, infraestructura educativa, áreas de cultivo y

pastoreo y viviendas que se encuentren en la zona potencial del impacto al peligro por inundación, y que podrían sufrir los efectos ante la ocurrencia o manifestación del peligro.

Las fuentes principales de información son, además de la Municipalidad Provincial de Celendín, el último censo de población disponible, las empresas de servicios públicos, informes de otros organismos nacionales o internacionales e investigaciones académicas que se hayan realizado en el país.

3.6 Equipos, Materiales e Insumos

3.6.1. Software.

- Software QGIS 2.4

3.6.2. Equipos.

- Cámara fotográfica digital.
- Laptop.
- Plotter.
- Fotocopiadora
- Impresora láser.
- Impresora a color.
- GPS.

3.6.3. Instrumentos de investigación.

- Libreta de campo.
- Tarjetas
- Fichas

3.6.4. Materiales e insumos.

- Imágenes satelitales Landsat 5 TM
- Imágenes satelitales Landsat 7 ETM
- Imágenes satelitales RapidEye

- Mapas temáticos
- Carta Nacional
- Planos.
- Papel Bond A4 80 g.
- USB (8GB)
- Lapiceros.
- Plumones.
- Informes técnicos.
- Normas legales, reglamentos, instrumentos políticos.
- Libros.
- Insumos de limpieza.

3.7 Matriz de Consistencia Metodológica

Tabla 7

Matriz de consistencia metodológica

Título: Dinámica del sistema urbano de la ciudad de Celendín como base para la planificación territorial													
Formulación del problema	Objetivos	Objetivos Específicos	Hipótesis	Variables/ categorías	Dimensiones / factores	Indicadores/ cualidades	Técnica o instrumento de recolección de datos	Metodología					
¿Cuál es la dinámica de crecimiento de la huella urbana en la ciudad de Celendín desde el año 1990 al año 2018, en términos de relleno, extensión, inclusión, y crecimiento discontinuo; además de sus atributos como densidad y fragmentación?	Determinar y evaluar la dinámica del sistema urbano de la ciudad de Celendín como base para la	1. Determinar y evaluar la dinámica de crecimiento de la huella urbana en la ciudad de Celendín desde el año 1990 al año 2018, en términos de relleno, extensión, inclusión, y crecimiento discontinuo; además de sus atributos como densidad y fragmentación.	La dinámica de crecimiento de la huella urbana en la ciudad de Celendín, ha reducido la densidad urbana e incrementado la fragmentación de la huella urbana y los elementos	Densidad urbana	Densidad de la huella urbana	Tasa de crecimiento anual de la huella urbana	Procesamiento y análisis de imágenes satelitales, uso del software QGIS 2.4	Se determina aplicando la fórmula (Área de la huella urbana al final del período / Área de la huella urbana al comienzo del período) ^ (1/cantidad de años en el periodo) – 1					
					Densidad poblacional	Densidad de la población urbana		La cantidad de personas que viven en el área urbana se divide por el área urbana.					
				Fragmentación de la huella urbana	Saturación	Índice de saturación		Análisis documental de mapas e información demográfica.	La razón del área edificada y la huella urbana de la ciudad				
					Índice de apertura	Índice de apertura			La razón del área del espacio abierto urbanizable y la huella urbana de la ciudad				
				Expansión de la huella urbana	Relleno	Hectáreas de áreas de relleno		Observación directa, uso de fichas, libretas de campo	Área construida en el nuevo periodo que ocupa el espacio abierto urbanizado en la huella urbana del periodo inmediatamente anterior				
					Extensión	Hectáreas de áreas de extensión			Área construida o agregada en el nuevo periodo que es contigua a la huella urbana del periodo anterior.				
					Crecimiento discontinuo	Hectáreas de áreas de crecimiento discontinuo			Área construida agregada en el nuevo periodo que no es adyacente a la huella urbana del periodo anterior.				
					Inclusión	Hectáreas de áreas de inclusión			Área construida que estaban afuera de la huella urbana del periodo anterior y que ahora están en la huella urbana del nuevo periodo.				
						2. Determinar las zonas inundables y evaluar el nivel de peligro de inundación			Peligro de inundación	Precipitación Pendiente Cercanía a ríos Geomorfología	Peligro muy alto Peligro Alto Peligro medio Peligro bajo	Procesamiento y análisis de imágenes satelitales.	Proceso de análisis Jerárquico del factor desencadenante (precipitación), factores condicionantes (pendiente, cercanía a ríos,

¿Cuáles son las zonas inundables según niveles de peligro, qué elementos se encuentran expuestos susceptibles al peligro de inundación y cómo se han ido incorporando en relación al crecimiento de la huella urbana en la ciudad de Celendín?	planificación territorial	en la ciudad de Celendín	expuestos al peligro de inundación		Geología Frecuencia		Análisis documental de mapas e información. uso del software QGIS 2.4	Geomorfología, geología) y parámetro de evaluación (frecuencia)
		3. Identificar los elementos que se encuentran expuestos susceptibles al peligro de inundación en la ciudad de Celendín.	Elementos expuestos al peligro de inundación	Infraestructura de transporte	% de infraestructura de transporte	Procesamiento y análisis de información cartográfica, planos y climatológica, uso del software QGIS 2.4	Observación directa, identificación visual, mediciones directas. Uso de tarjetas, fichas, libretas de campo, cámaras fotográficas, wincha.	Porcentaje de la infraestructura de transporte acentuada en zonas clasificadas como peligro muy alto
	4. Analizar el incremento de los elementos expuestos al peligro de inundación en relación al crecimiento poblacional y de la huella urbana de la ciudad de Celendín.	Infraestructura de suministro de red de agua y alcantarillado		% de infraestructura de suministro de red de agua y alcantarillado	Porcentaje de la infraestructura de red de agua y alcantarillado acentuada en zonas clasificadas como peligro muy alto			
		Infraestructura de salud		% de infraestructura de salud	Porcentaje de la infraestructura de salud ubicada en zonas clasificadas como peligro muy alto			
		Infraestructura educativa		% de infraestructura educativa	Porcentaje de la infraestructura educativa ubicada en zonas clasificadas como peligro muy alto			
		Áreas de cultivo y pastoreo		Hectáreas de cultivo y pastoreo	Áreas de cultivo y pastoreo en zonas clasificadas como peligro muy alto			
		viviendas en riesgo		% de viviendas en riesgo	Porcentaje de viviendas ubicadas en zonas clasificadas como peligro muy alto			

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Determinación y Evaluación de la Dinámica de Crecimiento de la Huella Urbana en la Ciudad de Celendín Periodo 1990 – 2018

4.1.1. Determinación de áreas que conforman la huella urbana y área edificada rural año 1990.

Tabla 8
Áreas de huella urbana y área edificada rural, Celendín año 1990

Descripción	Área (ha)
Área edificada rural	20.89
Área periurbana	21.76
Área urbana continua	84.57
Espacio abierto urbanizado	80.91
Huella urbana	187.24

La Tabla 8, muestra una ciudad urbana continua de Celendín, definido por la continuidad del entramado urbano y edificaciones, es lo que podría relacionarse con la idea de ciudad compacta; asimismo presenta un área periurbana difusa, que se trata de la periferia de la ciudad con cierta continuidad, donde el entramado urbano y la densidad es menor. Sin embargo se evidencia que el 43% de la huella urbana es espacio abierto urbanizado, lo cual demuestra que existía una oportunidad de crecimiento hacia dentro mediante operaciones de densificación y ocupación de los vacíos urbanos.

En el Anexo K, se presenta el mapa de huella urbana del año 1990 que ha sido elaborado en base a una imagen satelital LANSAT 5 TM, con una resolución de la imagen de 30 m.

4.1.2. Determinación de áreas que conforman la huella urbana y área edificada rural año 2000.

Tabla 9
Áreas de huella urbana y área edificada rural, Celendín año 2000

Descripción	Área (ha)	Incremento
Área edificada rural	23.42	12.11%
Área periurbana	27.01	24.13%
Área urbana continua	124.02	46.65%
Espacio abierto urbanizado	50.70	-37.34%
Huella urbana	201.73	7.74%

La tabla 9, muestra que en este periodo de tiempo la ciudad de Celendín ha tenido un crecimiento urbano hacia dentro mediante una mayor densificación y ocupación de los vacíos urbanos, el espacio abierto urbanizado se ha reducido en un 37.34% respecto al año 1990, esto refleja que en este periodo se ha realizado una parcelación de lotes de terreno extensos dentro de la ciudad para dar lugar a la construcción de viviendas e infraestructura urbana, incrementándose de manera considerable el área urbana continua (46.65%). El crecimiento del área edificada rural es de 12.11% respecto al año 1990, se ha conservado el área rural caracterizada por grandes espacios dedicados a la agricultura y ganadería como actividades principales. En general la huella urbana se ha incrementado en un 7.74%, lo cual confirma que la expansión de la ciudad ha sido mínima, no obstante que la población urbana ha crecido de manera sostenida (aproximadamente 3000 a 4000 habitantes por cada 10 años) desde el año 1981, según se muestra en la Figura 4, esta población en este periodo de tiempo se ha ubicado dentro de los límites de la ciudad, incrementando la densidad y reduciendo la fragmentación.

En el Anexo L, se presenta el mapa de huella urbana del año 2000 que ha sido elaborado en base a una imagen satelital LANSAT 7 ETM, con una resolución de la imagen de 15 m.

4.1.3. Determinación de áreas que conforman la huella urbana y área edificada rural año 2010.

Tabla 10
Áreas de huella urbana y área edificada rural, Celendín año 2010

Descripción	Área (ha)	Incremento
Área edificada rural	27.03	15.41%
Área periurbana	36.01	33.32%
Área urbana continua	159.87	28.91%
Espacio abierto urbanizado	100.70	98.62%
Huella urbana	296.58	47.02%

La tabla 10, muestra que la ciudad de Celendín, en este periodo de tiempo ha tenido un crecimiento caracterizado por la presencia de gran cantidad de vacíos urbanos, la predominancia de tipologías unifamiliares en grandes parcelas o lotes de terreno especialmente en el área periurbana, incrementándose el espacio abierto urbanizado en un 98% respecto al año 2000. En el Anexo M, muestra el mapa de huella urbana de la ciudad de Celendín año 2010; que ha sido elaborado en base a una imagen satelital RapidEye, con una resolución de la imagen de 5 m., donde se evidencia que lo urbano y lo rural no presentan una separación definida, lo que lejos de ser una condición planificada, ha sido el resultado de la expansión no controlada de la mancha urbana. Se evidencia cómo la urbanización ha invadido áreas productivas y ha ocupado zonas de protección como fajas marginales de ríos y quebradas, generando un crecimiento urbano difuso de baja densidad, que desaprovecha las oportunidades del territorio sin un plan de manejo para la ciudad extendida.

4.1.4. Determinación de áreas que conforman la huella urbana y área edificada rural año 2018.

Tabla 11

Áreas de huella urbana y área edificada rural, Celendín año 2018

Descripción	Área (ha)	Incremento
Área edificada rural	30.75	13.76%
Área periurbana	61.22	70.01%
Área urbana continua	171.36	7.19%
Espacio abierto urbanizado	156.98	55.89%
Huella urbana	389.56	31.35%

La tabla 10, muestra que la ciudad de Celendín, continúa con el mismo patrón de crecimiento urbano según descrito anteriormente para el año 2010, evidenciándose que el incremento de la huella urbana ha tenido lugar en las periferias de la ciudad, incrementándose considerablemente el área periurbana (70.01%) respecto al año 2010, prosiguiendo con el crecimiento difuso y de baja densidad, las áreas productivas han sido parceladas en lotes que han pasado a formar parte de la huella urbana, generando una presión constante sobre los recursos naturales e incrementando las dificultades para la dotación de servicios básicos.

En el Anexo N, se presenta el mapa de huella urbana del año 2018 que ha sido elaborado en base a una imagen satelital RapidEye, con una resolución de la imagen de 5 m.

4.1.5. Incremento de áreas que conforman la huella urbana y área edificada rural, periodo 1900 - 2018.

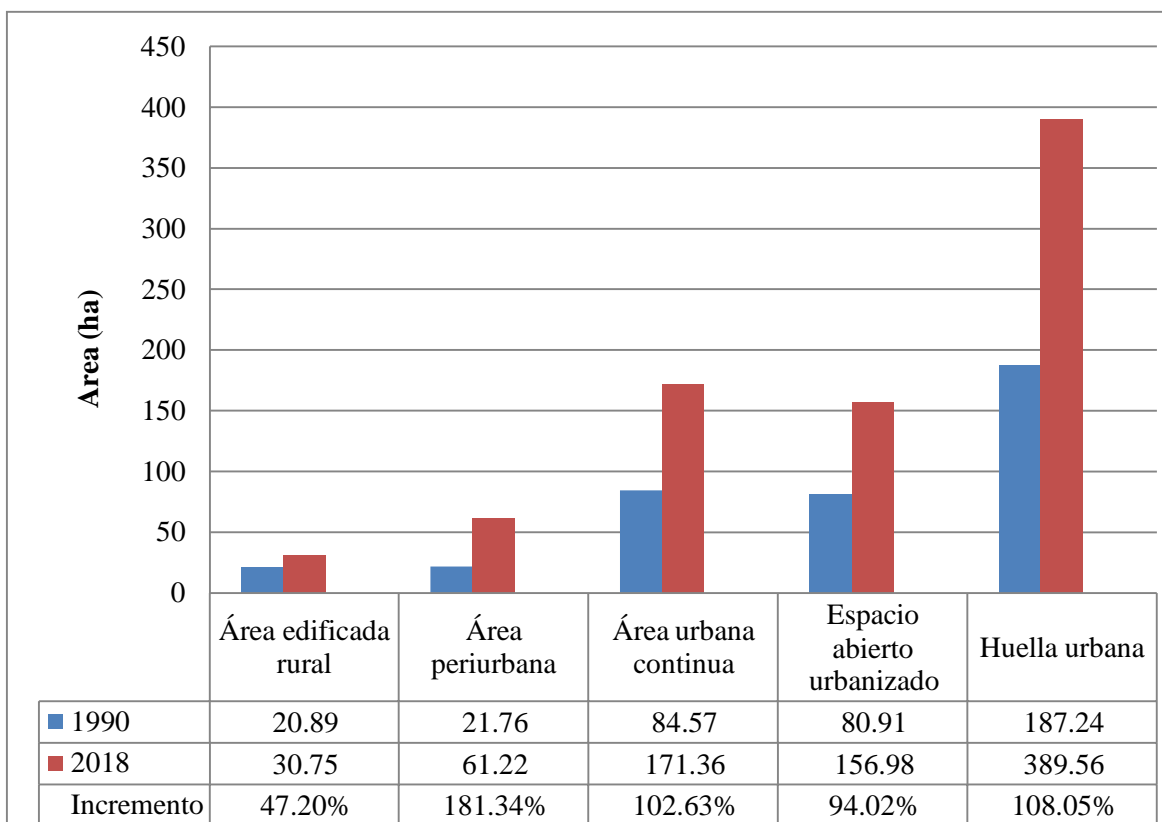


Figura 7: Áreas de huella urbana y área edificada rural, Celendín periodo 1990-2018

La Figura 7, resume la dinámica de la huella urbana y área edificada rural desde el año 1990 al año 2018, muestra que la ciudad de Celendín se ha expandido hacia las periferias, donde la huella urbana se ha duplicado teniendo un incremento de 108.05%, con una gran extensión de área periurbana caracterizada por un crecimiento de baja densidad y sin un ordenamiento urbano, las áreas productivas han sido lotizadas por los propietarios de terrenos y ofertados para la construcción de viviendas, los mapas de expansión urbana no evidencian que se haya realizado el cumplimiento de la normativa respecto a habilitaciones urbanas y edificaciones, donde se contemple la necesidad de contar con servicios básicos, espacios públicos, áreas de recreación, vías de acceso, entre otros.

4.1.1. Población urbana y rural distrito de Celendín.

4.1.5.1. Determinación de población para los años 1990, 2000, 2010 y 2018.

Tabla 12

Población urbana y rural para los años 1990, 2000, 2010 y 2018

Año	Población total	Urbana	Rural
1990	19747	12496	7251
2000	22492	14818	7674
2010	25592	17665	7927
2018	28368	20451	7917

La tabla 12, muestra los resultados la población total, población urbana y población rural del distrito de Celendín para los periodos de análisis objeto de estudio de la presente investigación, se aprecia que la población total a ha tenido un crecimiento poblacional sostenido con tasas de crecimiento cercanas a 1.3% anual, que representa aproximadamente 3000 personas cada 10 años; sin embargo, prácticamente todo este incremento de población se ve reflejado en el incremento de población urbana que presenta tasas de crecimiento poblacional entre 1.6 y 1.8% anual, notándose que en la zona rural el crecimiento de la población ha sido prácticamente nulo; estos datos da entender que en estos periodos de tiempo la migración de la zona rural hacia la zona urbana y el incremento de la tasa de natalidad en la zona urbana han sido importantes. La figura 8, presenta las tendencias de crecimiento poblacional urbano y rural en el distrito de Celendín entre 1990 y 2018.

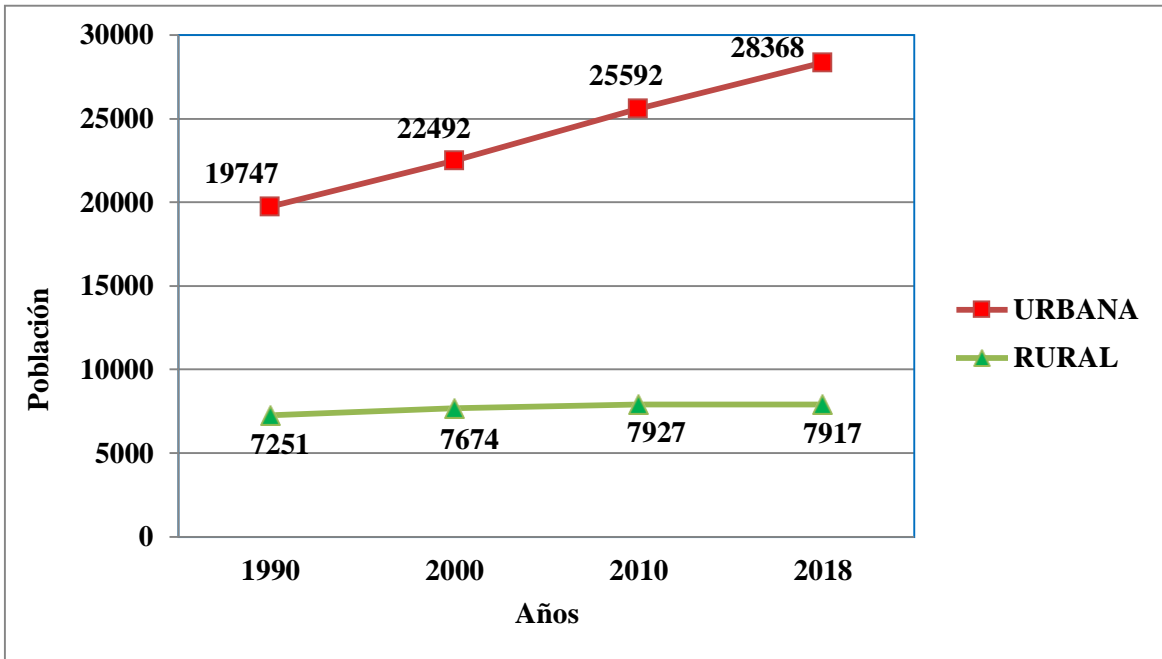


Figura 8: Población urbana y rural del distrito de Celendín, periodo 1990 – 2018.

4.1.2. Determinación y análisis de la densidad y fragmentación.

4.1.6.1. Densidad de la huella urbana (% anual).

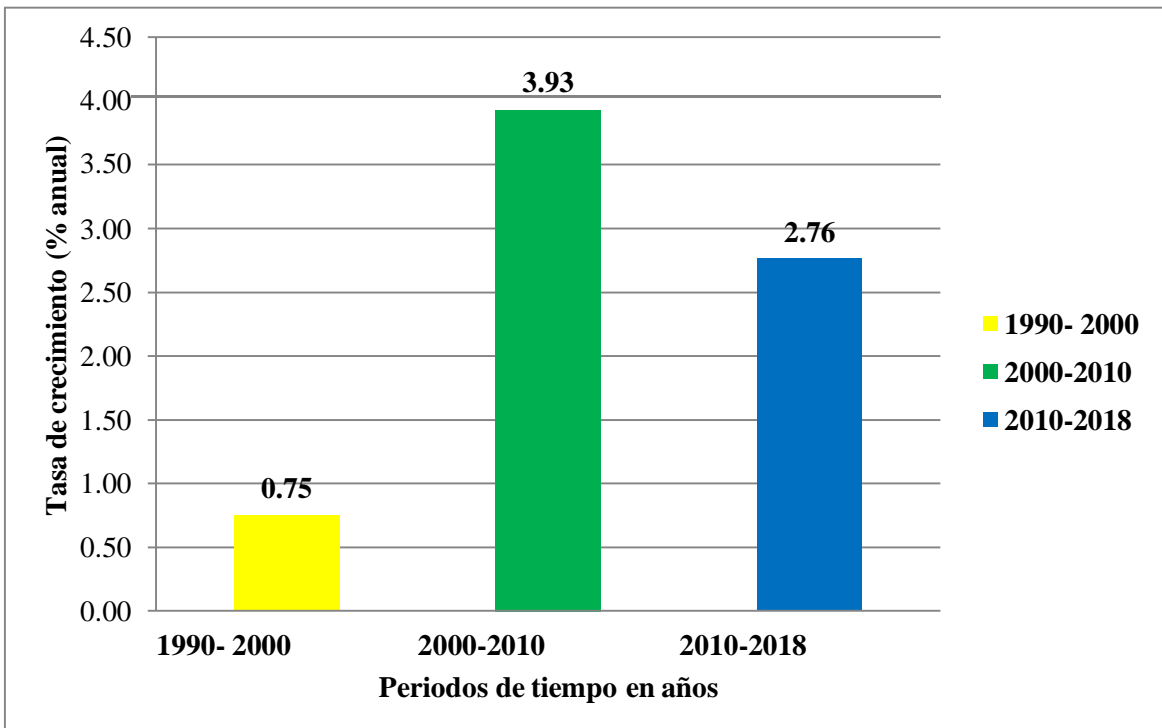


Figura 9: Evolución del promedio de tasa anual de crecimiento de la huella urbana en la ciudad de Celendín, periodo 1990 – 2018.

