



Universidad
Continental

MAESTRÍA EN CIENCIAS
CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE RIESGOS
DESASTRES Y RESPONSABILIDAD SOCIAL

Tesis

**“Variación de la peligrosidad a inundaciones entre
los años 1980 al 2015 por efectos de la deforestación
en la Microcuenca Sonomoro”**

Guillermo Miguel Carlos Gómez

Huancayo, 2018

Para optar el Grado Académico de Maestro en
Ciencias con Mención en Gestión de Riesgos de
Desastres y Responsabilidad Social



Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

Asesor:

Ph.D. Tito Mallma Capcha

Dedicatoria

Al esfuerzo y dedicación de las más grandiosas madres que Dios me ha podido regalar: Olga Hortencia Gómez Palomino y Luz Angelica Taipe Palomino, ya que sin todo su apoyo no habría podido llegar hasta aquí.

También al apoyo constante de mis hermanos y amigos, por recordarme siempre que tengo que continuar investigando.

Reconocimiento

A mi asesor Ph.D. Tito Mallma Capcha, por compartir sus conocimientos y experiencias tanto en el ámbito laboral como en el académico, enriqueciendo la presente investigación con sus comentarios y recomendaciones.

A mi amigo y colega Carlos Orihuela Villavicencio, quien compartió sus conocimientos en procesamiento de imágenes satelitales.

Índice

Asesor:	ii
Dedicatoria	iii
Reconocimiento.....	iv
Índice de tablas	ix
Índice de figuras	xii
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
Introducción.....	15
Capítulo I Planteamiento del Estudio	18
1.1. Introducción	18
1.2. Formulación del Problema y Justificación del Estudio	19
1.2.1. Problema General	19
1.2.2. Problemas Específicos	19
1.2.3. Justificación del Estudio	19
1.3. Antecedentes Relacionados con el Tema	21
1.3.1. La Deforestación y el Aumento de las Inundaciones del Alto Amazonas	21
1.3.2. La Deforestación Amplifica el Riesgo de Inundaciones	21
1.3.3. Efectos sobre Inundaciones por Forestación y Urbanización en los Alpes Italianos	22
1.3.4. Efecto de la Tala Rasa de Bosques sobre las Crecidas	22
1.3.5. Correlación entre Deforestación, Inundaciones, Sequías y Deslizamientos	23
1.4. Presentación de Objetivos Generales y Específicos	24
1.4.1. Objetivo General	24
1.4.2. Objetivos Específicos	24
1.5. Limitaciones del Estudio	24
Capítulo II Marco Teórico	25
2.1. Bases Teóricas Relacionados con el Tema	25
2.1.1. Inundación	25

A.	Concepto.....	25
B.	Clasificación de Inundaciones	26
C.	Factores Desencadenantes de Inundaciones.....	28
D.	Factores Condicionantes de Inundaciones	28
2.1.2.	Peligrosidad de Inundaciones	29
2.1.3.	Deforestación.....	30
A.	Concepto.....	30
B.	Causas de Deforestación.....	31
C.	Efectos de la Deforestación	32
2.1.4.	Gestión de Riesgos de Desastres	32
A.	Concepto.....	32
B.	Tipos.....	33
C.	Evaluación de Riesgos	33
D.	Identificación de Medidas frente a Riesgos	35
2.1.5.	La Gestión de Riesgos de Desastres como Estrategia de Desarrollo Sostenible	36
2.2.	Definición de Términos Usados	37
2.3.	Hipótesis.....	40
2.3.1.	Hipótesis General	40
2.3.2.	Hipótesis Específicas	40
2.4.	Variables.....	40
2.5.	Contrastación de la Hipótesis.....	41
Capítulo III	Metodología de Investigación	43
3.1.	Descripción del Área de Estudio.....	43
3.1.1.	Localización	43
3.1.2.	Características Geomorfológicas.....	44
A.	Parámetros de Forma	44
B.	Parámetros de Relieve	44
C.	Parámetros de Red Hidrográfica.....	45
3.1.3.	Elementos Expuestos a Riesgo en la Microcuenca.....	46
A.	Población Expuesta	46
B.	Medios de Vida	47
3.2.	Diseño de Investigación	47