Los resultados que se presenta en la figura 9, evidencian que en el periodo 1900 al 2000 la huella urbana se ha expandido mínimamente, no obstante la población urbana si se ha incrementado, interpretándose que en este periodo la población ha ocupado el espacio abierto dentro de los límites de la ciudad, dando lugar a su saturación, lo cual propicia que en el siguiente periodo de tiempo (2000-2010), al mantenerse el crecimiento poblacional los límites de la ciudad se expandan, evidenciándose en el mapa de expansión de este periodo una expansión más notoria hacia los barrios de Shuitute, Chacapampa , el Guayao, el Cumbe, Bello Horizonte, el Milagro y Sevilla. En el último periodo se observa que la expansión de la huella urbana si bien se ha reducido, los límites de la ciudad se siguen ampliando, notándose en el mapa de expansión de huella urbana de este periodo una ampliación más notoria de la ciudad hacia los barrios de Chacapampa, Los Jardines, El Milagro, Chuset, Sevilla, La Breña y El Carmen.

Tomando en consideración los valores de referencia de crecimiento de huella urbana establecido por el BID, tenemos que en el periodo 1990 a 2000 se ha presentado un crecimiento sostenible o no problemático, en el periodo 2000 – 2010 se ha producido un crecimiento con un desempeño potencialmente problemático y en el periodo 2010 – 2018 nuevamente se tiene un crecimiento sostenible o no problemático, aunque con resultados próximos a ser considerado potencialmente problemático.

4.1.6.2. Densidad poblacional (habitantes/ha).

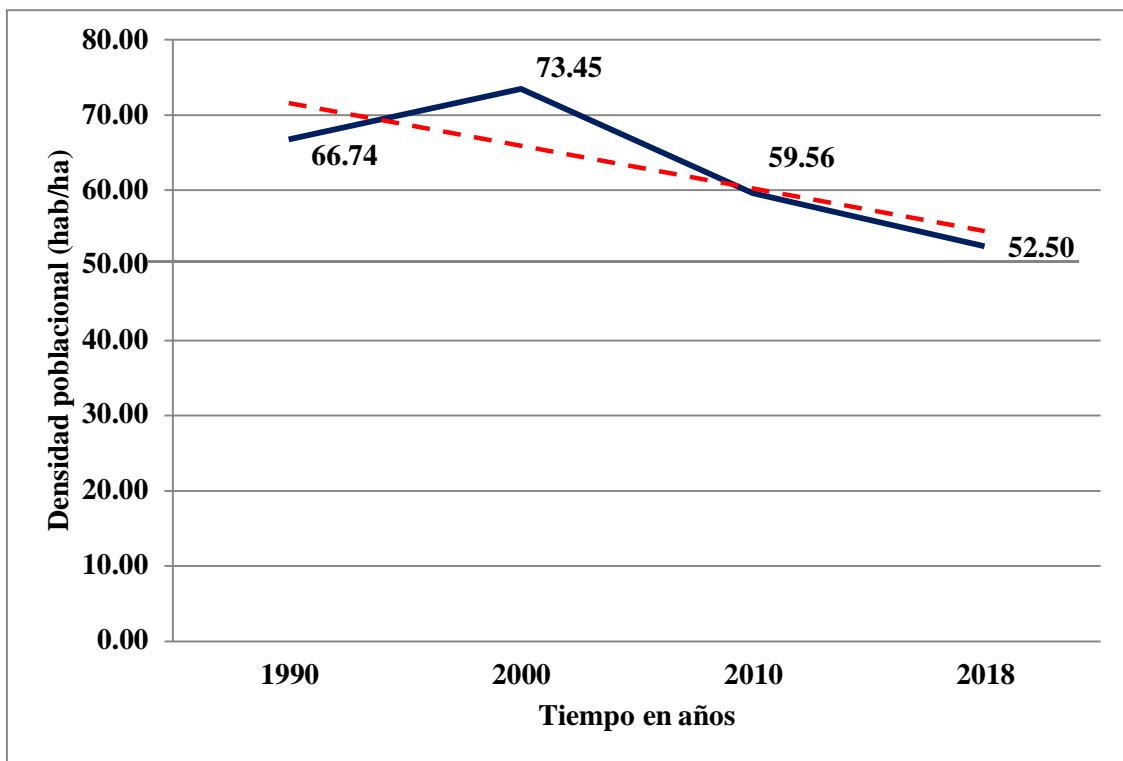


Figura 10: Evolución de la densidad poblacional de la ciudad de Celendín, periodo 1990 -2018

Los resultados reflejados en la figura 10, exhiben que la tendencia de la densidad poblacional es cada vez más baja a medida que incrementa la población y se expande la ciudad en el tiempo, según la valoración de referencia establecida por el BID (2016), al encontrarse en el rango de < 100 hab/ha es una densidad baja, caracterizada por la presencia de gran cantidad de espacio abierto urbanizado, la predominancia de viviendas unifamiliares en grandes parcelas para el segmento social medio y alto y pequeñas en el bajo. Estos resultados permiten relacionar con lo descrito por el MVCS (2017), donde mencionan que en el Perú las ciudades han crecido hacia la periferia, siguiendo un patrón de crecimiento disperso y de baja densidad, sobre todo por la búsqueda de terrenos de bajo precio por parte de la población, donde por lo general encuentran un hábitat precario. Encontrándose que en las periferias urbanas la mayoría de pobladores no gozan de las mismas oportunidades de empleo, educación, salud, recreación, ni de servicios adecuados de transporte, saneamiento y comunicación.

Estos resultados también reflejan un crecimiento poco sostenido de la ciudad no enfocado hacia una centralidad de alta calidad donde se permitan altos niveles de cercanía, intensos intercambios a escala humana y donde los elementos y actores que componen el sistema ciudad dejan de estar relativamente separados unos de otros; vemos que en comparación con ciudades modelos de sostenibilidad con densidades mayores a 200 hab/ha; se necesitan un espacio de cuatro a diez veces mayor, lo que contrasta con los pocos medios locales para atender a un modelo disperso.

4.1.6.3. Fragmentación de la huella urbana.

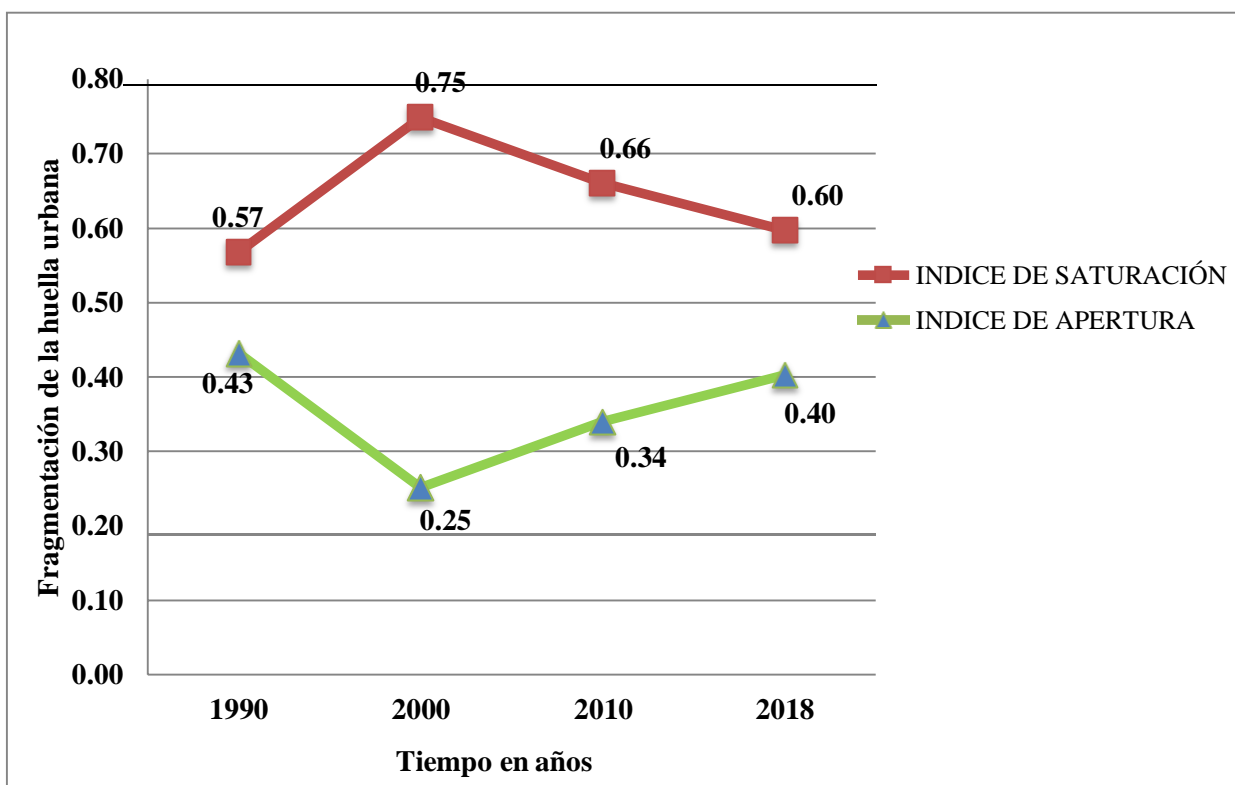


Figura 11: Evolución de la Fragmentación de la huella urbana de la ciudad de Celendín, periodo 1990 - 2018.

La figura 11, evidencia la tendencia que a medida que se ha incrementado la huella urbana, la fragmentación también ha ido incrementando en los dos últimos periodos de tiempo. Los resultados del índice de saturación e índice de apertura al estar cercanos reflejan la presencia de una gran cantidad de espacio abierto urbanizado en la huella urbana de la ciudad de Celendín, superando el límite establecido (10%) por Terraza,

Rubio y Vera (2016), publicado por el BID para espacios vacíos, lo que determina que es una ciudad fragmentada, caracterizada por la segregación residencial social y económica, que en muchos casos implica la concentración de niveles de ingresos e indicadores socioeconómicos más bajos en las zonas periféricas de la ciudad, aumenta la probabilidad que los tiempos largos de traslado afecten de forma desigual las personas con menores recursos, mayores dificultades para acceder a servicios de transporte, educación, salud y otros servicios públicos.

4.1.3. Determinación y análisis de las áreas de expansión de la huella urbana.

4.1.7.1. Área de relleno (ha).

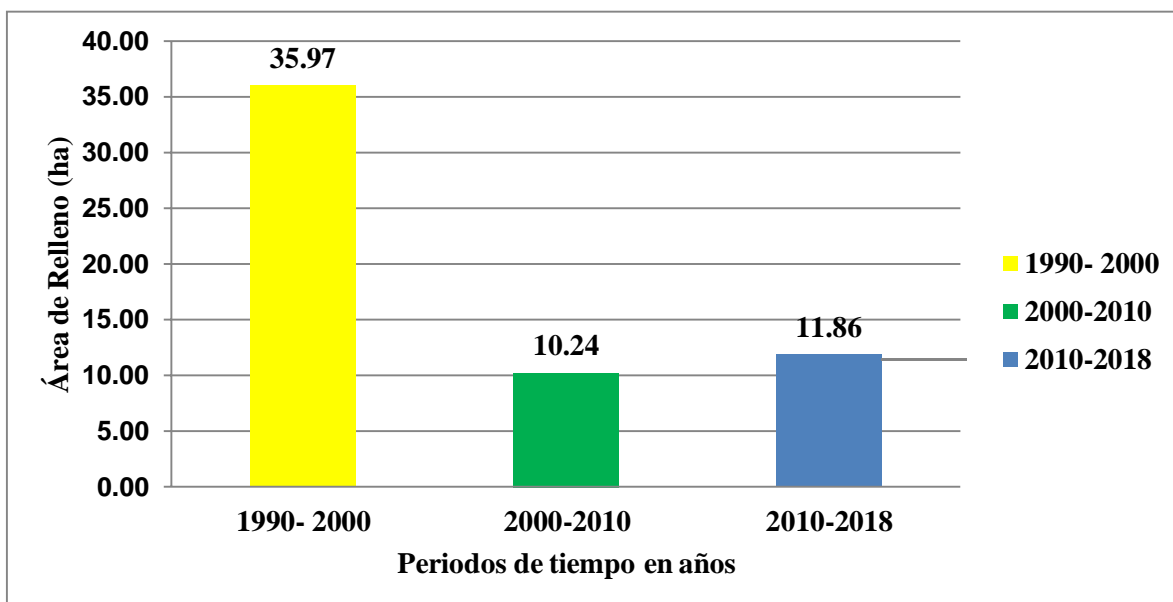


Figura 12: Evolución del área de relleno en la ciudad de Celendín, periodo 1990 – 2018.

Los resultados que se muestran en la figura 12, determinan que en el periodo 1990 – 2000 se ha producido el relleno del espacio abierto urbanizado, entendiéndose que si bien la población ha ido creciendo de manera progresiva, en este periodo se ha acentuado dentro de los límites urbanos, reduciendo la fragmentación e incrementando la densidad poblacional; sucediendo lo contrario a partir del año 2000, donde el área de relleno dentro de los límites urbanos se ha reducido, propiciando una expansión urbana en las periferias, incrementando la fragmentación y reduciendo la densidad poblacional.

4.1.7.2. Área de extensión (ha).

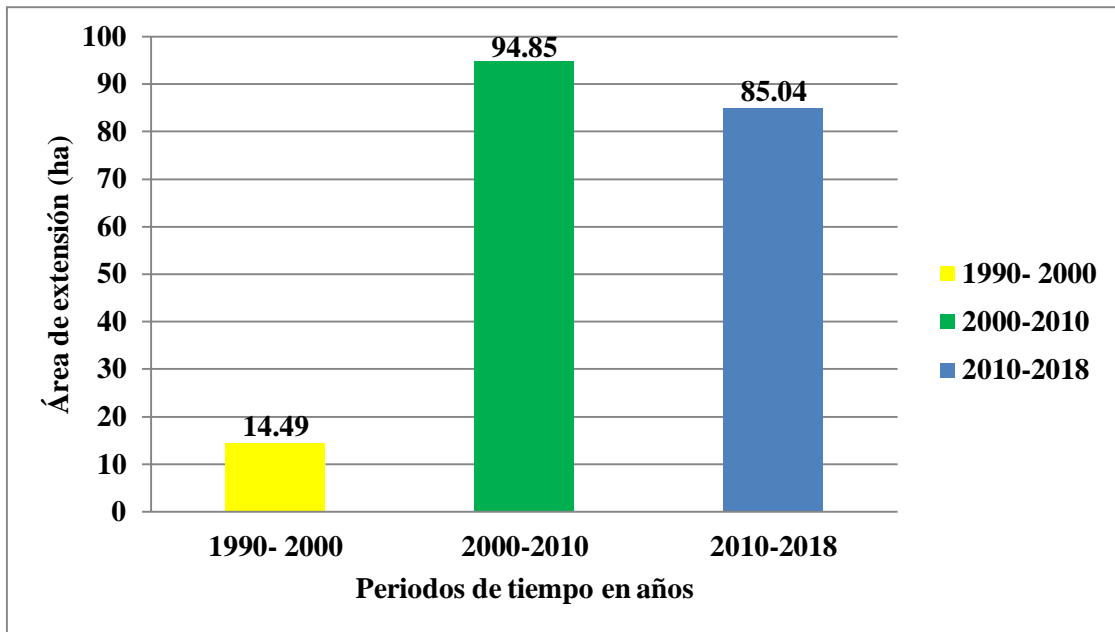


Figura 13: Evolución del área de extensión en la ciudad de Celendín, periodo 1990–2018.

En la figura 13, se determina que en el periodo 1900 al 2000, la expansión de la huella urbana de la ciudad de Celendín ha sido mínima, no obstante el la población ha crecido progresivamente, empezando a evidenciar una expansión considerable a partir del año 2000, según el mapa de expansión del periodo 2000 – 2010, la ciudad se ha expandido en mayor amplitud hacia el noreste, noroeste, sur y sur este, mientras que en el periodo 2010 – 2018 es más notoria la expansión hacia el norte, sur y este de la ciudad de Celendín. Los resultados expresan que la población que se ha incrementado a partir del año 2000, generalmente se ha acentuado en las periferias de la ciudad, ocupando el espacio rural generalmente suelos usados para la agricultura y ganadería, suelos de menor precio para construcción de viviendas y en muchos casos bajo la informalidad; no se evidencia aspectos de planificación en las zonas de expansión como disponibilidad de espacios públicos o áreas verdes, configuración ordenada de calles, diseños adecuados de viviendas, entre otros.

4.1.7.3. Área de crecimiento discontinuo (ha).

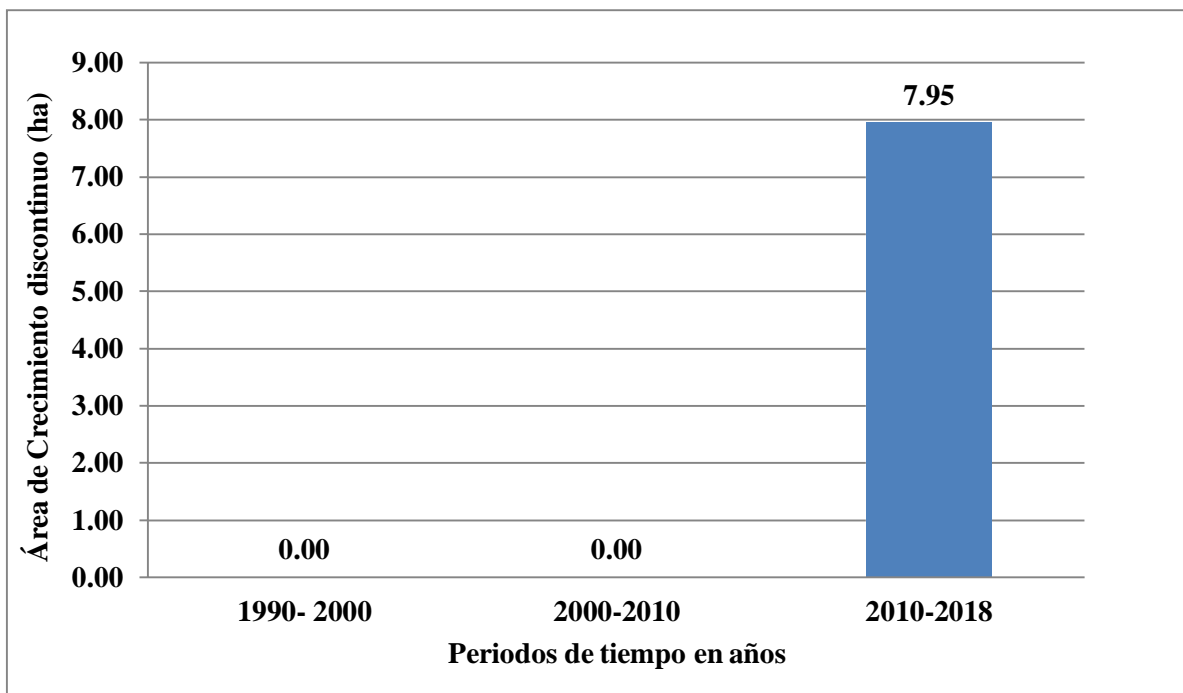


Figura 14: Evolución del área de crecimiento discontinuo en la ciudad de Celendín, periodo 1990 – 2018.

Los resultados que muestra la figura 14, define que durante el periodo de 1990 al 2010 la expansión de la huella urbana se ha producido de manera contigua a los límites de la ciudad, apareciendo en el periodo 2010 – 2018 la conformación de un barrio alejado de los límites de la ciudad denomina Chuset, lo que determina un crecimiento discontinuo de la huella urbana de la ciudad de Celendín.

4.1.7.4. Área de inclusión (ha).

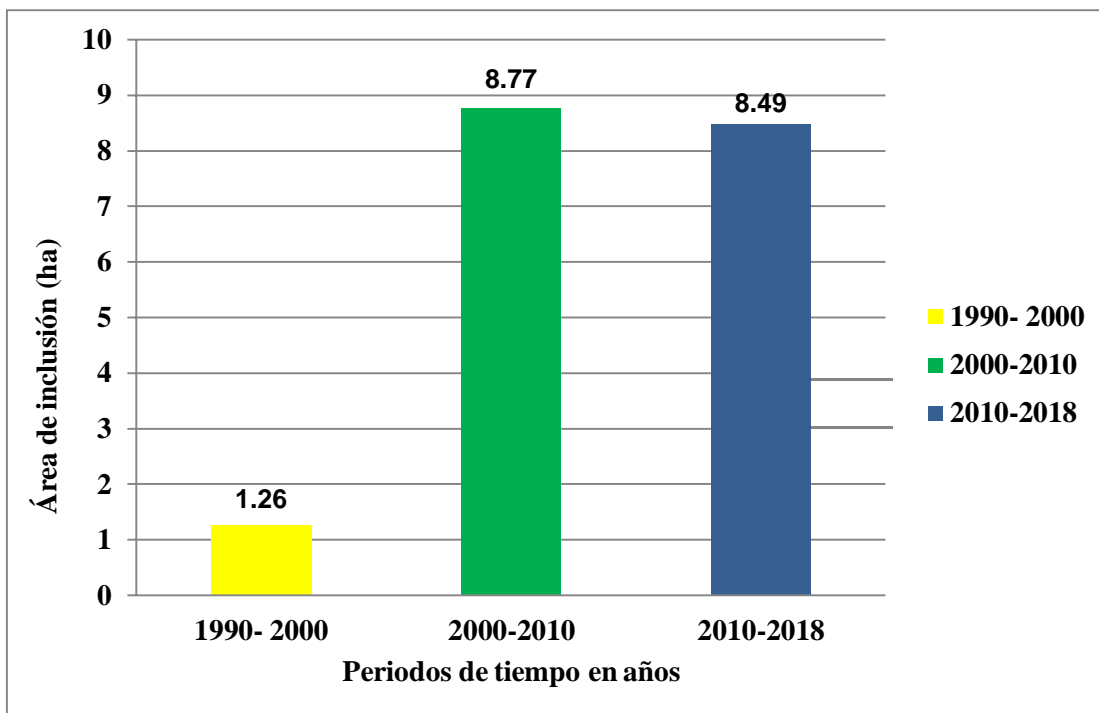


Figura 15: Evolución del área de inclusión en la ciudad de Celendín, periodo 1990–2018.