3.3. Población y Muestra _____	48
3.4. Técnicas e Instrumentos _____	49
3.5. Procedimiento de la Investigación _____	50
3.5.1. Estimación de la Peligrosidad	51
3.5.2. Determinación de la Deforestación	54
3.5.3. Sistematización y Procesamiento de Datos	56
3.6. Análisis de los Datos _____	56
3.7. Validación de los Resultados _____	56
Capítulo IV: Resultados.....	59
4.1. Análisis de Resultados _____	59
4.1.1 Influencia de la Deforestación sobre la Peligrosidad de las Inundaciones:	59
A. Microcuenca Sonomoro	59
B. Unidad Hidrográfica Chavini	61
C. Unidad Hidrográfica San Ramón	63
D. Unidad Hidrográfica Sonomoro	65
4.1.2 Caracterización de la Deforestación:	66
A. Microcuenca Sonomoro	66
B. Unidad hidrográfica Chavini	69
C. Unidad Hidrográfica San Ramón	71
D. Unidad Hidrográfica Sonomoro	73
4.1.3 Peligrosidad de Inundaciones:	75
A. Microcuenca Sonomoro	75
B. Unidad Hidrográfica Chavini	78
C. Unidad Hidrográfica San Ramón	81
D. Unidad Hidrográfica Sonomoro	84
Capítulo VI: Discusión de Resultados	88
Conclusiones.....	94
Recomendaciones.....	95
Referencias bibliográficas	97
Anexos	101
Anexo 1 Descargas promedio mensuales (m ³ /s) _____	101
Anexo 2 Datos procesados en SPSS Deforestación vs Peligrosidad _____	109

Anexo 3 Datos procesados en SPSS – Tendencias Deforestación _____	117
Anexo 4 Datos procesados en SPSS – Tendencias Peligrosidad _____	125
Anexo 5 Resultados de simulación obtenidos con HECRAS _____	133

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Variables e indicadores</i>	40
Tabla 2. <i>Hipótesis e interpretación</i>	41
Tabla 3. <i>Parámetros de forma según unidad hidrográfica</i>	44
Tabla 4. <i>Parámetros de relieve según unidad hidrográfica</i>	45
Tabla 5. <i>Parámetros de red hidrográfica según unidad hidrográfica</i>	45
Tabla 6. <i>Parámetros complementarios según unidad hidrográfica</i>	46
Tabla 7. <i>Muestras según variable de estudio</i>	48
Tabla 8. <i>Ubicación de estaciones hidrométricas y datos registrados</i>	57
Tabla 9. <i>Resumen de modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso Microcuenca</i>	59
Tabla 10. <i>ANOVA para modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso Microcuenca</i>	60
Tabla 11. <i>Coeficientes para modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso Microcuenca</i>	60
Tabla 12. <i>Resumen de modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso UH Chavini</i>	61
Tabla 13. <i>ANOVA para modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso UH Chavini</i>	62
Tabla 14. <i>Coeficientes para modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso UH Chavini</i>	62
Tabla 15. <i>Resumen de modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso UH San Ramón</i>	63
Tabla 16. <i>ANOVA para modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso UH San Ramón</i>	64
Tabla 17. <i>Coeficientes para modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso UH San Ramón</i>	64
Tabla 18. <i>Resumen de modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso UH Sonomoro</i>	65
Tabla 19. <i>ANOVA para modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso UH Sonomoro</i>	65
Tabla 20. <i>Coeficientes para modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso UH Sonomoro</i>	66

Tabla 21. <i>Resumen de modelo de regresión lineal para Deforestación caso Microcuenca</i>	67
Tabla 22. <i>ANOVA para modelo de regresión lineal para Deforestación caso Microcuenca</i>	67
Tabla 23. <i>Resumen de modelo de regresión lineal para Deforestación caso UH Chavini</i>	70
Tabla 24. <i>ANOVA para modelo de regresión lineal para Deforestación caso UH Chavini</i>	70
Tabla 25. <i>Resumen de modelo de regresión lineal para Deforestación caso UH San Ramón</i>	72
Tabla 26. <i>ANOVA para modelo de regresión lineal para Deforestación caso UH San Ramón</i>	72
Tabla 27. <i>Resumen de modelo de regresión lineal para Deforestación caso UH Sonomoro</i>	74
Tabla 28. <i>ANOVA para modelo de regresión lineal de Deforestación caso UH Sonomoro</i>	74
Tabla 29. <i>Valores históricos según componente de peligrosidad caso Microcuenca</i>	75
Tabla 30. <i>Resumen de modelo de regresión lineal para Peligrosidad caso Microcuenca</i>	77
Tabla 31. <i>ANOVA para modelo de regresión lineal para Deforestación caso Microcuenca</i>	77
Tabla 32. <i>Valores históricos según componente de peligrosidad caso UH Chavini</i>	78
Tabla 33. <i>Resumen de modelo de regresión lineal para Peligrosidad caso UH Chavini</i>	80
Tabla 34. <i>ANOVA para modelo de regresión lineal para Deforestación caso UH Chavini</i>	80
Tabla 35. <i>Valores históricos según componente de peligrosidad caso UH San Ramón</i>	81
Tabla 36. <i>Resumen de modelo de regresión lineal para Peligrosidad caso UH San Ramón</i>	83