Los resultados presentados en la figura 15, determinan que durante el año 1990 – 2000, debido a la mínima expansión de la huella urbana, se ha producido una inclusión mínima, mientras que a partir del año 2000 donde se ha determinado que las áreas de expansión son notorias, también se ha incrementado las áreas de inclusión, pasando a formar parte de la huella urbana áreas construidas que estaban fuera de esta.

4.1.4. Mapas de expansión de la huella urbana periodos 1990-2000, 2000-2010 y 2010-2018.

Se ha elaborado los mapas que evidencian las áreas de expansión urbana para los tres periodos de tiempo objeto de análisis de estudio: periodo 1990-2000 (Anexo O), periodo 2000-2010 (Anexo P) y periodo 2010-2018 (Anexo Q), donde se evidencian las áreas de inclusión, extensión, relleno, crecimiento discontinuo, área edificada rural y espacio abierto urbanizado para cada periodo en mención.

4.2. Determinación del Nivel de Peligrosidad y Elaboración del Mapa de Peligro de Inundación

4.2.1. Factores desencadenantes.

Para el presente estudio, se ha considerado como único parámetro la precipitación. Para la obtención de los pesos ponderados de este parámetro de evaluación, se utilizó el proceso de análisis jerárquico (CENEPRED, 2014). Los resultados obtenidos son los siguientes:

4.2.1.1. Parámetro: precipitación.

Tabla 13

Umbrales calculados para el distrito de Celendín (últimos 5 años: 2014 -2018)

Umbrales de precipitación	Caracterización de lluvias extremas
Precipitación acumulada diaria > 31.91 mm	Extremadamente lluvioso
20.23 mm < Precipitación acumulada diaria ≤ 31.91 mm	Muy lluvioso
14.50 mm < Precipitación acumulada diaria ≤ 20.23 mm	Lluvioso
5.23 mm < Precipitación acumulada diaria ≤ 14.50 mm	Moderadamente lluvioso
Precipitación acumulada diaria ≤ 5.23 mm	Lluvia usual

Para los cálculos de la Tabla 13, se ha considerado las precipitaciones acumuladas diarias de los meses más lluviosos (octubre – Abril) del año 2014 al año 2018, registrados en la estación meteorológica Celendín. Los datos se presentan en el Anexo X.

Tabla 14

Matriz de comparación de pares del parámetro precipitación

Umbrales de precipitación	Mayor P99 (Extrem. lluvioso)	P95 - P99 (Muy lluvioso)	P90 - P95 (Lluvioso)	P75- P90 (Moderad. lluvioso)	P75 < a P90 (Lluvia usual)
> P99 (Extremadamente lluvioso)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
P95 - P99 (Muy lluvioso)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
P90 - P95 (Lluvioso)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
P75- P90 (Moderadamente lluvioso)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Inferior a P75 (Lluvia usual)	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 15

Matriz de normalización de pares del parámetro precipitación

Umbral de precipitación	> P99 (Extrem. lluvioso)	P95 - P99 (Muy lluvioso)	P90 - P95 (Lluvioso)	P75 - P90 (Moderad. lluvioso)	P90 < a P75 (Lluvia usual)	Vector de priorización
> P99 (Extremadamente lluvioso)	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
P95 - P99 (Muy lluvioso)	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
P90 - P95 (Lluvioso)	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
P75 - P90 (Moderadamente lluvioso)	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Inferior a P75 (Lluvia usual)	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

La Tabla 15, determina que el percentil 99 (extremadamente lluviosos) que para el caso de estudio corresponde a precipitaciones acumuladas diarias mayor a 31.91 mm, tiene una ponderación de 0.503, que es la importancia o peso para la determinación del nivel de peligro respecto a los otros criterios o descriptores.

El IC y RC obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro precipitación es:

IC	0.061
RC	0.054

Donde:

IC: Índice de consistencia

RC: Relación de consistencia

El valor obtenido de la relación de consistencia es menor a 0.1; lo que indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados.

4.2.2. Factores condicionantes.

Para el presente estudio, se ha considerado los parámetros de pendiente, cercanía a fuentes de agua (ríos y quebradas), geomorfología y geología. Para la obtención de

los pesos ponderados de este parámetro de evaluación, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

4.2.2.1. *Parámetro: pendiente.*

Tabla 16
Matriz de comparación de pares del parámetro pendiente

Rangos de pendiente	<4° (Nula o casi a nivel)	4° - 8° (Ligeram. inclinada)	8° - 15° (Ligeram. incl. a mod. empinada)	15°- 25° (Mod. empinada)	>25° (Empinada a muy empinada)
<4° (Nula o casi a nivel)	1.00	3.00	6.00	7.00	9.00
4° - 8° (Ligeramente inclinada)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
8° - 15° (Ligeram. inclinada a moderadamente empinada)	0.17	0.33	1.00	3.00	5.00
15°- 25° (Moderadamente empinada)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
>25° (Empinada a muy empinada)	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.75	4.68	10.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.57	0.21	0.09	0.06	0.04

Tabla 17
Matriz de normalización de pares del parámetro pendiente

Rangos de pendiente	<4° (Nula o casi a nivel)	4° - 8° (Ligeram. inclinada)	8° - 15° (Lig. incl. a mod. empinada)	15°- 25° (Mod. empinada)	>25° (Empinada a muy empinada)	Vector de priorización
<4° (Nula o casi a nivel)	0.570	0.642	0.570	0.429	0.360	0.514
4° - 8° (Ligeramente inclinada)	0.190	0.214	0.285	0.306	0.280	0.255
8° - 15° (Ligeram. incl. a mod. empinada)	0.095	0.071	0.095	0.184	0.200	0.129
15°- 25° (Mod. empinada)	0.081	0.043	0.032	0.061	0.120	0.067
>25° (Empinada a muy empinada)	0.063	0.031	0.019	0.020	0.040	0.035

La Tabla 17, establece que el rango de pendiente < 4° (Nula o casi a nivel), tiene mayor importancia o peso para la determinación del nivel de peligro respecto a los otros criterios o descriptores, con una ponderación de 0.514.

El IC y RC obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro pendiente es:

IC	0.067
RC	0.060

Donde:

IC: Índice de consistencia

RC: Relación de consistencia

El valor obtenido de la relación de consistencia es menor a 0.1; lo que indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados.

4.2.2.2. *Parámetro: Cercanía a una fuente de agua (ríos).*

Descriptores del parámetro:

- 1) Menor a 20m.
- 2) Entre 20 y 50m.
- 3) Entre 50 y 100m.
- 4) Entre 100 y 200m.
- 5) Mayor a 200 m.

Fuente: CENEPRED, 2014. Adecuadas a la realidad del estudio de investigación.

Se ha elaborado el mapa de cercanía a una fuente de agua (ríos), teniendo en consideración los descriptores considerados para este parámetro, considerando que los elementos que se encuentren más próximo a los ríos, son los que están expuestos a un mayor peligro de inundación (ver Anexo R).

Tabla 18

Matriz de comparación de pares del parámetro cercanía a fuentes de agua (ríos)

Cercanía a fuentes de agua (ríos)	Menor a 20m	Entre 20 y 50m	Entre 50 y 100m	Entre 100 y 200m	Mayor a 200 m
Menor a 20m	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Entre 20 y 50m	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Entre 50 y 100m	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Entre 100 y 200m	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Mayor a 200 m	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.00	3.68	8.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.50	0.27	0.12	0.06	0.04

Tabla 19

Matriz de normalización de pares del parámetro cercanía a fuentes de agua (ríos)

Cercanía a fuentes de agua (ríos)	Menor a 20m	Entre 20 y 50m	Entre 50 y 100m	Entre 100 y 200m	y Mayor a 200 m	Vector de priorización
Menor a 20m	0.499	0.544	0.469	0.429	0.360	0.460
Entre 20 y 50m	0.250	0.272	0.352	0.306	0.280	0.292
Entre 50 y 100m	0.125	0.091	0.117	0.184	0.200	0.143
Entre 100 y 200m	0.071	0.054	0.039	0.061	0.120	0.069
Mayor a 200 m	0.055	0.039	0.023	0.020	0.040	0.036

La Tabla 19, define que el área comprendida a menos de 20 metros de distancia a los ríos, tiene mayor importancia o peso para la determinación del nivel de peligro respecto a los otros descriptores, con una ponderación de 0.460.

El IC y RC obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro cercanía a fuentes de agua (ríos) es:

IC	0.041
RC	0.037

Donde:

IC: Índice de consistencia

RC: Relación de consistencia

El valor obtenido de la relación de consistencia es menor a 0.1; lo que indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados.

4.2.2.3. Parámetro: geomorfología.

Descriptores del parámetro:

- 1) Vsa-b (Vertiente allanada)
- 2) Vso-c (Vertiente allanada a disectada)
- 3) Vs2-e (Vertiente montañosa escarpada).

Tabla 20

Matriz de comparación de pares del parámetro geomorfología

Unidades geomorfológicas	Vsa-b (Vertiente allanada)	Vso-c (Vertiente allanada disectada)	Vs2-e (Vertiente montañosa escarpada)
Vsa-b (Vertiente allanada)	1.00	2.40	5.00
Vso-c (Vertiente allanada a disectada)	0.42	1.00	3.00
Vs2-e (Vertiente montañosa escarpada)	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.62	3.73	9.00
1/SUMA	0.62	0.27	0.11

Tabla 21

Matriz de normalización de pares del parámetro geomorfología

Unidades geomorfológicas	Vsa-b (Vertiente allanada)	Vso-c (Vertiente allanada disectada)	Vs2-e (Vertiente montañosa escarpada)	Vector de priorización
Vsa-b (Vertiente allanada)	0.619	0.643	0.556	0.606
Vso-c (Vertiente allanada a disectada)	0.258	0.268	0.333	0.286
Vs2-e (Vertiente montañosa escarpada)	0.124	0.089	0.111	0.108

La Tabla 21, precisa que la unidad geomorfológica Vsa-b (vertiente allanada), tiene mayor importancia o peso para la determinación del nivel de peligro respecto a los otros descriptores, con una ponderación de 0.606.

El IC y RC obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro geomorfología es:

IC	0.007
RC	0.014

Donde:

IC: Índice de consistencia

RC: Relación de consistencia

El valor obtenido de la relación de consistencia es menor a 0.04; lo que indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados.

4.2.2.4. *Parámetro: geología.*

Descriptores del parámetro:

- 1) Qr-al (Depósito Aluvial Reciente)
- 2) Ks-p (Formación Pulluicana)
- 3) Ki-g (Grupo Goyllarisquizga)

Tabla 22

Matriz de comparación de pares del parámetro geología

Unidades geológicas	Qr-al (Depósito Aluvial Reciente)	Ks-p (Formación Pulluicana)	Ki-g (Grupo Goyllarisquizga)
Qr-al (Depósito Aluvial Reciente)	1.00	3.00	5.00
Ks-p (Formación Pulluicana)	0.33	1.00	2.00
Ki-g (Grupo Goyllarisquizga)	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.53	4.50	8.00
1/SUMA	0.65	0.22	0.13

Tabla 23

Matriz de normalización de pares del parámetro geología

Unidades geológicas	Qr-al (Depósito Aluvial Reciente)	Ks-p (Formación Pulluicana)	Ki-g (Grupo Goyllarisquizga)	Vector de priorización
Qr-al (Depósito Aluvial Reciente)	0.652	0.667	0.625	0.648
Ks-p (Formación Pulluicana)	0.217	0.222	0.250	0.230
Ki-g (Grupo Goyllarisquizga)	0.130	0.111	0.125	0.122

La Tabla 23, determina que la unidad geológica Qr-al (depósito aluvial reciente), tiene mayor importancia o peso para la determinación del nivel de peligro respecto a los otros descriptores, con una ponderación de 0.648.

El IC y RC obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro geomorfología es:

IC	0.002
RC	0.004

Donde:

IC: Índice de consistencia

RC: Relación de consistencia

El valor obtenido de la relación de consistencia es menor a 0.04; lo que indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados.

4.2.2.5. Análisis de los parámetros de los factores condicionantes.

Tabla 24

Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes

Factores condicionantes	Pendiente	Cercanía a una fuente de agua	Geomorfología	Geología
Pendiente	1.00	2.00	4.00	5.00
Cercanía a una fuente de agua (ríos)	0.50	1.00	3.00	4.00
Geomorfología	0.25	0.33	1.00	2.00
Geología	0.20	0.25	0.50	1.00
SUMA	1.95	3.58	8.50	12.00
1/SUMA	0.51	0.28	0.12	0.08

Tabla 25

Matriz de normalización de pares de los factores condicionantes

Factores condicionantes	Pendiente	Cercanía a una fuente de agua	Geomorfología	Geología	Vector de priorización
Pendiente	0.513	0.558	0.471	0.417	0.490
Cercanía a una fuente de agua (ríos)	0.256	0.279	0.353	0.333	0.305
Geomorfología	0.128	0.093	0.118	0.167	0.126
Geología	0.103	0.070	0.059	0.083	0.079

La Tabla 25, establece que el parámetro pendiente, tiene mayor importancia o peso para la determinación del nivel de peligro respecto a los otros parámetros, con una ponderación de 0.490, seguido en importancia por los parámetros: cercanía a fuentes de agua (ríos), geomorfología y geología respectivamente.

El IC y RC obtenido del proceso de análisis jerárquico para los factores condicionantes es:

IC	0.016
RC	0.018

Donde:

IC: Índice de consistencia

RC: Relación de consistencia

El valor obtenido de la relación de consistencia es menor a 0.08; lo que indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados.

4.2.3. Parámetros de evaluación.

Para el presente caso, se ha considerado como único parámetro de evaluación a “Frecuencia”. Para la obtención de los pesos ponderados de este parámetro de evaluación, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 26

Matriz de comparación de pares del parámetro frecuencia

Frecuencia	Ocurrencia de evento en menos de 1 año consecutivo	Ocurrencia de evento en periodo de 2 años	Ocurrencia de eventos cada 3 años	Ocurrencia de eventos cada 4 años	Ocurrencia de eventos con periodos mayores a 5 años
Ocurrencia de evento en menos de 1 año consecutivo	1.00	2.00	4.00	6.00	9.00
Ocurrencia de evento en periodo de 2 años	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Ocurrencia de eventos cada 3 años	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Ocurrencia de eventos cada 4 años	0.17	0.25	0.50	1.00	3.00
Ocurrencia de eventos con periodos mayores a 5 años	0.11	0.17	0.25	0.33	1.00
SUMA	2.03	3.92	7.75	13.33	23.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.08	0.04

Tabla 27

Matriz de comparación de pares del parámetro frecuencia

Frecuencia	Ocurrencia de evento en menos de 1 año consecutivo	Ocurrencia de evento en periodo de 2 años	Ocurrencia de eventos cada 3 años	Ocurrencia de eventos cada 4 años	Ocurrencia de eventos con periodos mayores a 5 años	Vector de priorización
Ocurrencia de evento en menos de 1 año consecutivo	0.493	0.511	0.516	0.450	0.391	0.472
Ocurrencia de evento en periodo de 2 años	0.247	0.255	0.258	0.300	0.261	0.264
Ocurrencia de eventos cada 3 años	0.123	0.128	0.129	0.150	0.174	0.141
Ocurrencia de eventos cada 4 años	0.082	0.064	0.065	0.075	0.130	0.083
Ocurrencia de eventos con periodos mayores a 5 años	0.055	0.043	0.032	0.025	0.043	0.040

La Tabla 27, establece que la ocurrencia de evento (precipitaciones extremas) en menos de 1 año consecutivo, tiene mayor importancia o peso para la determinación del nivel de peligro respecto a los otros descriptores o criterios, con una ponderación de 0.472.

El IC y RC obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro frecuencia es:

IC	0.018
RC	0.016

Donde:

IC: Índice de consistencia

RC: Relación de consistencia

El valor obtenido de la relación de consistencia es menor a 0.1; lo que indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados.

4.2.4. Definición de escenarios.

Se ha considerado el escenario más desfavorable: Precipitación superior al percentil 99, presenta unidades geomorfológicas como vertiente allanada, compuesta por depósito aluvial reciente, con pendientes menores a 4°, áreas comprendidas en menos de 50 metros de distancia a ríos o quebradas y con una frecuencia del evento en menos de 1 año consecutivo.

4.2.5. Determinación de los valores del peligro de inundación en la ciudad de Celendín.

Tabla 28

Cálculo de los valores de peligro de inundación en la ciudad de Celendín

Parámetro de evaluación (PE)	Factores condicionantes (FC)					Factor desencadenante (FD)	Valor del peligro (P) ($S*0.5+PE*0.5$)
	<i>Susceptibilidad (S) = (FC*0.5)+(FD*0.5)</i>						
<i>Frecuencia</i>	<i>Pendiente</i>	<i>Cercanía a ríos</i>	<i>Geomorfología</i>	<i>Geología</i>	<i>Precipitación</i>		
0.472	0.252	0.141	0.077	0.051	0.503		0.492
0.264	0.125	0.089	0.036	0.018	0.260		0.264
0.141	0.063	0.044	0.014	0.010	0.134		0.137
0.083	0.033	0.021	-	-	0.068		0.072
0.040	0.017	0.011	-	-	0.035		0.035

La Tabla 28, muestra los valores de peligro de inundación obtenidos a partir del proceso de análisis jerárquico de los factores condicionantes, factor desencadenante y del parámetro de evaluación. Estos valores definen los niveles de peligro de inundación para la ciudad de Celendín.

4.2.6. Niveles de peligro.

La Tabla 29, muestra los niveles de peligro y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico.

Tabla 29

Niveles de peligro

Nivel de peligro	Rango
Peligro Muy Alto	$0.264 \leq P < 0.492$
Peligro Alto	$0.137 \leq P < 0.264$
Peligro Medio	$0.072 \leq P < 0.137$
Peligro bajo	$0.035 \leq P < 0.072$

4.2.7. Niveles del nivel de peligro.

La Tabla 30 muestra la matriz de peligros obtenida:

Tabla 30
Matriz de peligro

Nivel de peligro	Descripción	Rango
Peligro Muy Alto	Precipitación superior al percentil 99, presenta unidades geomorfológicas como vertiente allanada, geológicamente compuesta por depósito aluvial reciente, con pendientes menores o iguales a 4°, áreas comprendidas en menos de 50 metros de distancia a ríos o quebradas y con una frecuencia del evento en menos de 1 año consecutivo.	$0.264 \leq P < 0.492$
Peligro Alto	Precipitación comprendida entre el percentil 95 y 99, presenta unidades geomorfológicas como vertiente allanada a disectada, geológicamente compuesta por formación pulluicana, con pendientes entre 4° a 8°, áreas comprendidas entre 50 metros a 100 metros de distancia a ríos o quebradas y con una frecuencia del evento en menos de 2 años.	$0.137 \leq P < 0.264$
Peligro Medio	Precipitación comprendida entre el percentil 90 y 95, presenta unidades geomorfológicas como vertiente montañosa escarpada, geológicamente compuesta por grupo goyllarisquizga, con pendientes entre 8° y 25°, áreas comprendidas entre 100 metros a 200 metros de distancia a ríos o quebradas y con una frecuencia del evento en menos de 3 a 4 años.	$0.072 \leq P < 0.137$
Peligro bajo	Precipitación comprendida entre el percentil 75 y 90, presenta unidades geomorfológicas como vertiente montañosa escarpada, geológicamente compuesta por grupo goyllarisquizga, con pendientes mayores a 25°, áreas comprendidas mayor a 200 metros de distancia a ríos o quebradas y con una frecuencia del evento mayor de 4 años.	$0.035 \leq P < 0.072$

Los anexos S y T, presentan el mapa de peligro de inundación de la ciudad de Celendín.

4.3. Identificación de los Elementos Expuestos al Peligro de Inundación

Los elementos expuestos de la ciudad de Celendín comprende a los elementos expuestos susceptibles (transporte, red de agua y saneamiento, salud, educación, viviendas, área de cultivo y pastoreo) que se encuentren en la zona de muy alto peligro por inundación (ver Anexos U y W), y que podrían sufrir los efectos ante la ocurrencia o manifestación del peligro.

4.3.1. Transporte.

Tabla 31

Infraestructura de transporte expuesto al peligro muy alto de inundación

Infraestructura	Unidad	Cantidad en zona de peligro muy alto	Cantidad total	Porcentaje de exposición
Vías urbanas	km	6.29 Km	72.41	8.7%
Puentes carrozables	und	13	36	36.1%
Puentes peatonales	und	4	8	50.0%

Los resultados de la Tabla 31 muestran los elementos expuestos de la infraestructura del transporte que son susceptibles de sufrir daños que pueden afectar su capacidad operativa si el peligro de inundación se manifiesta. Es evidente que ante la ausencia de planificación urbana durante la construcción no se haya tomado en cuenta los cambios climatológicos y otros factores que determinan el peligro de inundación, por lo que estos elementos expuestos en la zona de nivel de peligro muy alto (ver Anexo U), aumentan la probabilidad del riesgo que puede generar en la población efectos relacionados a la interrupción del servicio de transporte y los costos de reconstrucción en caso de desastre.

Considerado los valores de referencia del BID (ver Tabla 2), respecto al porcentaje de infraestructura en situación de riesgo, los puentes carrozables y peatonales representan un riesgo alto al superar el 20% de exposición al peligro muy alto de inundación.

4.3.2. Agua y Alcantarillado.

Tabla 32

Infraestructura de red de agua y alcantarillado expuesto al peligro muy alto de inundación

Red de tubería	Unidad	Cantidad en zona de peligro muy alto	Cantidad total	Porcentaje de exposición
Agua	km	4.12	54.19	7.6%
Alcantarillado	km	5.63	62.40	9.0%

La Tabla 32, presenta los resultados que la infraestructura de red de agua y alcantarillado representan un riesgo bajo (ver Tabla 2), por tener un porcentaje de exposición menor al 10% al peligro muy alto de inundación, sin embargo la operatividad del sistema puede verse afectado por aumentos de presión que pueden causar roturas de tubería o el sistema puede colapsar; con efectos graves para la población relacionados a la salud, interrupción del servicio y costos de rehabilitación luego del desastre. La infraestructura de agua y alcantarillado acentuada en la zona de muy alto riesgo de inundación, se presenta en el Anexo U.