Tabla 37. <i>ANOVA para modelo de regresión lineal para Deforestación caso UH</i>	
<i>San Ramón</i>	83
Tabla 38. <i>Valores históricos según componente de peligrosidad caso UH</i>	
<i>Sonomoro</i>	84
Tabla 39. <i>Resumen de modelo de regresión lineal para Peligrosidad caso UH</i>	
<i>Sonomoro</i>	86
Tabla 40. <i>ANOVA para modelo de regresión lineal para Deforestación caso UH</i>	
<i>Sonomoro</i>	86

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Localización del área de estudio	43
<i>Figura 2.</i> Mapa de unidades de muestreo	49
<i>Figura 3.</i> Fases procedimentales	51
<i>Figura 4.</i> Proceso de estimación de la peligrosidad	52
<i>Figura 5.</i> Determinación de deforestación.....	55
<i>Figura 6.</i> Instalación de los limnímetros en campo.	57
<i>Figura 7.</i> Zonas de verificación.	58
<i>Figura 8.</i> Modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso Microcuenca	61
<i>Figura 9.</i> Modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso UH Chavini	63
<i>Figura 10.</i> Modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso UH San Ramón	64
<i>Figura 11.</i> Modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso UH Sonomoro	66
<i>Figura 12.</i> Tendencia lineal para Deforestación caso Microcuenca	67
<i>Figura 13.</i> Deforestación acumulada caso Microcuenca	68
<i>Figura 14.</i> Variación de la cobertura vegetal según año	69
<i>Figura 15.</i> Tendencia lineal para Deforestación caso UH Chavini	70
<i>Figura 16.</i> Deforestación acumulada caso UH Chavini	71
<i>Figura 17.</i> Tendencia lineal para Deforestación caso UH San Ramón	72
<i>Figura 18.</i> Deforestación acumulada caso UH San Ramón	73
<i>Figura 19.</i> Tendencia lineal de Deforestación caso UH Sonomoro	73
<i>Figura 20.</i> Deforestación acumulada caso UH Sonomoro	75
<i>Figura 21.</i> Tendencia lineal de Peligrosidad caso Microcuenca.....	76
<i>Figura 22.</i> Peligrosidad acumulada caso Microcuenca	78
<i>Figura 23.</i> Tendencia lineal de Peligrosidad caso UH Chavini	79
<i>Figura 24.</i> Peligrosidad acumulada caso UH Chavini	81
<i>Figura 25.</i> Tendencia lineal de Peligrosidad caso UH San Ramón	82
<i>Figura 26.</i> Peligrosidad acumulada caso UH San Ramón	84
<i>Figura 27.</i> Tendencia lineal de Peligrosidad caso UH Sonomoro	85
<i>Figura 28.</i> Peligrosidad acumulada caso UH Sonomoro	87

Resumen

El objetivo de la investigación fue determinar la influencia de la deforestación sobre la peligrosidad de las inundaciones en la microcuenca Sonomoro para el periodo 1980 al 2015. Se desarrolló una investigación no experimental del tipo transeccional descriptivo-correlacional, evaluando la variación de la peligrosidad a inundaciones en función a la deforestación mediante modelos de regresión lineal simple. Los métodos específicos utilizados fueron: caracterización y cuantificación de la peligrosidad en función a la aproximación de los parámetros magnitud, intensidad, frecuencia y duración a partir de simulación de inundaciones utilizando las herramientas HEC-GeoRAS, HEC-RAS y ArcGIS, y para deforestación se procesaron imágenes satelitales utilizando los softwares ENVI y ArcGIS. Los resultados obtenidos muestran que: la deforestación en la microcuenca del río Sonomoro, si influyó sobre la peligrosidad de las inundaciones durante el periodo 1980 al 2015, esta influencia es directamente proporcional y estadísticamente significativa, indicando una alta correlación entre la deforestación acumulada y la peligrosidad acumulada. La deforestación en la microcuenca Sonomoro para el periodo 1980 al 2015, presentó una ligera tendencia lineal de reducción con una tasa anual de 530.44 ha/año.

Palabras clave: inundación, deforestación, peligrosidad, cuenca.

Abstract

The objective of the research was to determine the influence of deforestation on the danger of flooding in the Sonomoro micro-basin for the period 1980 to 2015. A non-experimental transectional descriptive-correlational research was developed, evaluating the variation of the danger to floods as a function of deforestation using simple linear regression models. The specific methods used were: characterization and quantification of the hazard according to the approximation of the magnitude, intensity, frequency and duration parameters from flood simulation using the HEC-GeoRAS, HEC-RAS and ArcGIS tools, and for deforestation using the ENVI and ArcGIS software. The results show that deforestation in the Sonomoro river micro-basin, if it influenced the danger of floods during the period 1980 to 2015, is directly proportional and statistically significant, indicating a high correlation between accumulated deforestation and the hazard Accumulated. Deforestation in the Sonomoro micro-basin for the period 1980 to 2015 presented a slight linear trend of reduction, despite an annual rate of 530.44 ha/year.