4.3.3. Salud.

Tabla 33

Infraestructura de salud expuesto al peligro muy alto de inundación

Descripción	Unidad	Cantidad en zona de peligro muy alto	Cantidad total	Porcentaje de exposición
<u>Establecimientos de salud pública</u>	und	2	3	66.7%

Según los resultados de la Tabla 33, en el sector Salud, de los tres establecimientos públicos existentes en la ciudad de Celendín, dos de ellos se encuentran emplazados en la zona de muy alto riesgo al peligro de inundación (ver Anexo U); por lo que representa un riesgo muy alto frente a la manifestación de este peligro natural; considerando además

que es un servicio básico para la atención oportuna cuando se produce un desastre, los efectos pueden ser muy considerables.

4.3.4. Educación.

Tabla 34

Infraestructura educativa expuesto al peligro muy alto de inundación

Nivel	Unidad	Cantidad en zona de peligro muy alto	Cantidad total	Porcentaje de exposición
Primaria (público)	und	1	5	20.0%
Secundaria (público)	und	1	4	25.0%
Superior (público)	und	2	5	40.0%

La Tabla 34, presenta la infraestructura educativa pública que se encuentra acentuada en la zona de muy alto peligro de inundación, encontrándose la I.E.P. Pedro Paula Augusto Gil que funciona dos niveles primaria y secundaria, la Universidad Nacional de Cajamarca Sede Celendín que incluye a las Escuelas Académico Profesional de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, y el CEFOP Unidad Operativa Celendín (ver Anexo U). Esta infraestructura además de su ubicación, si en el diseño no se han tomado en consideración las posibles variaciones climáticas, aumenta el riesgo y el costo de reconstrucción en caso de un desastre natural. Al manifestarse el peligro de inundación los efectos están relacionados con daños de la infraestructura física, equipamiento, interrupción del servicio de educación, costos de reconstrucción o reparación, entre otros. Según los valores de referencia del BID (ver Tabla 2) estaría representando un riesgo alto, especialmente en el caso del nivel superior donde están involucradas 02 instituciones educativas públicas de las 05 que existen.

4.3.5. Área de cultivo y pastoreo.

Tabla 35

Área de cultivo y pastoreo expuesto al peligro muy alto de inundación

Descripción	Unidad	Área en zona de peligro muy alto
Área de cultivo y pastoreo	ha	24.72

En la ciudad de Celendín también encontramos grandes áreas de terreno con pendientes bajas o a nivel y que se encuentran cerca al Rió Grande susceptibles al peligro de inundación (ver Anexo U), la manifestación de este fenómeno afecta a la población local por pérdidas económicas especialmente a los dedicados a la actividad agropecuaria. La Tabla 35, muestra el área de cultivo y pastoreo que está comprendida en la zona considerada de muy alto peligro de inundación. Los efectos pueden estar relacionados con pérdida de cultivos, afectación de pastos naturales, efectos adversos o pérdidas de animales vacunos, equinos y otros.

4.3.6. Viviendas.

Tabla 36

Viviendas expuestas al peligro muy alto de inundación

Descripción	Unidad	Cantidad en zona de peligro muy alto	Cantidad total	Porcentaje de exposición
Viviendas	und	425	5045	8.4%

La rápida expansión en la ciudad de Celendín ha contribuido a que la población local ocupe zonas de riesgo, acentuándose en las fajas marginales de ríos o quebradas (ver Anexo U), además la falta de planificación ha contribuido a la construcciones inadecuadas en zonas de riesgo con material poco resistente predominando las paredes de tapial y material de adobe según lo detallado en la Tabla 4. Estos estándares de construcción inadecuados y la construcción informal aumentan el riesgo de los ciudadanos ante el peligro de inundación. Si bien según los valores de referencia

establecidos por el BID (Tabla 3) está en un nivel bajo de exposición (< 10%), los efectos pueden ser considerables porque se trata de sectores generalmente de nivel socioeconómico bajo los que se acentúan en estas zonas de alto riesgo.

4.4. Análisis del Incremento de los Elementos Expuestos en el Periodo 1990 al 2018

Tabla 37

Análisis del incremento de los elementos expuestos al peligro muy alto de inundación en el periodo 1990 al 2018

Infraestructura	Unidad	Exposición año 1990	Exposición año 2018	Incremento %	
Vías urbanas	km	3.25	6.29	3.04	93.5
Puentes peatonales	und	5	4	-	-
Puentes carrozables	und	9	13	4	44.4
Red de agua	km	3.11	4.12	1.01	32.5
Red de alcantarillado	km	3.79	5.63	1.84	48.5
Establecimiento de salud	und	1	2	1	100
Instituciones educativas nivel primario	und	1	1	0	-
Instituciones educativas nivel primario	und	1	1	0	-
Instituciones educativas nivel superior	und	-	2	2	-
Área de cultivo y pastoreo	ha	35.98	24.72	-	-
Viviendas	und	101	425	324	320

Los resultados muestran que el incremento de la huella urbana en la ciudad de Celendín, está relacionado al aumento de elementos expuestos en la zona de peligro muy alto de inundación (ver Anexos U y V), siendo lo más notable el incremento de construcción de viviendas en éstas zonas. Producto de la expansión urbana también otros elementos se han incrementado como: apertura de vías urbanas, ampliaciones del servicios de agua y alcantarillado; otros elementos han presentado cambios como los puentes peatonales se han convertido en puentes carrozables, áreas de cultivo y pastoreo que ocupaban el área rural han pasado a formar parte de la huella Urbana. Asimismo el incremento poblacional ha generado la demanda de más servicios, encontrándose que en

zona de alto riesgo de inundación luego del año 1990 se ha construido un establecimiento de salud y dos instituciones educativas del nivel superior. Estos resultados evidencian la necesidad de implementar acciones que encaminen a la planificación y control, donde se incorpore la gestión de riesgo de desastres para evitar o reducir la exposición o vulnerabilidad en zonas consideradas de alto riesgo.

4.5. Contrastación de Hipótesis

Los resultados obtenidos en la presente investigación, determinan que la densidad poblacional ha reducido a medida que la población se ha incrementado y huella urbana se ha expandido; además se ha determinado que la fragmentación de la huella urbana a partir del año 2000 se ha incrementado teniendo al 2018 un área de 156.98 ha de espacio abierto urbanizado que representa el 40% de la huella urbana de la ciudad de Celendín; así mismo se ha determinado que el incremento de la huella urbana está relacionado con el aumento de los elementos expuestos en zona de muy alto riesgo de inundación, evidenciándose en mayor magnitud la construcción de viviendas en dicha zona. Afirmando la hipótesis planteada al inicio del estudio de investigación.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

La huella urbana en la ciudad de Celendín durante el periodo del año 1990 al año 2018, se ha incrementado en 108.05 %, caracterizado por una densidad baja de 52.50 hab/ha y una alta fragmentación con un índice de apertura al año del 2018 de 0.4, lo cual refleja que la ciudad está constituida por gran cantidad de espacios vacíos y que la expansión ha tenido lugar en las periferias, generándose áreas de extensión urbana e inclusión de áreas rurales a la huella urbana, también en entre los años 2010 al 2018 aparece un crecimiento discontinuo al sur la ciudad, los resultados obtenidos proporcionan información relevante para encaminar acciones de planificación y control de la expansión y conservación de recursos naturales.

Se ha determinado las zonas de niveles de peligro de inundación, encontrándose un área 48.91 hectáreas en la zona de un nivel de muy alto peligro y un área de 336.59 hectáreas en la zona de un nivel de alto peligro de inundación, acentuada en la parte baja de la ciudad. Esta delimitación de los niveles de peligro se constituye en una herramienta básica para incorporar la gestión del riesgo de desastres en la planificación urbana o territorial.

Los elementos expuestos en zona considerada de muy alto peligro de inundación, consisten en infraestructura de transporte, agua y saneamiento, educación, salud, viviendas y áreas de cultivo y pastoreo; esta información constituye la base para la planificación de medidas de corrección a fin de reducir el riesgo y dar seguridad a la población y sus medios de vida.

La evaluación del crecimiento de la huella urbana y los elementos expuestos al peligro muy alto de inundación entre los años 1990 y 2018, determina que los elementos

expuestos se han incrementado a medida ha crecido la población y se ha expandido ciudad, entendiéndose que la expansión de la huella urbana se ha dado en ausencia de planificación y control.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aliste E., Almendras, A., Contreras, M. (2012). *La Dinámica del Territorio en la Conurbación Concepción-Talcahuano: Huellas Urbanas para una Interpretación de las Transformaciones Ambientales Durante la Segunda Mitad del Siglo XX*. Revista de Geografía Norte Grande, pp. 5-18.
- Angel S., Lamson-Hall P., Galarza N. y Blei A. (2017). *Atlas de Expansión Urbana Colombia*. Volumen 1: Recuperado de <http://www.atlasexpansionurbanacolombia.org>.
- Arana Velarde, F. (2018). *El Crecimiento Urbano y su Influencia por el Cambio de Uso de Tierras en el Valle del Mantaro*. URI: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2167>.
- Alfaro D. Javier. 2006. *El Catastro y el Planeamiento Urbano en el Perú*. (pp. 10 – 12). Lima.
- Banco Interamericano de Desarrollo (2011). *Sostenibilidad Urbana en América Latina y el Caribe*.
- Banco Interamericano de Desarrollo (2016). *De Ciudades Emergentes a Ciudades Sostenibles*. Ediciones ARQ. Santiago, Chile.
- Banco Interamericano de Desarrollo (2014). *Guía metodológica Iniciativa Ciudades Emergentes y Sostenibles*. Segunda Edición.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED (2014). *Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales*. 2da Versión. Lima.

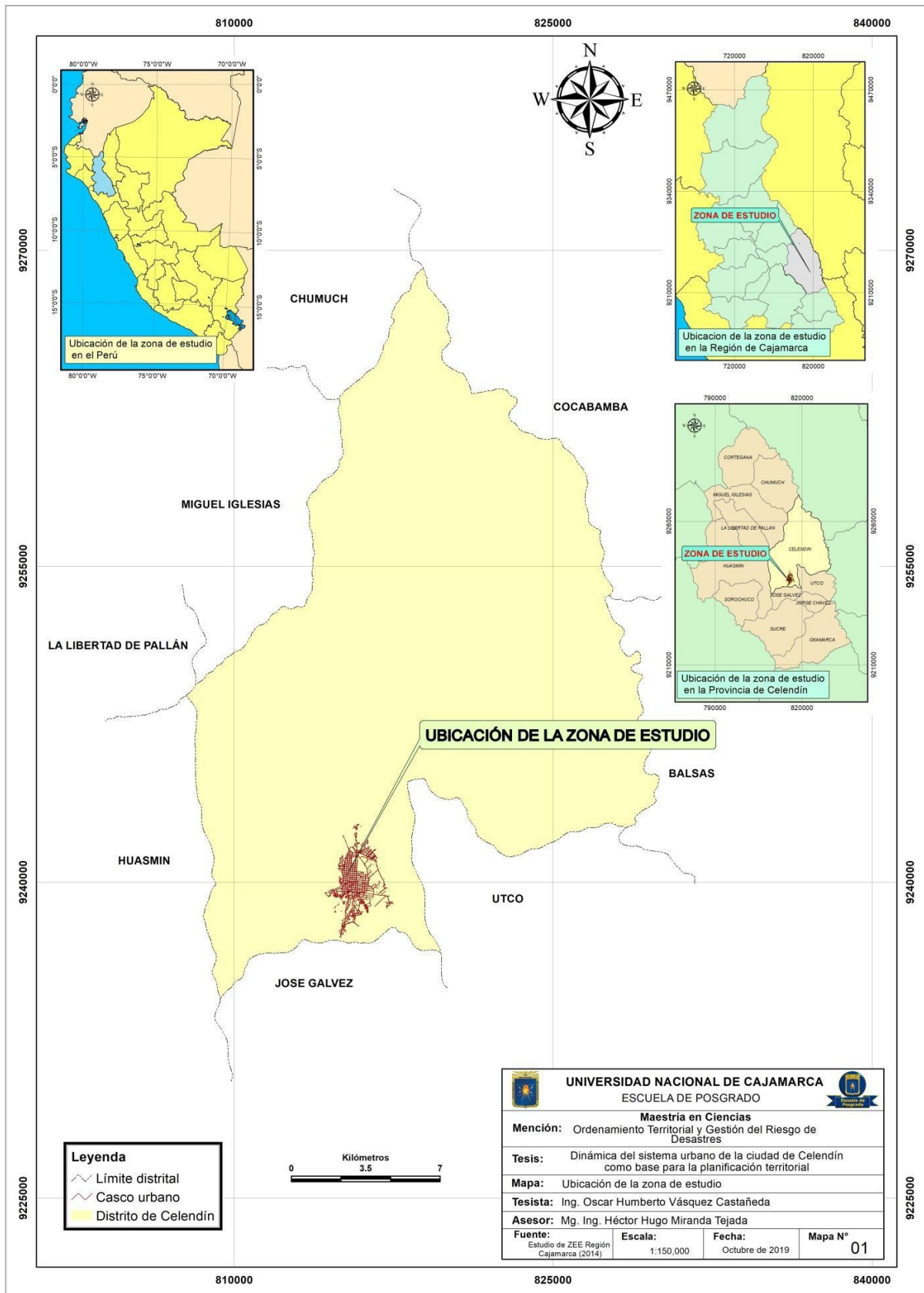
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED (2014). *Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Inundaciones Fluviales*. Lima.
- CEPAL & ONU HABITAT & MINURVI. (2017). *Plan de Acción Regional para la implementación de la Nueva Agenda Urbana en América Latina y el Caribe 2016-2036*.
- Contreras, F. I., & Fantin, M. A. (2015). *El Riesgo de la Población a Inundaciones por Lluvias como Consecuencia de la Dinámica de Expansión Urbana Sobre Paisajes Anegadizos. El Caso de la Ciudad de Corrientes (Argentina)*. FOLIA HISTORICA DEL NORDESTE. pp. 97-112.
- Del Castillo N. y Castillo C. (2009). *La Huella Construida de la Oportunidad*. Recuperado de <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n42/ab-mcas.html>.
- Fernández Maldonado, Ana M. (2015). *Planeamiento Urbano y Producción de Vivienda en el Perú*. Ediciones Abya-Yala. Lima.
- Gobierno Regional Cajamarca. *Estudio de Zonificación Ecológica y Económica de la Región Cajamarca – ZEE*. Recuperado de <https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/>.
- Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI (2018). *Compendio Estadístico del INDECI 2018: Preparación – Respuesta – Rehabilitación*, 1ra. Edición, Lima.
- Instituto Nacional de Estadísticas e Informática – INEI Perú: *Censos Nacionales de Población y Vivienda*. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/censos/>.
- Instituto Nacional de Estadísticas e Informática. (2018). Perú: *Perfil Sociodemográfico, Informe Nacional*. (pp. 17-18). Lima.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2016). *Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano Sostenible: DS N° 022-2016-VIVIENDA*. Lima: El Peruano

- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2016). *Informe Nacional de Perú. Habitat III*. Lima.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2017). *Propuesta de la Política Nacional de Vivienda y Urbanismo*. Lima.
- Pérez-Morales, A., Gil-Guirado, S., & Olcina, J. (2016). *La Información Catastral como Herramienta para el Análisis de la Exposición al Peligro de Inundaciones en el Litoral Mediterráneo Español*. EURE (Santiago), 42(127), 231-256.
- Presidencia del Consejo de Ministros – PCM (2014). *D.S. N° 031-2014-PCM, aprueba el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – PLANAGERD 2014-2021*. Lima.
- Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-HABITAT, 2016). *Urbanización y Desarrollo: Reporte de Ciudades del Mundo*. (pp. 6, 36, 37, 79).
- Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo - PNUD (2008). *Manual para el Desarrollo de Ciudades Sostenibles, Enfocado en la Seguridad Física*. Primera Edición, Perú.
- Ramírez, M. L., Pértile V. C. (2017). *Crecimiento Poblacional, Expansión Urbana y Cambio de Usos de Suelo en Ciudades Intermedias de la Provincia del Chaco, Argentina*. El caso de Juan José Castelli. Estudios Socioterritoriales. Revista de Geografía, (21), pp. 111-131.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI. *Datos de precipitación Estación Celendín*. Recuperado de <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo A. Ubicación del área de estudio

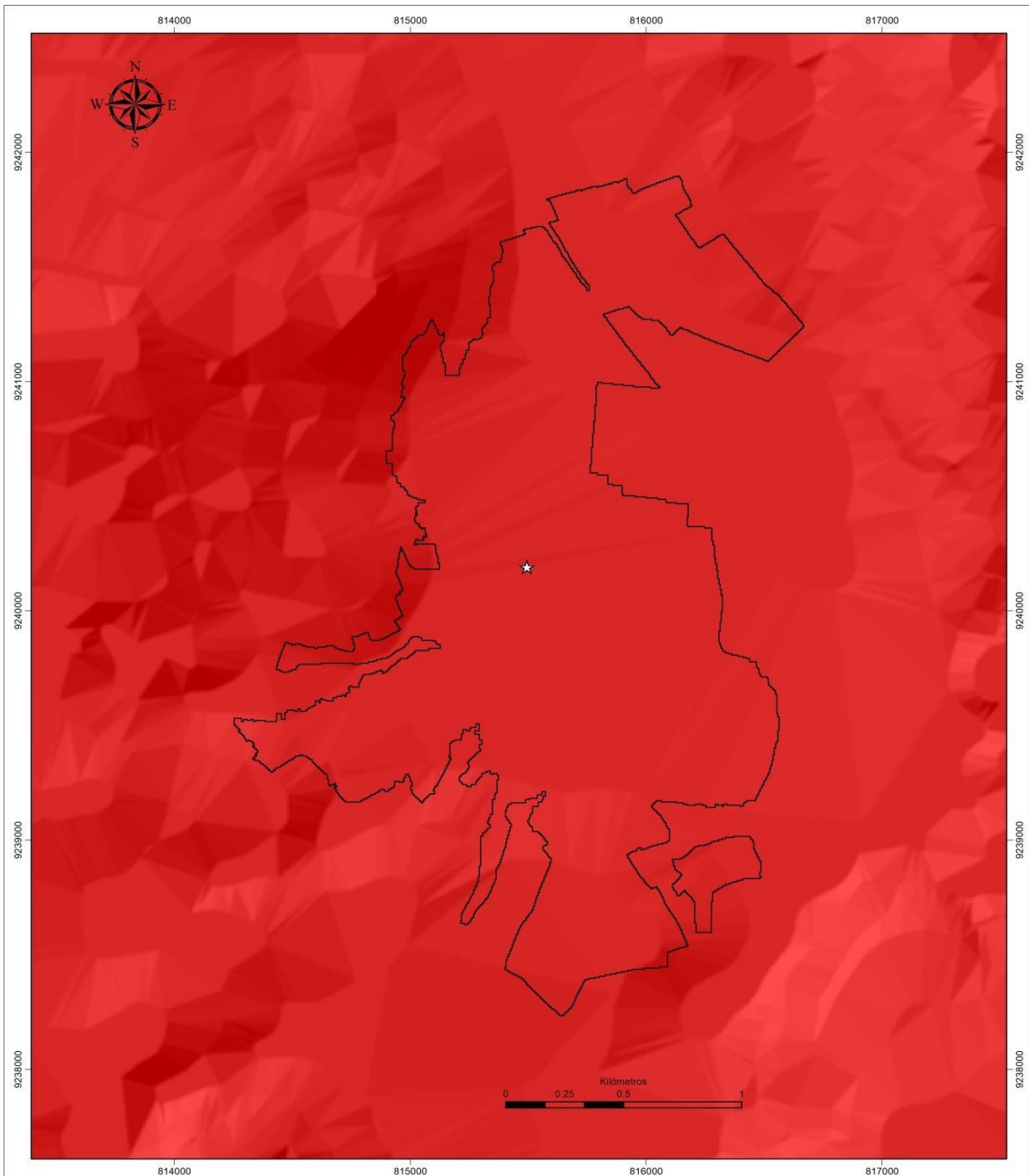


Anexo B. Caracterización de extremos de precipitación

Umbrales de precipitación	Caracterización de lluvias extremas
Precipitación acumulada diaria > Percentil 99	Extremadamente lluvioso
Percentil 95 < Precipitación acumulada diaria ≤ Percentil 99	Muy lluvioso
Percentil 90 < Precipitación acumulada diaria ≤ Percentil 95	Lluvioso
Percentil 75 < Precipitación acumulada diaria ≤ Percentil 90	Moderadamente lluvioso
Precipitación acumulada diaria ≤ Percentil 75	Lluvia usual

Fuente: SENAMHI, 2014. Adaptado por CENEPRED, 2017.