Key words: flood, deforestation, danger, basin.

Introducción

El desarrollo social, económico y ambiental, de las diversas poblaciones a nivel mundial, entendido también como Desarrollo sostenible, involucra un proceso de transformación en diversos aspectos institucionales, económicos, sociales o culturales, que produzcan el menor impacto sobre el medio natural. Esto permite que la producción de bienes y servicios de los ecosistemas, no se deterioren, ni comprometan la prestación de los mismos, para las futuras generaciones.

Sin embargo, muchas de las poblaciones urbanas y rurales, así como sus actividades, se desarrollan expuestas a condiciones de riesgos naturales y antrópicos, limitando así un adecuado desarrollo. En tanto, que la ocurrencia de eventos o fenómenos que causan daños y pérdidas, incrementan las brechas de pobreza, elevan la presión a ecosistemas frágiles, entre otros, elevando así las condiciones de riesgo.

Uno de los fenómenos más frecuentes y desastrosos en el mundo, son las inundaciones, dado que causa devastación, daños económicos y pérdidas de vidas humanas. Es así, por ejemplo que en el año 2010, 178 millones de personas fueron afectadas por inundaciones (Jha, Bloch, & Lamond, 2012). Así mismo, el mayor aumento de desplazamientos poblacionales están relacionado con el clima, y en particular, por las inundaciones, puesto que las inundaciones hacen inaccesibles durante meses, las áreas afectadas (Yonetani, y otros, 2015).

Las inundaciones en las zonas urbanas son un gran desafío para el desarrollo y la vida de sus habitantes, puesto que sus impactos se están incrementando, en particular en ciudades en expansión de países en desarrollo (Jha, Bloch, & Lamond, 2012), principalmente en zonas en procesos de urbanización donde aún se realizan actividades productivas como la agricultura, afectando no sólo a las viviendas sino también acrecienta la pérdida de cultivos y otros.

En el Perú a nivel nacional y principalmente en la Amazonía, todos los años se generan condiciones favorables para la ocurrencia de inundaciones. Esto surge como producto de lluvias intensas entre los meses de octubre a abril, y a otros factores como el estado de la cobertura vegetal, el relieve, el tipo de suelo,

actividades extractivas y otros. Así mismo dada la situación de vulnerabilidad de asentamientos poblacionales y sus medios de vida, tal como sucede con el establecimiento de ciudades en las riberas de los ríos, favorece a incrementar los niveles de riesgo. Casos que pueden citarse, por ejemplo, en el año 2011 en la región Ucayali y Loreto, las inundaciones afectaron un total de 59021 personas y 6706 quedaron damnificadas, afectando también vías de comunicación, viviendas, y diversos medios de vida (Organización Panamericana de la Salud, 2013; INDECI, 2012).

En la microcuenca del río Sonomoro, localizada en la Amazonía peruana, se ha evidenciado un proceso de deforestación ascendente en los últimos 30 años y en paralelo también la creciente urbanización mal planificada en las zonas media y baja de la microcuenca. Dado que las poblaciones se establecieron en las riberas de los principales ríos y donde también realizan diversas actividades productivas como la agricultura, y pese a que año a año, las crecidas del río causan perjuicios.

En ese sentido, para disminuir daños y pérdidas en las poblaciones y afectación a los medios de vida, incrementando la productividad y logrando un desarrollo sostenible, resulta estratégico y necesario la incorporación de la evaluación de riesgos en la planificación económica, física y social en el Perú, y más aún en la Amazonía. Es así que a nivel nacional con la creación del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres mediante la Ley N° 29664, se ha dado un importante paso para el desarrollo considerando los diversos peligros naturales y antrópicas, así como la vulnerabilidad de las poblaciones urbanas y rurales, promoviendo una adecuada preparación y respuesta ante situaciones de desastre, con especial énfasis en prevención y un desarrollo territorial sostenible.

En este contexto, el análisis de aquellos eventos que tienen mayores niveles de peligrosidad, como son las inundaciones, es un paso esencial para la gestión de riesgos de desastres. Sin embargo, a pesar de que fenómenos hidrometeorológicos como las inundaciones han causado pérdidas en vidas y económicas cuantiosas, se tiene muy poca información desagregada sobre estas, y menos en la Amazonía. Inclusive, es muy probable que el cambio climático intensifique las inundaciones y sean las zonas más afectadas aquellas donde se tenga escasa información sobre su peligrosidad y falta de preparación (Aragón-Durand, 2014).

En este caso, con la finalidad de contribuir con la prevención y reducción de impactos negativos, producto de las inundaciones en la Amazonía y específicamente en la microcuenca del río Sonomoro, se realizó esta investigación profundizando la caracterización del peligro de inundaciones, vinculándola a la deforestación que tuvo lugar en esta microcuenca. Esto se debe, a que la deforestación, según lo investigado por diversos autores (Ranzi, Bochicchio, & Bacchi, 2002); (Haria & Price, 2000); (Ziemer, 1981), influyen en las inundaciones, dado que, los bosques son un componente vital del ciclo hidrológico (GREENPEACE, 2013). Por lo cual, se consideró a la deforestación, en esta microcuenca como un proceso condicionante en la ocurrencia y variación de las inundaciones entre los años 1980 al 2015.

A partir de esta experiencia se pretende aportar a la comprensión de la influencia de la deforestación, como uno de los factores condicionantes de las inundaciones, por ser un tema poco estudiado en esta zona del país y que dicha información contribuye con la gestión de riesgos y aporten al desarrollo sostenible de las poblaciones amazónicas de esta zona del Perú.

El autor.

Capítulo I

Planteamiento del Estudio

1.1. Introducción

Las inundaciones en nuestro país son un problema frecuente año a año, ocasionado principalmente por las temporadas lluviosas (PREDES, 2011) y algunas veces acrecentada por la presencia del Fenómeno de El Niño, presentándose de manera diferenciada en las regiones del Perú.

En la Amazonía, de acuerdo a su relieve y pendiente los ríos suelen cambiar sus cursos año a año, muchas veces los espacios dejados por estas modificaciones son utilizados para producción agrícola o asentamiento de poblaciones, ocasionando cuantiosas pérdidas cuando estas áreas se inundan nuevamente.

Es cierto que existen muchos factores que contribuyen a las inundaciones, pero uno de los cuales está tomando atención está vinculado a los procesos de cambios de cobertura vegetal y específicamente a la deforestación. Los bosques tienen como parte de sus funciones la regulación hídrica, ello estrechamente vinculado a procesos de control de crecidas y bajas de los caudales de los ríos en las cuencas. Por lo tanto, las modificaciones de la cubierta forestal influyen directamente en el control de las inundaciones.

La selva central de Perú, ha atravesado por una extracción forestal en muchas de sus zonas y a su vez muchas de estas zonas en proceso de recuperación ahora se siguen deforestando para la ampliación de la frontera agrícola. En el caso de la microcuenca del río Sonomoro, que se ubica en la provincia de Satipo en el distrito de San Martín de Pangoa, en las zonas bajas se presentan inundaciones todos los años, sin embargo en años recientes el río vienen ampliando su área de afectación así como las inundaciones son más intensas, es decir; presentan picos elevados de crecientes en corto tiempo que arrasan parcelas de cultivos con mucha facilidad y que a su vez la deforestación ha sido la principal causa de modificación de la cobertura vegetal. Por ello, es necesario investigar, de qué manera la deforestación ha influido en las inundaciones en esta microcuenca, ya sea desde su ocurrencia hasta su

incremento de intensidad, todo esto con el fin de recomendar a los tomadores de decisión trabajar en la conservación de las áreas forestales que aún se tienen y reducir los daños ocasionados por las inundaciones.

1.2. Formulación del Problema y Justificación del Estudio

1.2.1. Problema General

¿Cómo influyó la deforestación sobre la peligrosidad de las inundaciones en la microcuenca Sonomoro dentro del periodo 1980 al 2015?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cómo ha evolucionado la deforestación en la microcuenca Sonomoro dentro del período 1980 al 2015?
- ¿Cómo ha evolucionado la peligrosidad a inundaciones en la microcuenca Sonomoro dentro del periodo 1980 al 2015?

1.2.3. Justificación del Estudio

Las inundaciones en el Perú, ocasionaron múltiples daños personales y materiales a nivel nacional. Así tenemos, que de acuerdo con las estadísticas reportadas por el Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres (SINPAD), entre el año 2013 al 2016 se registraron 128 inundaciones, las cuales produjeron 2370 personas damnificadas, 67365 habitantes afectados, 263 viviendas destruidas, 14454 viviendas afectadas, 3267 hectáreas de cultivo destruidas y 5881 hectáreas de cultivo afectadas (INDECI, 2017).

Así también en la provincia de Satipo, a la que pertenece la microcuenca del río Sonomoro, en el mismo periodo se registraron 15 inundaciones, dejando 6753 personas afectadas, 1263 viviendas destruidas, 1016 viviendas afectadas, 84 hectáreas de cultivo destruidas y 19 hectáreas de cultivo afectadas (INDECI, 2018)

Es evidente, según las estadísticas antes mencionadas, que las inundaciones ocasionan pérdidas económicas personales y materiales considerables. Siendo este un aspecto de mayor impacto, cuando se trata de pequeños agricultores o zonas de alta pobreza, como sucede en la Amazonía, ya que son pérdidas irreparables para las pequeñas economías familiares en estas zonas.