Anexo C. Mapa de precipitación categoría extremadamente lluvioso en la zona de estudio

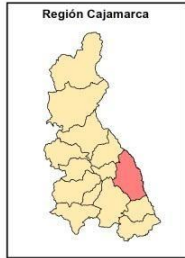



Leyenda

- ☆ Centro urbano
- Huella urbana

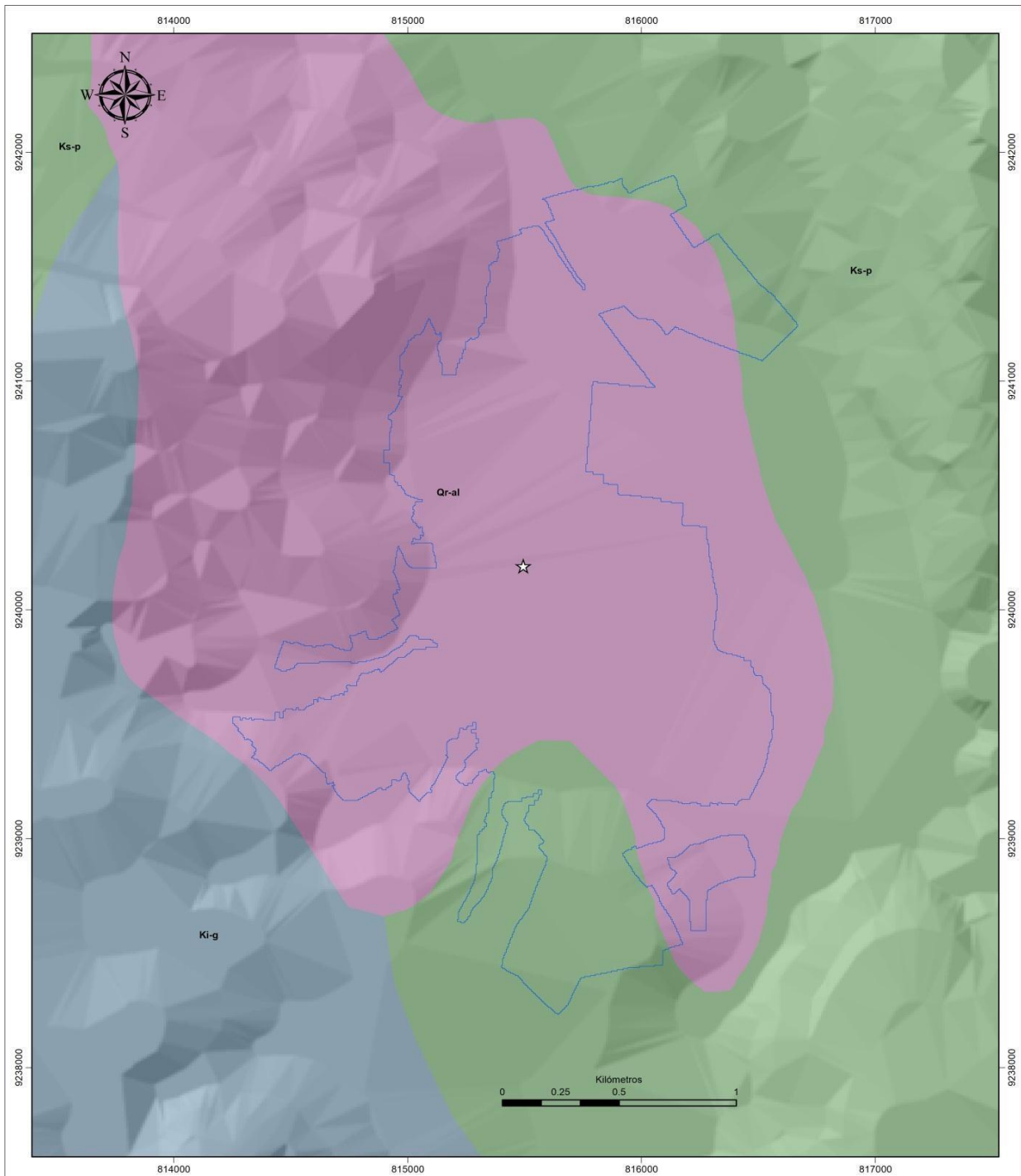
Umbral de precipitación

- Superior al percentil 99

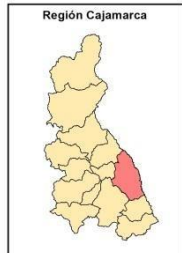



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSGRADO			
Maestría en Ciencias Ordenamiento Territorial y Gestión del Riesgo de Desastres			
Mención: Ordenamiento Territorial y Gestión del Riesgo de Desastres			
Tesis: Dinámica del sistema urbano de la ciudad de Celendín como base para la planificación territorial			
Mapa: Precipitación de categoría extremadamente lluvioso			
Tesista: Ing. Oscar Humberto Vásquez Castañeda			
Asesor: Mg. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada			
Fuente: Elaboración propia	Escala: 1:15,000	Fecha: Octubre de 2019	Mapa N° 02

Anexo D. Mapa de geología de la zona de estudio

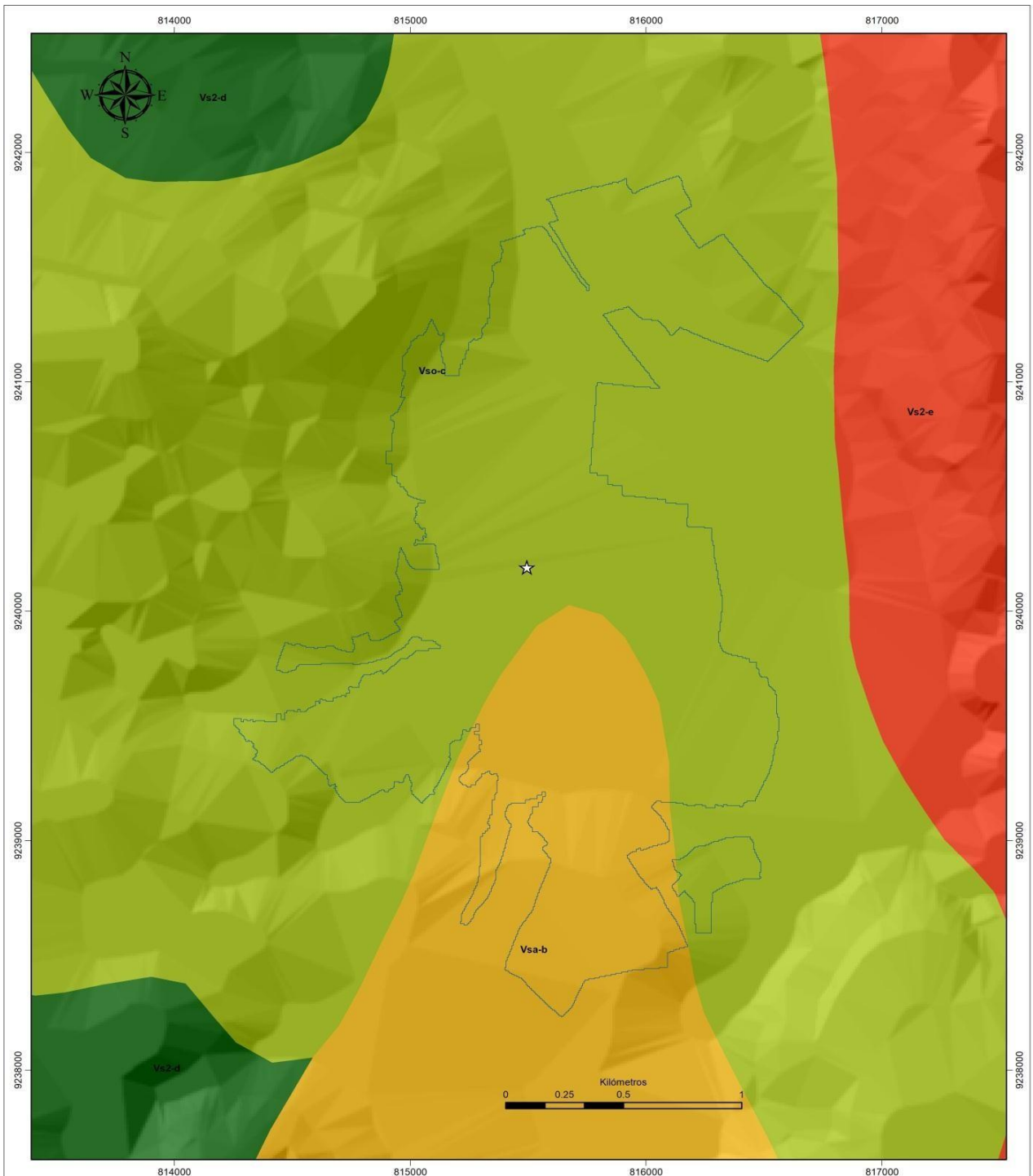


Leyenda	
☆	Centro urbano
□	Huella urbana
Geología	
■	Depósito aluvial reciente, Qr-al
■	Formación Pullucana, Ks-p
■	Grupo. Goyllarisquizga, Ki-g

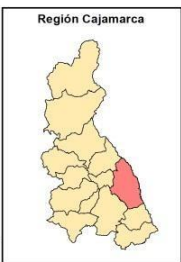


 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSGRADO			
Maestría en Ciencias			
Mención: Ordenamiento Territorial y Gestión del Riesgo de Desastres			
Tesis: Dinámica del sistema urbano de la ciudad de Celendín como base para la planificación territorial			
Mapa: Geología			
Tesista: Ing. Oscar Humberto Vásquez Castañeda			
Asesor: Mg. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada			
Fuente: Estudio ZEE Región Cajamarca (2014)	Escala: 1:15,000	Fecha: Octubre de 2019	Mapa N° 03

Anexo E. Mapa de geomorfología de la zona de estudio

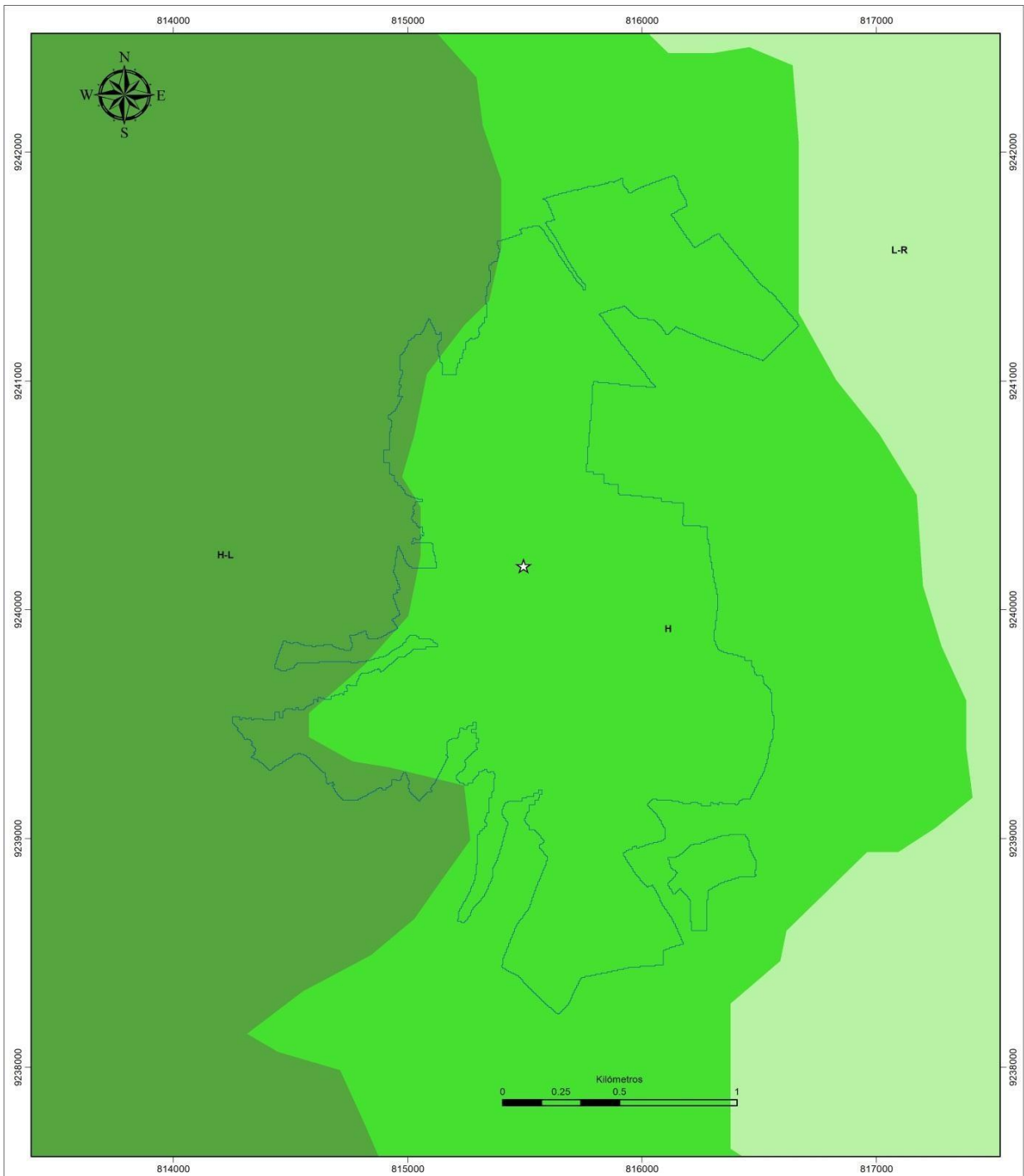


Legenda	
☆	Centro urbano
□	Huella urbana
Geomorfología	
■	Vertiente allanada a disectada, Vso-c
■	Vertiente allanada, Vsa-b
■	Vert. montañosa escarpada, Vs2-e
■	Vert. mont. moderadamente emp. Vs2-d



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA			
ESCUELA DE POSGRADO			
Maestría en Ciencias			
Mención: Ordenamiento Territorial y Gestión del Riesgo de Desastres			
Tesis: Dinámica del sistema urbano de la ciudad de Celendín como base para la planificación territorial			
Mapa: Geomorfología			
Tesista: Ing. Oscar Humberto Vásquez Castañeda			
Asesor: Mg. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada			
Fuente: Estudio ZEE Región Cajamarca (2014)	Escala: 1:15,000	Fecha: Octubre de 2019	Mapa N° 04

Anexo F. Mapa de suelos de la zona de estudio

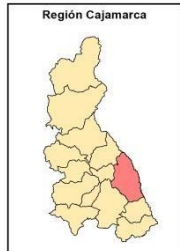


Leyenda

- ☆ Centro urbano
- Huella urbana

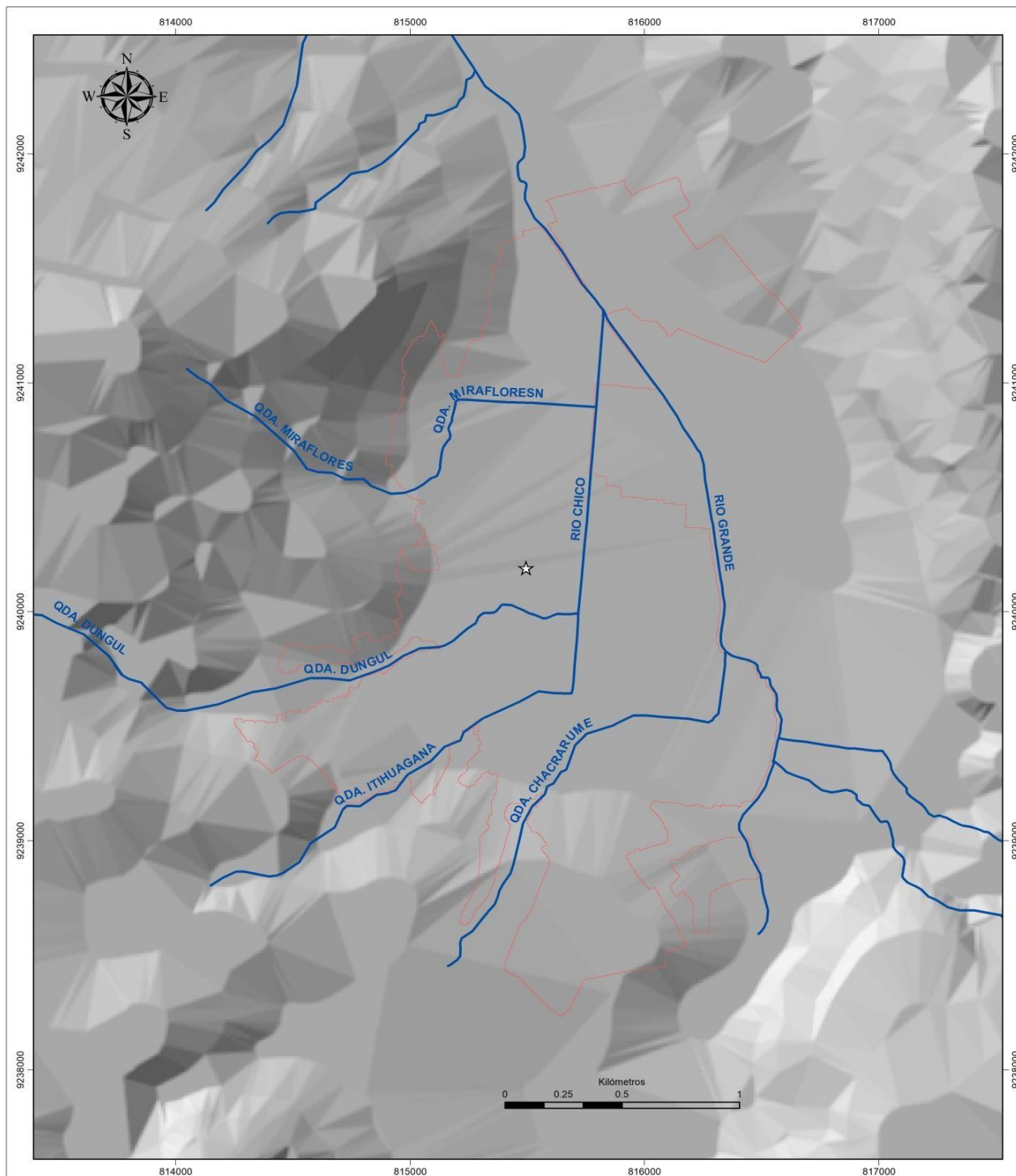
Suelos

- Leptosol-Regosol
- Phaeozem
- Phaeozem-Leptosol

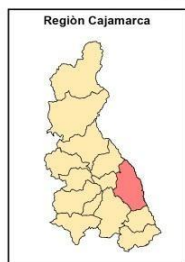


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSGRADO			
Maestría en Ciencias Mención: Ordenamiento Territorial y Gestión del Riesgo de Desastres			
Tesis: Dinámica del sistema urbano de la ciudad de Celendín como base para la planificación territorial			
Mapa: Suelos			
Tesista: Ing. Oscar Humberto Vásquez Castañeda			
Asesor: Mg. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada			
Fuente: <small>Estudio ZEE Región Cajamarca (2014)</small>	Escala: 1:15,000	Fecha: Octubre de 2019	Mapa N° 05

Anexo G. Mapa de hidrografía de la zona de estudio



Leyenda	
	Centro urbano
	Ríos - quebradas
	Huella urbana



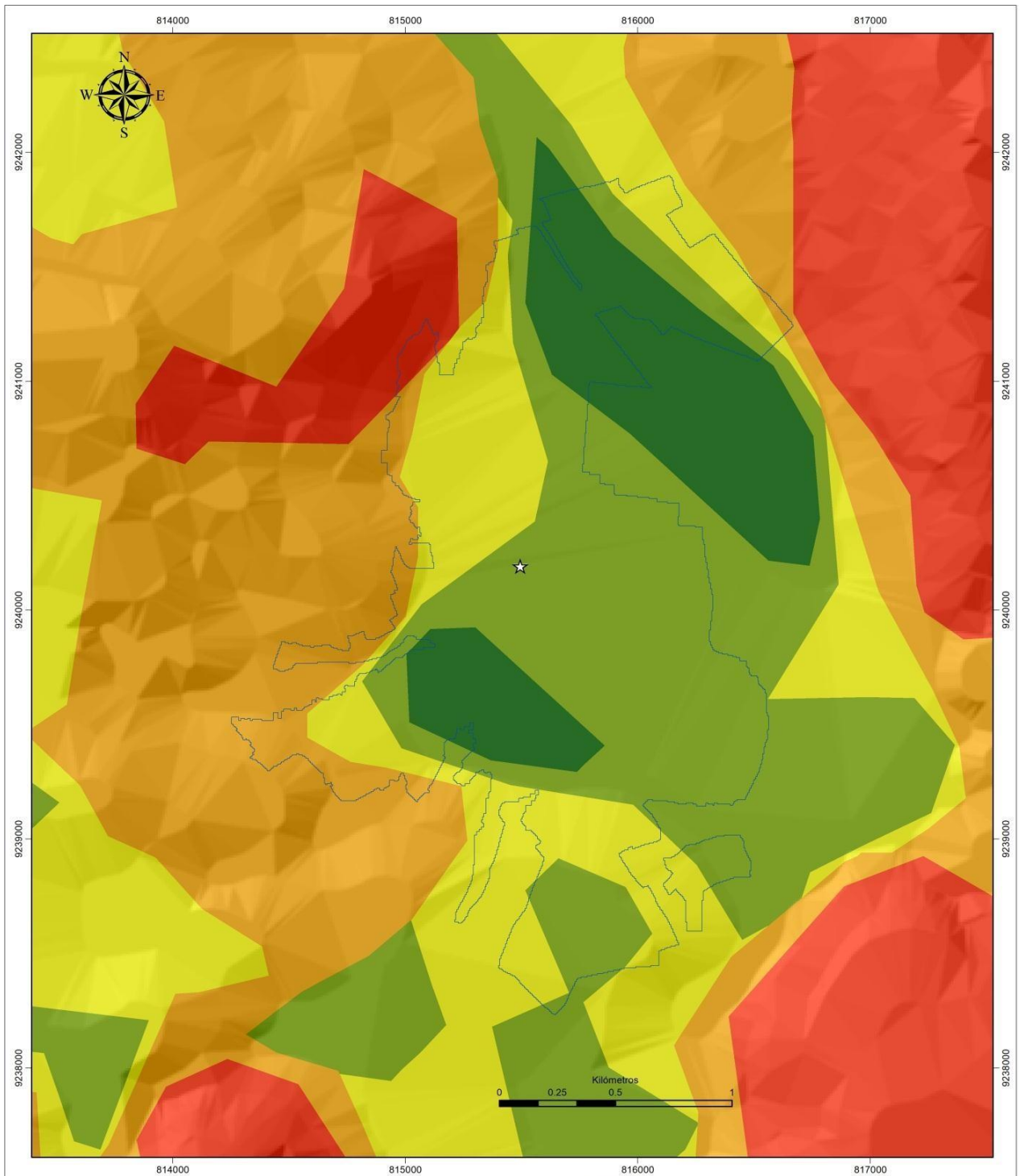
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA			
ESCUELA DE POSGRADO			
Maestría en Ciencias			
Mención: Ordenamiento Territorial y Gestión del Riesgo de Desastres			
Tesis: Dinámica del sistema urbano de la ciudad de Celendín como base para la planificación territorial			
Mapa: Ríos - quebradas			
Tesista: Ing. Oscar Humberto Vásquez Castañeda			
Asesor: Mg. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada			
Fuente: Estudio ZEE Región Cajamarca (2014)	Escala: 1:15,000	Fecha: Octubre de 2019	Mapa N° 06

Anexo H. Rangos de pendientes

Rangos	Descripción
$< 4^\circ$	Nula o casi a nivel
$4^\circ - 8^\circ$	Ligeramente inclinada
$8^\circ - 15^\circ$	Ligeramente inclinada a moderadamente empinada
$15^\circ - 25^\circ$	Moderadamente empinada
$> 25^\circ$	Empinada a muy empinada

Fuente: Estudio de ZEE Región Cajamarca, 2014.