Por otra parte, conocer de manera histórica como se presentaron las inundaciones en las diferentes partes del país, se constituye en información valiosa para la gestión de riesgos. Sin embargo, se reconoce que el registro de diversas emergencias por el SINPAD, respecto a inundaciones y a otros eventos, se dan a partir del año 2003, significando limitaciones de datos históricos anteriores a esta fecha.

Así también, los registros históricos son reportes del evento y sus consecuencias, sin embargo, es poca la información que correlacione históricamente los diversos fenómenos con sus factores condicionantes o desencadenantes, tales como procesos de cambio de uso de tierras, urbanización, variación de precipitaciones, etc. Aun cuando esta información, es útil para generar escenarios, proyectar eventos futuros e identificar medidas que reduzcan la ocurrencia de fenómenos como las inundaciones y consecuentemente reducir los impactos a las poblaciones.

Por lo cual identificar las particularidades de factores como la deforestación, como un elemento que influye en la ocurrencia e intensidad de inundaciones, direccionaría e induciría la toma de decisiones locales, tanto a nivel de productores como a líderes y autoridades de las organizaciones regionales y locales, con fines de prevención ante inundaciones.

Por otro lado, según la Guía Metodológica para la formulación de Planes de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres a nivel cuenca, menciona que, durante la fase de diagnóstico de riesgos de

la cuenca, se debe recopilar y sistematizar la información estadística e histórica, o “recuperar la historia de los desastres”, considerando la magnitud del peligro, los impactos directos e indirectos sobre la infraestructura y en el desarrollo y bienestar de las familias (CENEPRED, 2017). Por ende, esta investigación aporta en la reconstrucción y descripción de la peligrosidad a inundaciones, en esta zona del país donde se tiene poca información a la par que se asocia particularmente a uno de los principales factores condicionantes, como es la deforestación.

1.3. Antecedentes Relacionados con el Tema

1.3.1. La Deforestación y el Aumento de las Inundaciones del Alto Amazonas

Este artículo de investigación publicado en 1980, mostró que: la altura de la cresta de la inundación anual del Amazonas en Iquitos se había aumentado considerablemente en la última década, y que durante ese mismo periodo, se había incrementado considerablemente la deforestación en las partes altas de la cuenca del Amazonas en Perú y Ecuador, sin embargo no se experimentaron cambios significativos en los patrones regionales de precipitación, por lo cual se concluyó que el cambio en el equilibrio de agua del Amazonas durante la referida década parece ser el resultado de un aumento de la escorrentía debido a la deforestación (Gentry & Lopez-Parodi, 1980).

1.3.2. La Deforestación Amplifica el Riesgo de Inundaciones

Este artículo de investigación, abordó la evidencia cuantitativa a gran escala de la posible función de los bosques en la protección contra las inundaciones. Para ello utilizó datos recogidos entre 1990 al 2000 en 56 países y se correlacionó la cantidad de bosques con la frecuencia de inundaciones, mediante modelos lineales y múltiples. Se obtuvo que la frecuencia de inundaciones se correlacionó negativamente con

la cantidad de bosques y positivamente con la pérdida de bosque natural (Bradshaw, Sodhi, Peh, & Brook, 2007).

1.3.3. Efectos sobre Inundaciones por Forestación y Urbanización en los Alpes Italianos

Para cuantificar los efectos de la urbanización sobre los volúmenes de inundación y picos en la cuenca del río Mella de 311 km², los cambios en el uso del suelo en los últimos 50 años se han comparado mediante dos mapas de uso del suelo; la primera se basó en fotografías aéreas tomadas en 1954 y la segunda en fotointerpretación y encuestas en 1994. La comparación mostró que el uso de la tierra ha ido cambiando en el río Mella desde 1954. Las áreas forestales aumentaron (15,1 km², +9%) al igual que las zonas urbanas (12,1 km², +252%), mientras que los cultivos y áreas de pastoreo disminuyeron. El efecto de los cambios observados parece neutro, bajo las hipótesis de modelado adoptadas, con una ligera disminución en los picos de las inundaciones y los volúmenes de 1954 a 1994. La consecuencia de estos cambios es que la escorrentía superficial, simulada con un modelo hidrológico distribuido, cambia de forma insignificante a escala de cuenca, pero con las puntas de crecida ligeramente reducida y volúmenes en las condiciones actuales (Ranzi, Bochicchio, & Bacchi, 2002).