Anexo I. Mapa de pendientes de la zona de estudio

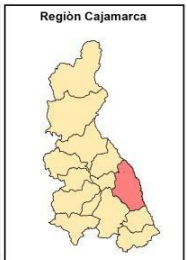



Leyenda

- ☆ Centro urbano
- Huella urbana

Pendiente

- Nula o casi a nivel
- Ligeramente inclinada
- Ligeramente incl. a moderadamente emp.
- Moderadamente empinada
- Empinada a muy empinada



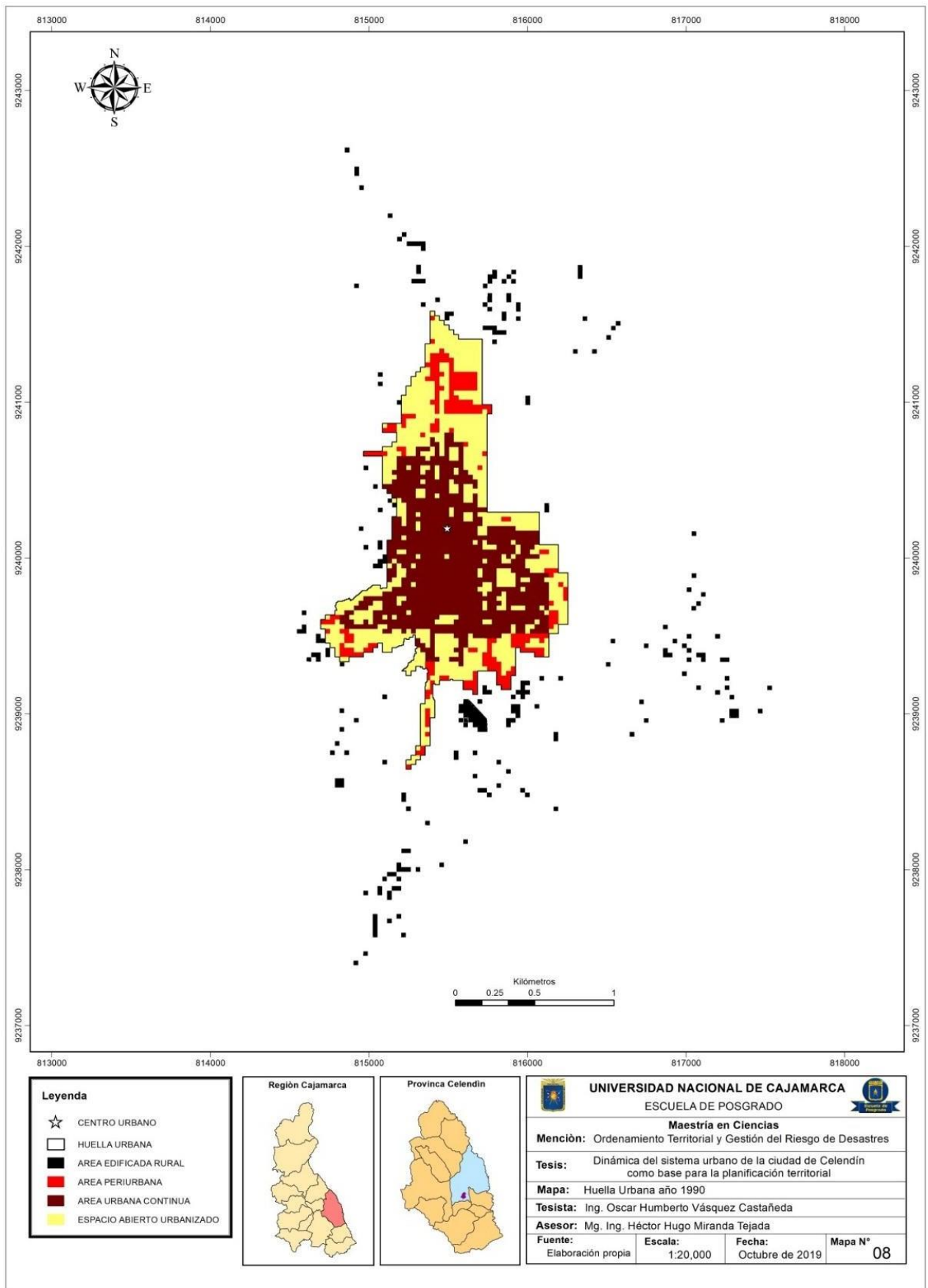
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSGRADO			
Maestría en Ciencias			
Mención: Ordenamiento Territorial y Gestión del Riesgo de Desastres			
Tesis: Dinámica del sistema urbano de la ciudad de Celendin como base para la planificación territorial			
Mapa: Pendientes			
Tesista: Ing. Oscar Humberto Vásquez Castañeda			
Asesor: Mg. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada			
Fuente: <small>Estudio ZEE Región Cajamarca (2014)</small>	Escala: 1:15,000	Fecha: Octubre de 2019	Mapa N° 07

Anexo J. Escala de Saaty

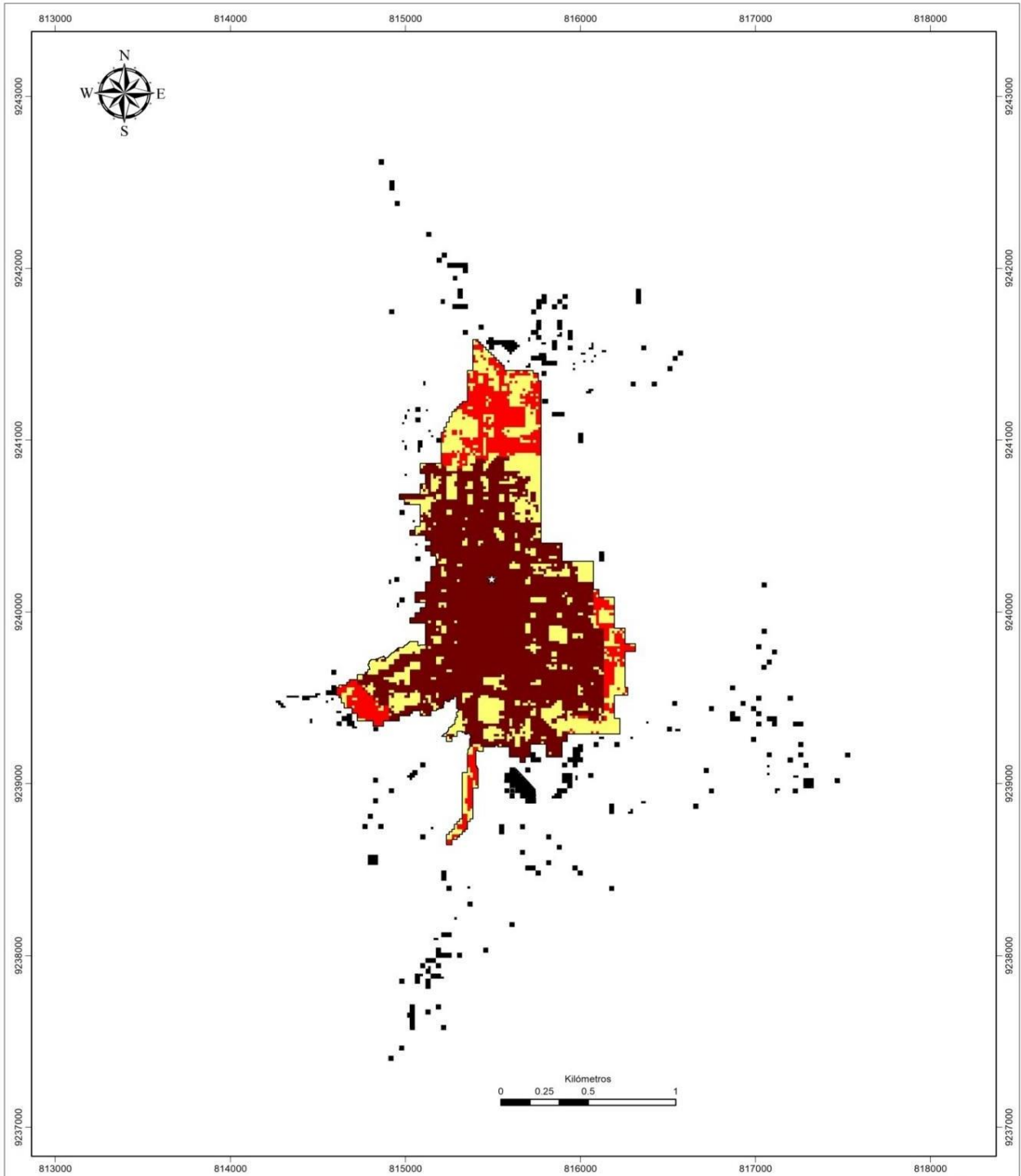
Escala numérica	Escala verbal	Explicación
9	Absolutamente o muchísimo más importante que ...	Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro el primero se considera 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 o diferente a ...	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante que ...	Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante que el segundo.
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

Fuente: Saaty (1980)

Anexo K. Mapa de la huella urbana de la ciudad de Celendín año 1990

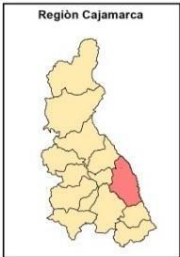


Anexo L. Mapa de la huella urbana de la ciudad de Celendín año 2000



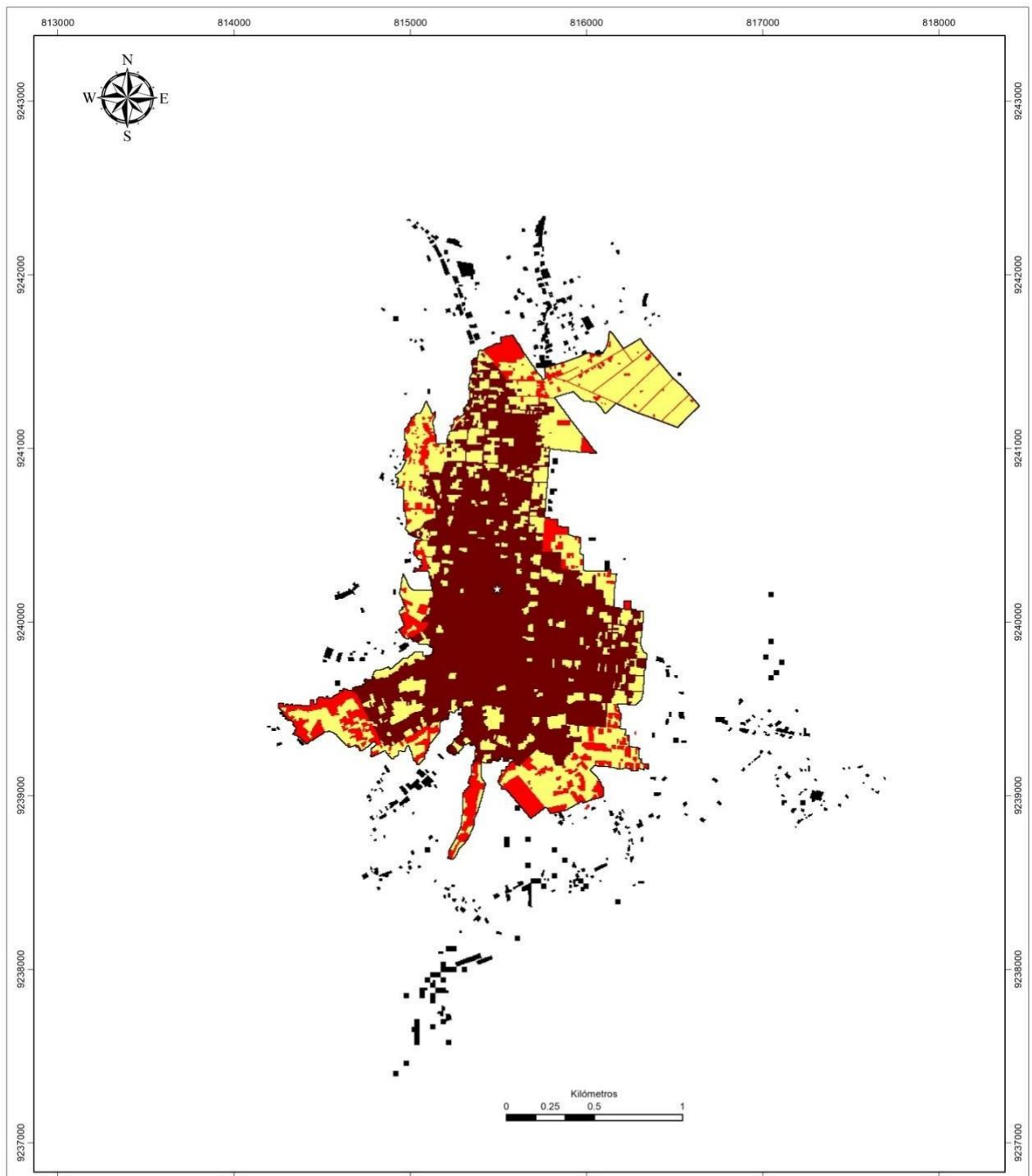
Leyenda

☆	CENTRO URBANO
□	HUELLA URBANA
■	AREA EDIFICADA RURAL
■	AREA PERIURBANA
■	AREA URBANA CONTINUA
■	ESPACIO ABIERTO URBANIZADO



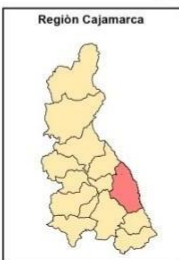
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA			
ESCUELA DE POSGRADO			
Maestría en Ciencias			
Mención: Ordenamiento Territorial y Gestión del Riesgo de Desastres			
Tesis: Dinámica del sistema urbano de la ciudad de Celendín como base para la planificación territorial			
Mapa: Huella Urbana año 2000			
Tesista: Ing. Oscar Humberto Vásquez Castañeda			
Asesor: Mg. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada			
Fuente: Elaboración propia	Escala: 1:20,000	Fecha: Octubre de 2019	Mapa N° 09

Anexo M. Mapa de la huella urbana de la ciudad de Celendín año 2010



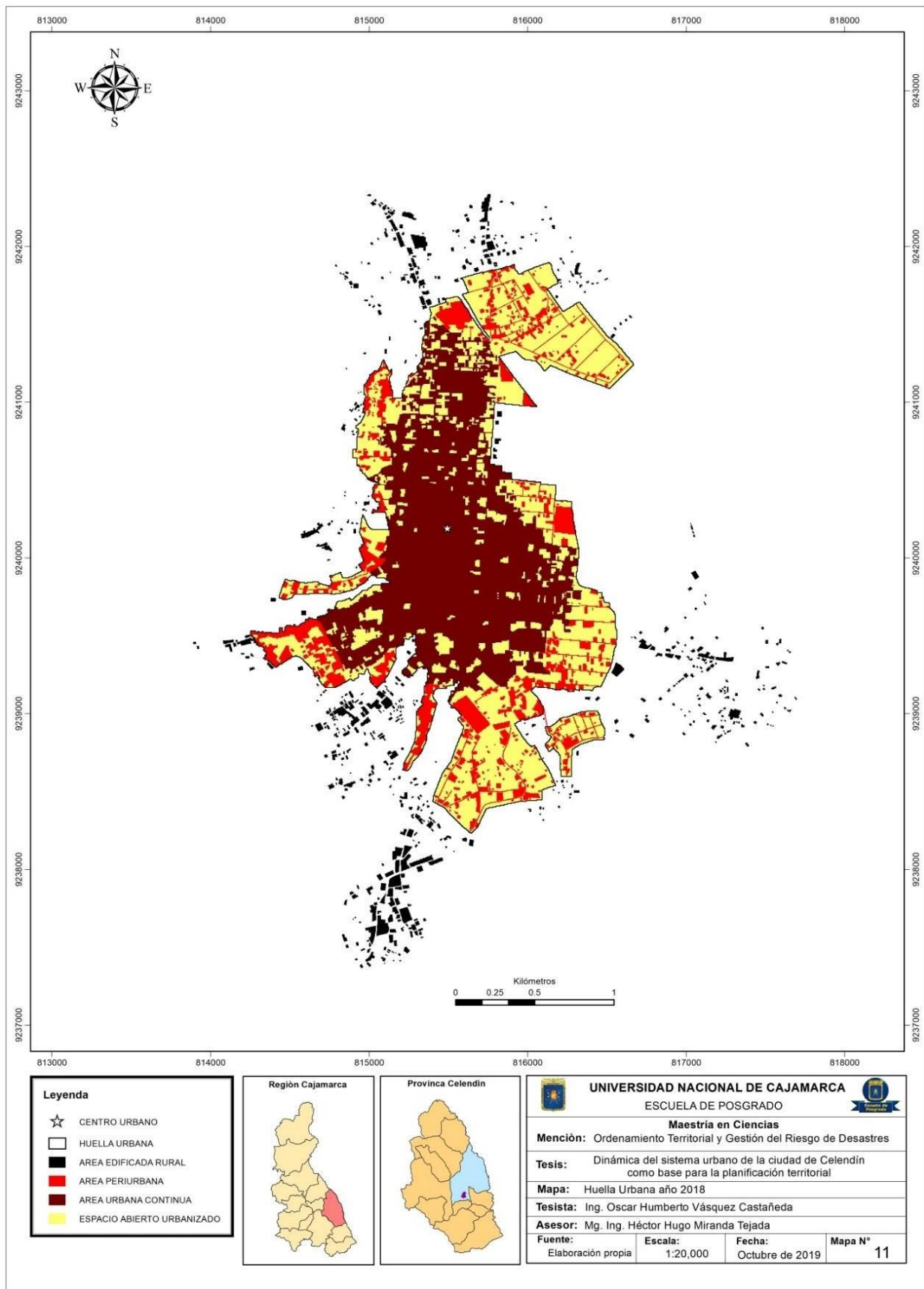
Leyenda

- ☆ CENTRO URBANO
- HUELLA URBANA
- AREA EDIFICADA RURAL
- AREA PERIURBANA
- AREA URBANA CONTINUA
- ESPACIO ABIERTO URBANIZADO

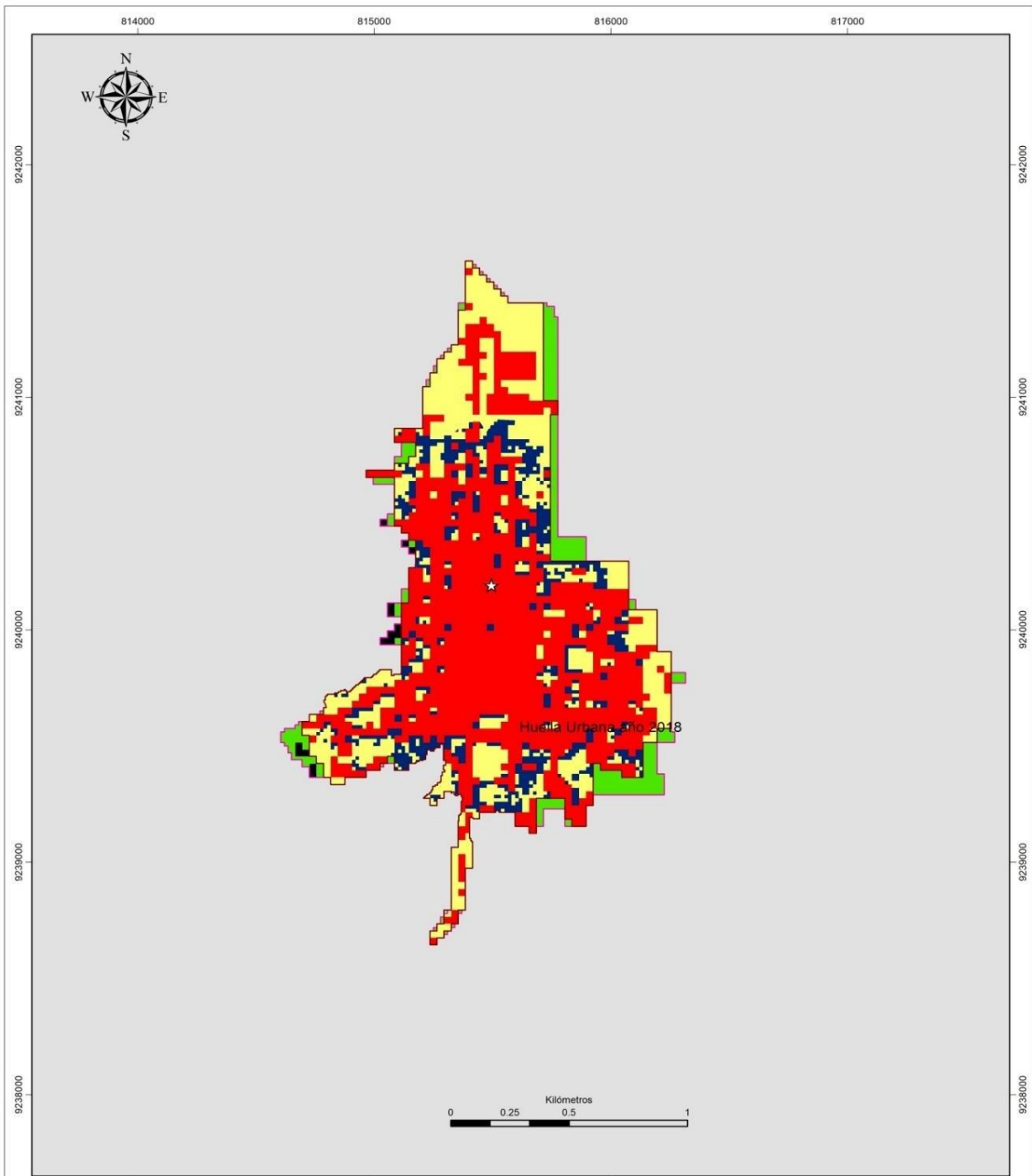


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSGRADO			
Maestría en Ciencias			
Mención: Ordenamiento Territorial y Gestión del Riesgo de Desastres			
Tesis: Dinámica del sistema urbano de la ciudad de Celendín como base para la planificación territorial			
Mapa: Huella Urbana año 2010			
Tesista: Ing. Oscar Humberto Vásquez Castañeda			
Asesor: Mg. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada			
Fuente: Elaboración propia	Escala: 1:20,000	Fecha: Octubre de 2019	Mapa N° 10

Anexo N. Mapa de la huella urbana de la ciudad de Celendín año 2018

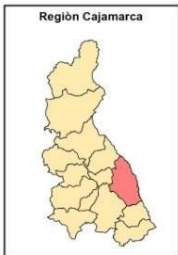


Anexo O. Mapa de expansión de la huella urbana de la ciudad de Celendín (1990 – 2000)



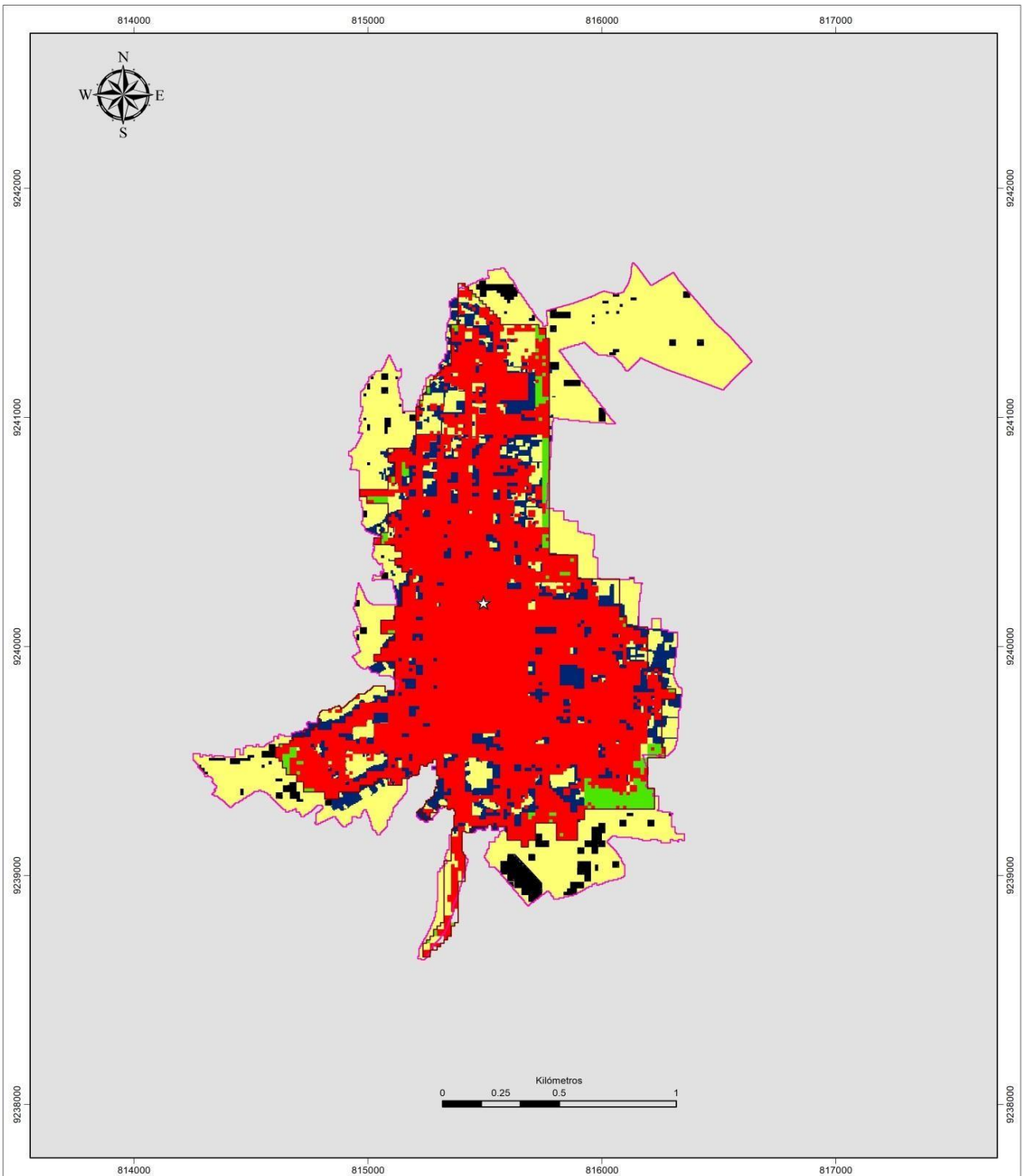
Leyenda

- ☆ CENTRO URBANO
- HUELLA_1990
- HUELLA_2000
- INCLUSION
- EXTENSION
- RELLENO
- AREA EDIFICADA 1990
- ESPACIO ABIERTO URBANIZADO



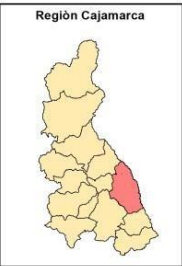
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA			
ESCUELA DE POSGRADO			
Maestría en Ciencias			
Mención: Ordenamiento Territorial y Gestión del Riesgo de Desastres			
Tesis: Dinámica del sistema urbano de la ciudad de Celendín como base para la planificación territorial			
Mapa: Expansion de la huella urbana año 1990 - 2000			
Tejista: Ing. Oscar Humberto Vásquez Castañeda			
Asesor: Mg. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada			
Fuente: Elaboración propia	Escala: 1:15,000	Fecha: Octubre de 2019	Mapa N° 12

Anexo P. Mapa de expansión de la huella urbana de la ciudad de Celendín (2000 – 2010)



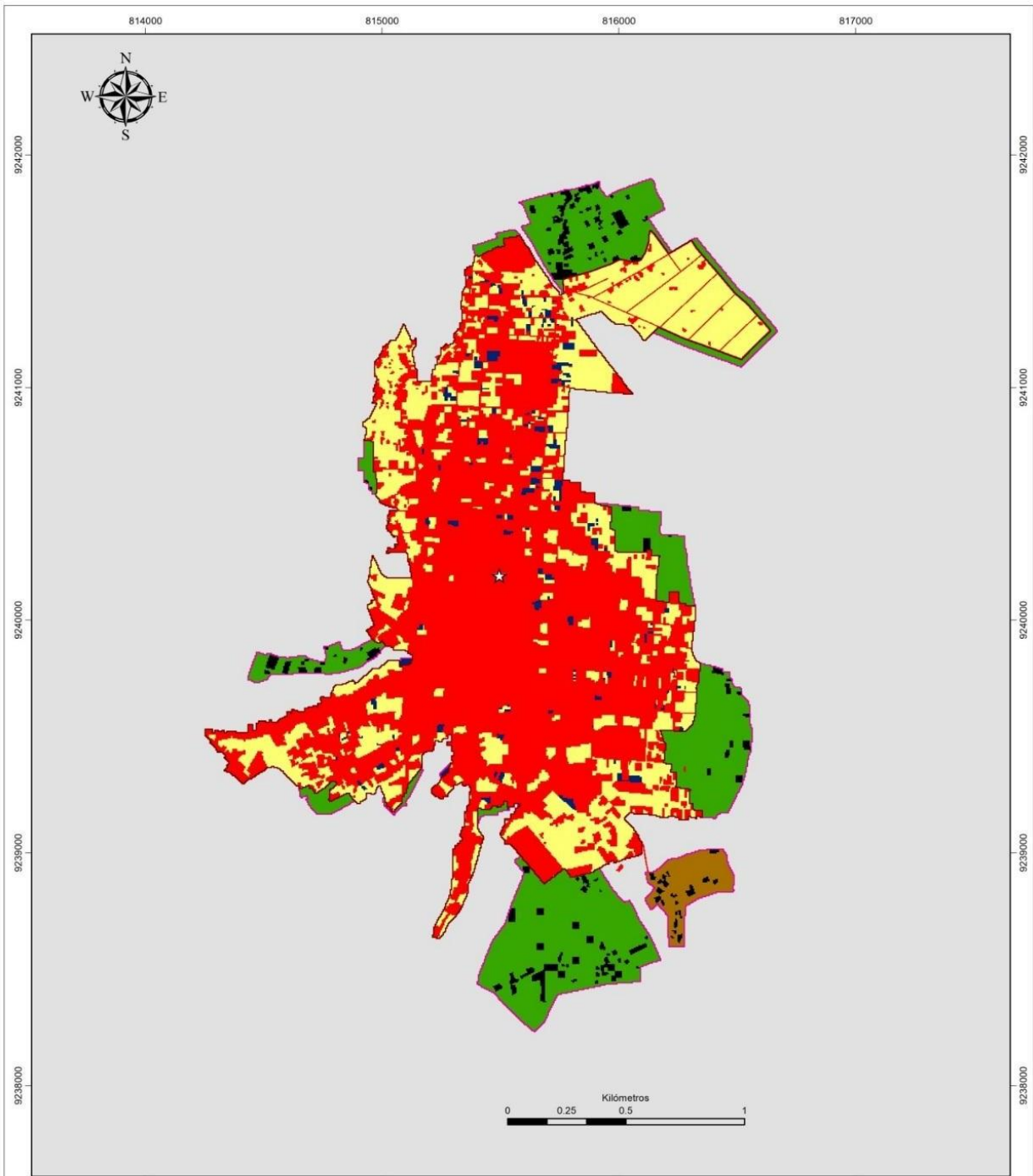
Leyenda

- ☆ CENTRO URBANO
- HUELLA_2000
- HUELLA_2010
- INCLUSION
- EXTENSION
- RELLENO
- AREA EDIFICADA 2000
- ESPACIO ABIERTO URBANIZADO



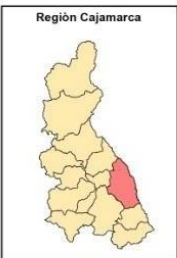
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSGRADO			
Maestría en Ciencias			
Mención: Ordenamiento Territorial y Gestión del Riesgo de Desastres			
Tesis: Dinámica del sistema urbano de la ciudad de Celendín como base para la planificación territorial			
Mapa: Expansion de la huella urbana año 2000 - 2010			
Tesista: Ing. Oscar Humberto Vásquez Castañeda			
Asesor: Mg. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada			
Fuente: Elaboración propia	Escala: 1:15,000	Fecha: Octubre de 2019	Mapa N° 13

Anexo Q. Mapa de expansión de la huella urbana de la ciudad de Celendín (2010 – 2018)



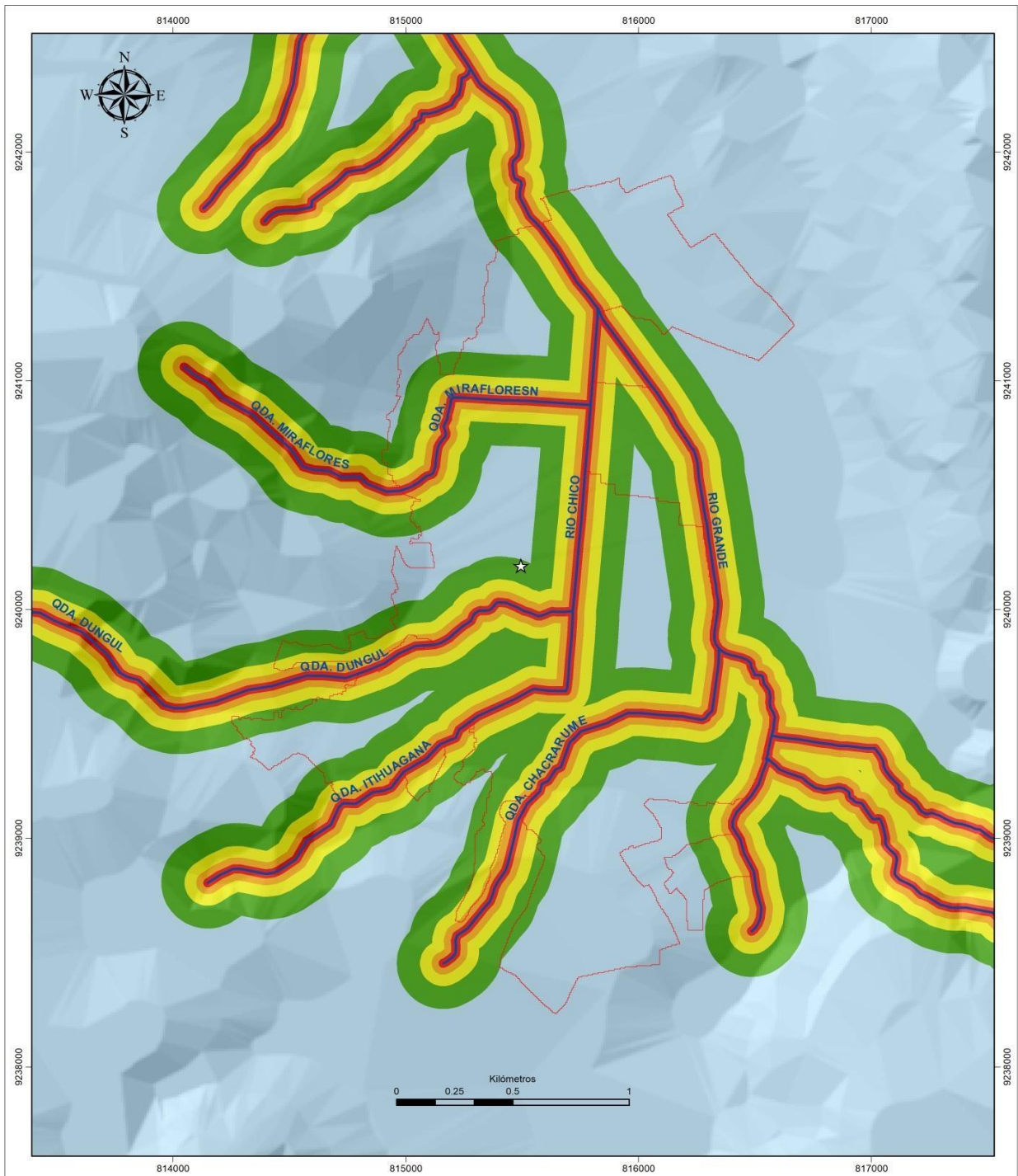
Leyenda

- ☆ CENTRO URBANO
- HUELLA_2010
- HUELLA_2018
- INCLUSION
- EXTENSION
- CRECIMIENTO DISCONTINUO
- RELLENO
- AREA EDIFICADA 2010
- ESPACIO ABIERTO URBANIZADO



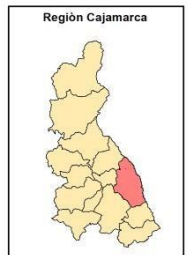
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSGRADO				
Maestría en Ciencias				
Mención: Ordenamiento Territorial y Gestión del Riesgo de Desastres				
Tesis: Dinámica del sistema urbano de la ciudad de Celendín como base para la planificación territorial				
Mapa: Expansión de la huella urbana año 2010 - 2018				
Tesista: Ing. Oscar Humberto Vásquez Castañeda				
Asesor: Mg. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada				
Fuente: Elaboración propia	Escala: 1:15,000	Fecha: Octubre de 2019	Mapa N° 14	

Anexo R. Mapa de cercanía a fuentes de agua (ríos) en la zona de estudio



Leyenda

- ☆ Centro urbano
- ~ Ríos - quebradas
- Huella urbana
- Cercanía a ríos**
- Menor a 20m
- Entre 20 y 50m
- Entre 50 y 100m
- Entre 100 y 200m
- Mayor a 200m



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 ESCUELA DE POSGRADO
Maestría en Ciencias
Mención: Ordenamiento Territorial y Gestión del Riesgo de Desastres

Tesis: Dinámica del sistema urbano de la ciudad de Celendín como base para la planificación territorial

Mapa: Cercanía a ríos o quebradas

Tesista: Ing. Oscar Humberto Vásquez Castañeda

Asesor: Mg. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada

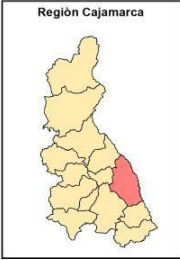
Fuente: Elaboración propia	Escala: 1:15,000	Fecha: Octubre de 2019	Mapa N° 15
--------------------------------------	----------------------------	----------------------------------	----------------------

Anexo S. Mapa de peligro (con imagen satelital) de inundación de la ciudad de Celendín



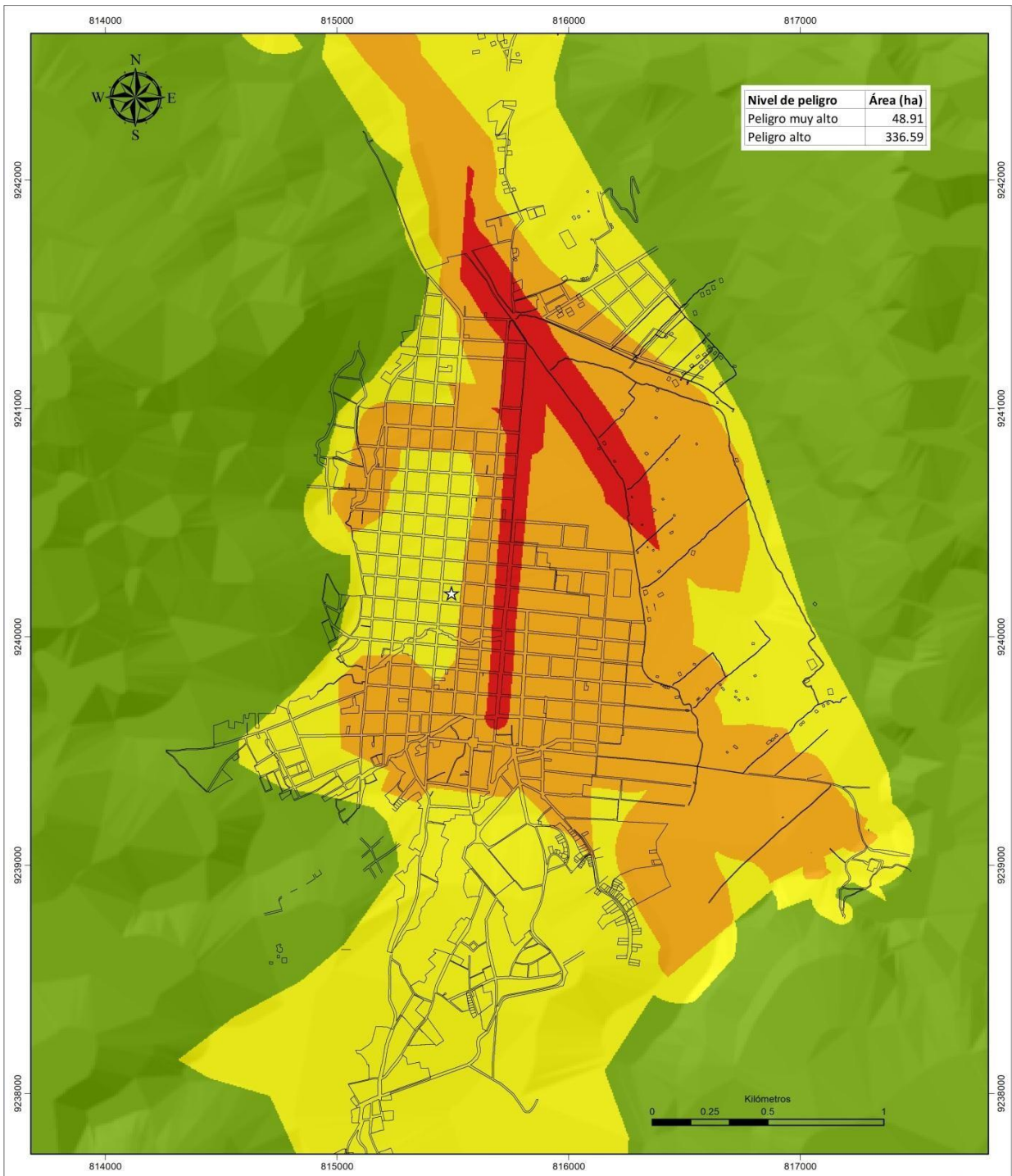
Nivel de peligro	Área (ha)
Peligro muy alto	48.91
Peligro alto	336.59

Leyenda	
☆	CENTRO URBANO
~	PLANO
DESCRI	
	PELIGRO MUY ALTO
	PELIGRO ALTO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSGRADO			
Maestría en Ciencias			
Mención: Ordenamiento Territorial y Gestión del Riesgo de Desastres			
Tesis: Dinámica del sistema urbano de la ciudad de Celendin como base para la planificación territorial			
Mapa: Imagen satelital de nivel de peligro de la ciudad de la Celendin			
Tesista: Ing. Oscar Humberto Vásquez Castañeda			
Asesor: Mg. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada			
Fuente: Elaboración propia Google Earth	Escala: 1:15,000	Fecha: Octubre de 2019	Mapa N° 16-A

Anexo T. Mapa de peligro de inundación de la ciudad de Celendín

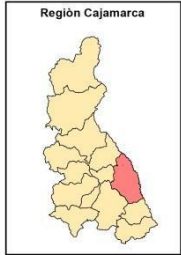


Leyenda

- ☆ CENTRO URBANO
- ~ PLANO

NIVEL DE PELIGRO

- PELIGRO MUY ALTO
- PELIGRO ALTO
- PELIGRO MEDIO
- PELIGRO BAJO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA DE POSGRADO

Maestría en Ciencias

Mención: Ordenamiento Territorial y Gestión del Riesgo de Desastres

Tesis: Dinámica del sistema urbano de la ciudad de Celendín como base para la planificación territorial