1.3.4. Efecto de la Tala Rasa de Bosques sobre las Crecidas

Con referencia a la influencia de la cubierta forestal en la respuesta del flujo tormenta, Hewlett y Helvey (1970) informan de un experimento detallado en dos cuencas experimentales de primer orden en las Montañas Apalaches húmedos. En una de las zonas de captación, 0,44 km² de tamaño, el bosque de madera dura madura fue taladas por completo después de 18 años de seguimiento hidrológico, incluyendo 77 tormentas. Después de la tala, el volumen de flujo de tormenta en los 30 eventos de inundación monitoreados en periodo de tratamiento de los tres años aumentó un 11% en general y el flujo pico media en un 7% después de la tala, el aumento más pronunciado

para las inundaciones más grandes. La crecida se atribuye principalmente a un concepto variable de la zona de origen en lugar de a sustancial flujo superficial, el efecto de ser bosque principalmente un control sobre el almacenamiento de interceptación y la capacidad de almacenamiento del suelo a través de este (Hewlett & Helvey, 1970).

1.3.5. Correlación entre Deforestación, Inundaciones, Sequías y Deslizamientos

Esta investigación realizada en Colombia, evaluó la relación entre deforestación y la ocurrencia de eventos de origen hidrológico, utilizando información de deforestación a nivel departamental y datos de eventos de emergencia de inundación, deslizamiento y sequía. El método utilizado consistió en un análisis espacial mediante sistema de información geográfica y análisis de correlación entre el porcentaje de deforestación y la frecuencia de eventos de emergencia en tres periodos en el tiempo 2000-2005, 2005-2010 y 2010-2012. Se obtuvo que los departamentos con mayor porcentaje de deforestación presentan alta frecuencia de eventos de origen hidrológico, principalmente aquellos ubicados en la zona Andina y Caribe. Las variables de inundación y sequía presentaron una correlación positiva y significativa para el periodo de tiempo 2000 -2005 y de manera similar, para el periodo de tiempo 2005 -2010 las variables inundación, deslizamiento y sequía obtuvieron correlación positiva y significativa. En el caso contrario, para el periodo de tiempo 2010-2012 no se encontró ninguna correlación. En conclusión la pérdida de los bosques en el país puede estar reduciendo la prestación de importantes servicios ecosistémicos asociados a la regulación de inundaciones y sequías (Acosta, 2015).

1.4. Presentación de Objetivos Generales y Específicos

1.4.1. Objetivo General

Determinar la influencia de la deforestación sobre la peligrosidad de las inundaciones en la microcuenca Sonomoro para el periodo 1980 al 2015.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar la deforestación en la microcuenca Sonomoro para el periodo 1980 al 2015.
- Determinar la peligrosidad a inundaciones en la microcuenca Sonomoro para el periodo 1980 al 2015.

1.5. Limitaciones del Estudio

El método ideal para la obtención del peligro de inundaciones se basa en la información registrada en las estaciones hidrométricas, a partir de las cuales se conoce el escurrimiento, sin embargo, en microcuenca del río Sonomoro no se cuenta con dicha información, por lo cual se utilizaron los datos de caudales generados a partir de estudios hidrológicos para la zona de estudio.

Es preciso indicar que en la sección de metodología se aborda en el ítem de validación de resultados, la complementación de los datos de estudios base con registros de datos en campo, mediante la instalación de estaciones hidrométricas para toma de datos diarios, con el fin de realizar ajustes apropiados.

Por otro lado, al trabajar con modelos o simulaciones por computadora, estos dependen del detalle de información utilizada, la escala de información procesada, los errores en recolección, y ajustes o calibraciones pertinentes. Por ende, tener escasos datos o información agregada limita el proceso de obtención de resultados y genera problemas en la validación de la simulación.

Capítulo II

Marco Teórico

2.1. Bases Teóricas Relacionados con el Tema

2.1.1. Inundación

A. Concepto

Según la Organización Meteorológica Mundial (WMO siglas en inglés), la definición de inundación era considerada como: “aumento de agua por encima del nivel normal del cauce” (OMM/UNESCO, 1974). Sin embargo esta definición se acerca más al término de crecidas o avenidas, que se definen como “una elevación rápida y habitualmente breve del nivel de las aguas en un río o arroyo hasta un máximo desde el cual dicho nivel desciende a menor velocidad” (OMM/UNESCO, 1974).

En tanto, según la edición del Glosario Hidrológico Internacional (2012), se definen inundaciones a “desbordamiento de agua fuera de los confines normales de un río o cualquier masa de agua y/o acumulación de agua en zonas que normalmente no se encuentran anegadas” (OMM/UNESCO, 2012).

En tal sentido las inundaciones son consideradas como sinónimos de crecidas o avenidas (OMM/UNESCO, 2012), y se diferencian a nivel de tipos de inundación, tal como refiere el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres del Perú (CENEPRED), que considera a las inundaciones como aquellas que son el resultado de lluvias fuertes o continuas que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de carga de los ríos, riachuelos y áreas costeras (CENEPRED, 2014).