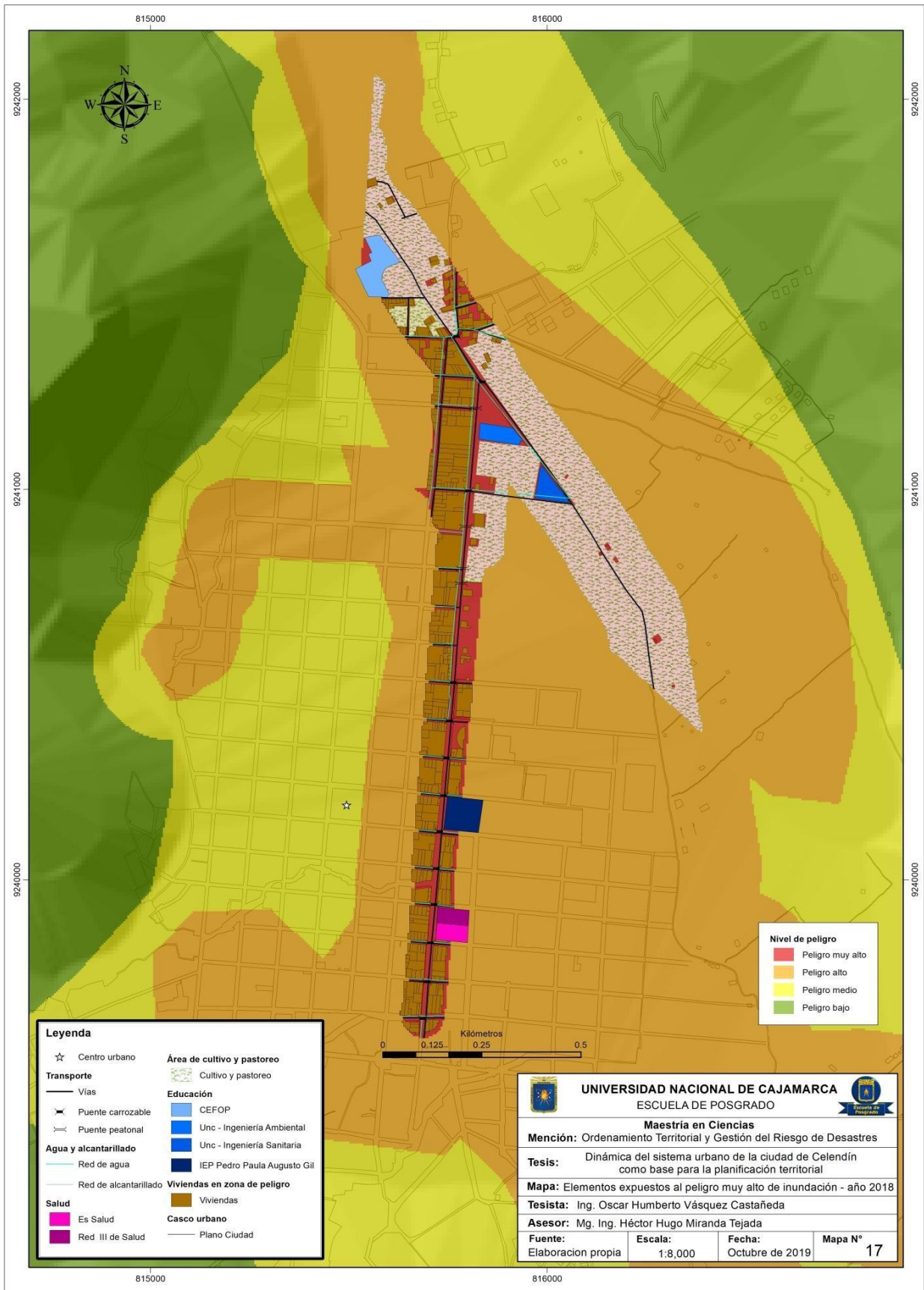
Mapa: Nivel de peligro de la ciudad de Celendín

Tesista: Ing. Oscar Humberto Vásquez Castañeda

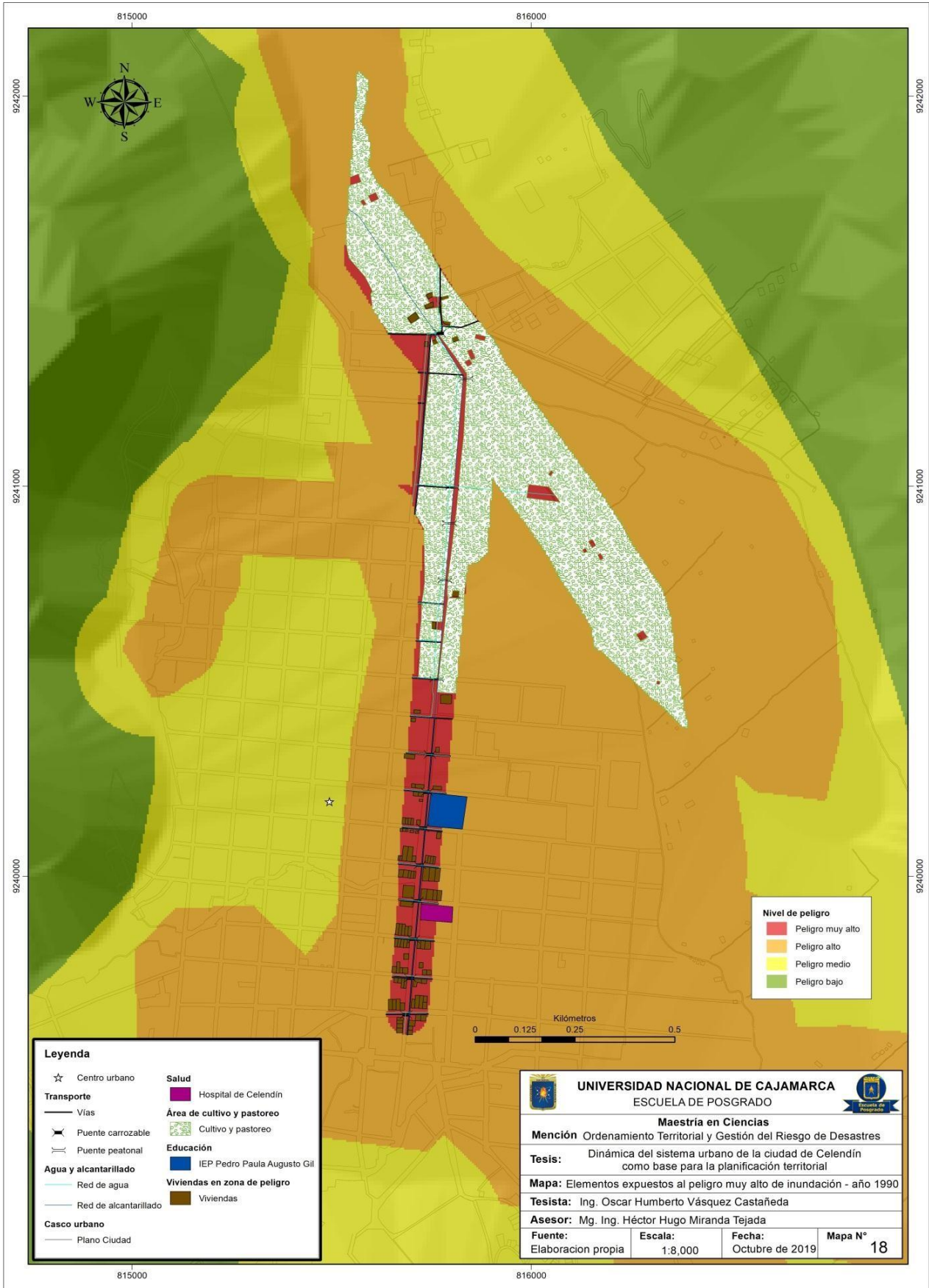
Asesor: Mg. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada

Fuente: Elaboración propia	Escala: 1:15,000	Fecha: Octubre de 2019	Mapa N° 16
--------------------------------------	----------------------------	----------------------------------	----------------------

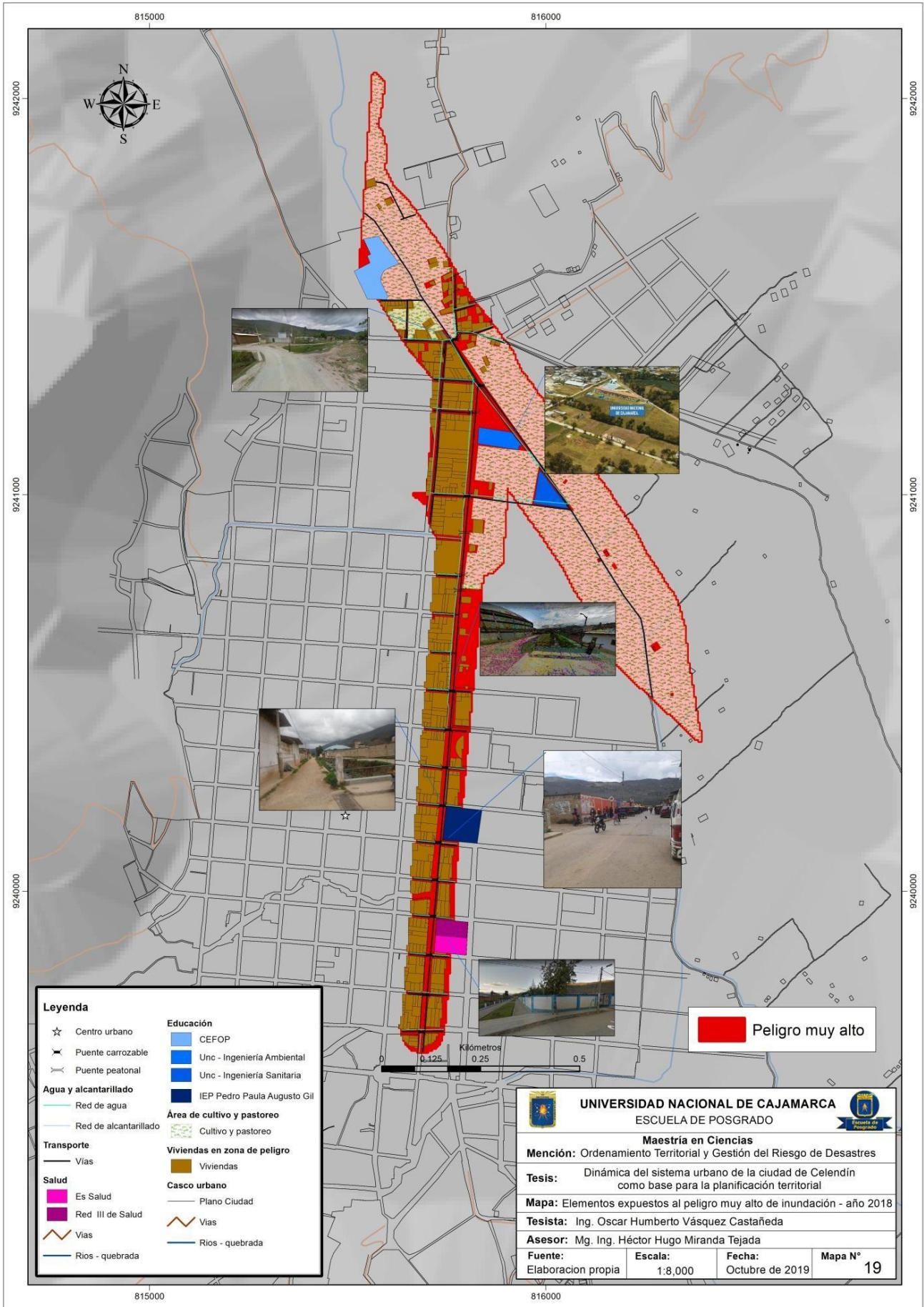
Anexo U. Mapa de elementos expuestos al peligro muy alto de inundación en la ciudad de Celendín Año 2018



Anexo V. Mapa de elementos expuestos al peligro muy alto de inundación en la ciudad de Celendín Año 1990



**Anexo W. Evidencias de los elementos expuestos al peligro muy alto de inundación
en la ciudad de Celendín**



**Anexo X. Datos de precipitación periodo 2014-2018, estación meteorológica
Celendín**

ESTACIÓN: CELENDÍN GORE

Departamento: CAJAMARCA

Provincia: CELENDÍN

Distrito: CELENDÍN

Latitud: 6°51'10.92" S

Longitud: 78°8'41.55" W

Altitud: 2602 msnm

Tipo: Automatica - Meteorológica

Código: 4726631C

Día/mes/ año	PP (mm)		Día/mes/ año	PP (mm)		Día/mes/ año	PP (mm)		Día/mes/ año	PP (mm)		Día/mes/ año	PP (mm)		Día/mes/ año	PP (mm)		Día/mes/ año	PP (mm)							
	7	19		7	19		7	19		7	19		7	19		7	19		7	19						
01-abr-14	0	0	01-may-14	0	0	01-jun-14	0	0	01-jul-14	0	0	01-ago-14	0	0	01-sep-14	0	0	01-oct-14	0	1	01-dic-14	0	0			
02-abr-14	0	0	02-may-14	0	0	02-jun-14	0	0	02-jul-14	0	0	02-ago-14	0	0	02-sep-14	0	0	02-oct-14	0.2	0	02-nov-14	0	0	02-dic-14	0	0
03-abr-14	0	0	03-may-14	1.2	11.8	03-jun-14	0	0.5	03-jul-14	0	0	03-ago-14	0	0	03-sep-14	0	0	03-oct-14	0	0	03-nov-14	0	2.8	03-dic-14	0	0
04-abr-14	0	0	04-may-14	1.3	0	04-jun-14	0	0	04-jul-14	0	0	04-ago-14	0	0	04-sep-14	0	0	04-oct-14	0	0	04-nov-14	0.1	0	04-dic-14	2.5	0.5
05-abr-14	0	1.6	05-may-14	0	0	05-jun-14	0	0	05-jul-14	0	0	05-ago-14	0	0	05-sep-14	0	0.7	05-oct-14	0	0	05-nov-14	0	0	05-dic-14	0	1.2
06-abr-14	0	0	06-may-14	0	4.6	06-jun-14	0	0	06-jul-14	0	0	06-ago-14	0	0	06-sep-14	0	0	06-oct-14	0	1.2	06-nov-14	2	28.4	06-dic-14	0.5	2.5
07-abr-14	0	0	07-may-14	0.4	0.6	07-jun-14	0	0	07-jul-14	0	0	07-ago-14	0	0	07-sep-14	0	0	07-oct-14	0	0	07-nov-14	1.6	0	07-dic-14	0	0
08-abr-14	0	0	08-may-14	0	3.5	08-jun-14	0	0	08-jul-14	0	0	08-ago-14	0	0	08-sep-14	0	0	08-oct-14	0	0	08-nov-14	0	2	08-dic-14	1.3	0.2
09-abr-14	0	0	09-may-14	21	1.2	09-jun-14	0	0	09-jul-14	0	0	09-ago-14	0	0	09-sep-14	0	0	09-oct-14	21.3	2.5	09-nov-14	2	1.2	09-dic-14	0	4.7
10-abr-14	0	0	10-may-14	26	6.8	10-jun-14	0	0	10-jul-14	0	0	10-ago-14	0	0	10-sep-14	0	0	10-oct-14	2.2	0	10-nov-14	0	0	10-dic-14	5.7	2.2
11-abr-14	0	0	11-may-14	6.4	0.6	11-jun-14	0	0	11-jul-14	0	0	11-ago-14	0	0	11-sep-14	0	0	11-oct-14	2.3	3.4	11-nov-14	0	1.8	11-dic-14	0	0
12-abr-14	0	0	12-may-14	19	3.7	12-jun-14	0	0	12-jul-14	0	0	12-ago-14	0	0	12-sep-14	0	0	12-oct-14	0	0	12-nov-14	0	4.7	12-dic-14	0	20.6
13-abr-14	1.9	0	13-may-14	0	0	13-jun-14	0	0	13-jul-14	0	0	13-ago-14	0.3	0	13-sep-14	0	0	13-oct-14	0	1	13-nov-14	0	0	13-dic-14	1.6	1.4
14-abr-14	0	0.3	14-may-14	0	0	14-jun-14	0	0	14-jul-14	0	0	14-ago-14	0	0	14-sep-14	0.6	0	14-oct-14	0	0	14-nov-14	0	0	14-dic-14	0	1.1
15-abr-14	0	0	15-may-14	0	0	15-jun-14	0	0	15-jul-14	0	0	15-ago-14	0	0	15-sep-14	0.5	0.3	15-oct-14	0	0	15-nov-14	0	0	15-dic-14	0	0
16-abr-14	0	0	16-may-14	7.6	0.4	16-jun-14	0.8	0	16-jul-14	0	0	16-ago-14	0	0	16-sep-14	0.1	0	16-oct-14	0	0	16-nov-14	0	0.2	16-dic-14	0	0
17-abr-14	0	0.3	17-may-14	0	0	17-jun-14	0	0	17-jul-14	0	0	17-ago-14	0	0	17-sep-14	0	9.8	17-oct-14	0	0	17-nov-14	0	3.3	17-dic-14	0	0.2
18-abr-14	0	7.7	18-may-14	0	0	18-jun-14	0	0	18-jul-14	0	0	18-ago-14	0	0	18-sep-14	1.6	0	18-oct-14	0	0	18-nov-14	0	0	18-dic-14	10.9	0.6
19-abr-14	0.7	0	19-may-14	0	0	19-jun-14	0	0	19-jul-14	0	0	19-ago-14	0	0	19-sep-14	0.8	1.6	19-oct-14	6.6	4.3	19-nov-14	0	0	19-dic-14	0	0
20-abr-14	0	0	20-may-14	0	0	20-jun-14	0	0	20-jul-14	0	0	20-ago-14	0	0	20-sep-14	0	0	20-oct-14	0	0	20-nov-14	0	0	20-dic-14	0	0
21-abr-14	0	0	21-may-14	5.4	0	21-jun-14	0	0	21-jul-14	0	0	21-ago-14	0	0	21-sep-14	13.1	0.4	21-oct-14	0	0	21-nov-14	0	0	21-dic-14	0	0
22-abr-14	1	0	22-may-14	0	0	22-jun-14	0	0	22-jul-14	0	0	22-ago-14	0	0	22-sep-14	0	0	22-oct-14	4.5	0	22-nov-14	0	0	22-dic-14	0	0
23-abr-14	0	1.8	23-may-14	0	2.3	23-jun-14	0	0	23-jul-14	0	0	23-ago-14	0	0	23-sep-14	0	0	23-oct-14	0	0	23-nov-14	0	0	23-dic-14	1.3	0.3
24-abr-14	0.9	0.9	24-may-14	1.4	0	24-jun-14	0	0	24-jul-14	0	0	24-ago-14	0	0	24-sep-14	0	0	24-oct-14	0	0	24-nov-14	0	0	24-dic-14	0	0
25-abr-14	0	0.6	25-may-14	0.5	1.1	25-jun-14	0	0	25-jul-14	0	0	25-ago-14	0	0	25-sep-14	2.3	0	25-oct-14	11.2	3.5	25-nov-14	0	6.1	25-dic-14	0	0
26-abr-14	1.1	15.5	26-may-14	0	0	26-jun-14	0	0	26-jul-14	0	0	26-ago-14	0	0	26-sep-14	0	0.7	26-oct-14	0	0	26-nov-14	1	0.2	26-dic-14	1.9	2
27-abr-14	38	0	27-may-14	0	0	27-jun-14	0	0	27-jul-14	0	0	27-ago-14	0	0	27-sep-14	0.5	0.2	27-oct-14	0.5	0	27-nov-14	0	0	27-dic-14	3.1	0.4
28-abr-14	0	0	28-may-14	0	0	28-jun-14	0	0	28-jul-14	0.3	0	28-ago-14	0	0	28-sep-14	0	0	28-oct-14	0	0	28-nov-14	0	0	28-dic-14	0	1.7
29-abr-14	3.4	0.7	29-may-14	0	0	29-jun-14	0	0	29-jul-14	0	0	29-ago-14	0	2.5	29-sep-14	0	0	29-oct-14	1.8	3.5	29-nov-14	2.4	0	29-dic-14	5.9	3.3
30-abr-14	7.6	0	30-may-14	0	0	30-jun-14	0	0	30-jul-14	0	0	30-ago-14	1	0.6	30-sep-14	0	0	30-oct-14	0	0	30-nov-14	1.4	0	30-dic-14	1.2	0
			31-may-14	0	0				31-jul-14	0	0	31-ago-14	0	0				31-oct-14	0	0				31-dic-14	0.4	0

Anexo Y. Panel fotográfico de la zona de peligro muy alto de inundación



Imagen N° 1. Muestra los elementos expuestos en la zona de muy alto peligro de inundación en la intersección del jirón Sucre y jirón Pedro Ortiz Montoya, se evidencia que las paredes de las viviendas son de tapial y están cercanas al Río Chico. (02/12/2019)



Imagen N° 2: Muestra la unión del Río Chico y Río Grande, zona de muy alto peligro de inundación donde se encuentra expuesta infraestructura de transporte, educativa, áreas de cultivo y pastoreo, viviendas. (02/12/2019)



Imagen N°3: evidencia la infraestructura de salud (Essalud y Red III de Salud) emplazada en la zona de peligro muy alto de inundación (03/12/2019).



Imagen N° 4: viviendas construidas desde el borde del río Chico en el Jr. Pedro Ortiz Montoya cuadra 3, reduciendo la sección del cauce del río (03/12/2019).



Imagen N° 5: margen derecho del Jr. Pedro Ortiz Montoya cuadra 9, invadido con cercos perimétricos de viviendas, las construcciones son en su mayoría de material precario (03/12/2019).



Imagen N° 6: se evidencia construcciones al borde del cauce del Río Chico, no se respetando las fajas marginales y exponiéndose al peligro muy alto de inundación (03/12/2019).



Imagen N° 7: área productivas barrio Shuitute emplazadas en la zona de peligro muy de inundación (08/10/2019).



Imagen N° 8: invasión del cauce del Río Chico por vivienda aledaña en la cuadra 14 del Jr. Pedro Ortiz Montoya, construcción de columnas en el mismo cauce del río que incrementa el nivel de riesgo de inundación (08/10/2019).



Imagen N° 9: Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicada en zona de peligro muy alto de inundación, no se realiza la limpieza del cauce del Río Chico y no cuenta con medidas de protección (08/10/2019)



Imagen N° 10: áreas productivas, viviendas y puentes peatonales en la zona denominada Pampa Chica, expuestas al peligro muy alto de inundación. Así mismo se evidencia cruces de tubería de agua sin protección y taludes del río erosionados (12/12/2019).



Imagen N° 11: áreas productivas y viviendas en el barrio Chacapampa, expuestas al peligro muy alto de inundación (12/12/2019).



Imagen N° 12: Jr. Pedro Ortiz Montoya, cuadra 4, se muestra el uso de la faja marginal del Río Chico o vía pública para usos privados, taludes del cauce del río erosionados (12/12/2019).