Así también según la Agencia Federal de Manejo de Emergencias (FEMA por sus siglas en inglés), define a las inundaciones como: “la acumulación de agua dentro de un cuerpo de agua y el desbordamiento de agua en exceso en las

tierras de inundación adyacentes. La llanura de inundación es la tierra contigua al canal de un río, corriente, océano, lago, u otro órgano curso de agua o agua que es susceptible a las inundaciones” (FEMA, 1997).

Las inundaciones tienen entonces varios conceptos, que pueden complementarse, tal como lo refiere el Centro Nacional de Prevención de Desastres de México (CENAPRED), que considerará por inundación “aquel evento que debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y, generalmente, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura” (CENAPRED, 2014), y cuyo concepto será utilizado en el presente plan de investigación por ser más amplio y que se ajusta al motivo de investigación.

B. Clasificación de Inundaciones

Varios autores mencionan que las inundaciones pueden clasificarse de acuerdo a su origen o al tiempo que tardan en presentarse sus efectos (CENEPRED, 2014; CENAPRED, 2014).

De acuerdo a su origen las inundaciones se clasifican de la siguiente manera:

- Inundaciones pluviales: que son producto de precipitaciones intensas, el suelo se satura y el excedente se acumula, permaneciendo horas o días (CENAPRED, 2014), sin que este fenómeno coincida necesariamente con el desbordamiento de un cauce fluvial (CENEPRED, 2014).
- Inundaciones fluviales: Causadas por el desbordamiento de los ríos y los arroyos (CENEPRED, 2014). La diferencia con las inundaciones pluviales, es que se producen por

precipitaciones registradas en cualquier parte de la cuenca tributaria y no necesariamente a lluvia sobre la zona afectada (CENAPRED, 2014).

- Inundaciones costeras: surgen producto del ascenso del nivel medio del mar o por efectos de la marea el agua penetra tierra adentro en las zonas costeras (CENAPRED, 2014).
- Inundaciones por fallas hidráulicas: son producto de diseños escasos de infraestructura (ej. presas, diques), mala operación (ej. no se abre la compuerta), por falta de mantenimiento y/o término de la vida útil de la infraestructura (CENAPRED, 2014).

Según su tiempo de respuesta las inundaciones se clasifican en:

- Inundaciones lentas: se producen cuando las lluvias son generalizadas y persistentes, saturando el terreno y produciendo lentamente el incremento del caudal del río y/o arroyos de manera proporcional al área drenada, superando su capacidad máxima de transporte, ocasionando desbordes e inundando áreas planas cercanas (CENAPRED, 2014; CENAPRED, 2014).
- Inundaciones rápidas o súbitas: son las resultantes de lluvias repentinas e intensas que ocurren en áreas específicas, ocasionando que pequeñas corrientes incrementen violentamente su caudal y capaces de producir graves daños (CENAPRED, 2014). Estas se producen en cuencas con relieve accidentado y pendientes elevadas (CENAPRED, 2014).

Existen también otros tipos de inundaciones de acuerdo a su ocurrencia, siendo inundaciones reales registradas en el momento del suceso e inundaciones modelizadas que se

producen en base al uso de software (Laín-Huerta, Llorente-Isidro, & Diez, 2008).

C. Factores Desencadenantes de Inundaciones

En marco de la Gestión de Riesgos de desastres, los peligros surgen como construcción de factores denominados desencadenantes y condicionantes (CENEPRED, 2014).

En el caso de las inundaciones, la precipitación es el factor que desencadena las crecidas de los ríos (Bryant, 2005). Así mismo tal como refiere el Equipo de Respuestas a Emergencias Comunitarias de Los Ángeles (CERT por sus siglas en inglés), la relevancia de este factor está en función de su intensidad y duración (CERT, 2011). Así tenemos que:

- La *intensidad de precipitación*, se refiere a la cantidad de lluvia dentro de un lapso de una hora.
- La *duración*, es el tiempo que dura el evento de precipitación.

Otros variaciones del factor desencadenante mencionado, se deben a la distribución espacial de la precipitación y la climatología regional (Ranzi, Bochicchio, & Bacchi, 2002).

D. Factores Condicionantes de Inundaciones

En tanto, los factores que condicionan la ocurrencia de inundaciones son: topografía, condiciones del suelo y la cubierta vegetal (CERT, 2011). A continuación, se describe cada uno de estos elementos:

- La *topografía*, es la configuración del relieve terrestre. Por ejemplo, en cuencas de drenaje empinadas tienen mayor potencial para generar máximas crecidas e inundaciones (Bryant, 2005).

- Las *condiciones del suelo*, se refiere al tipo de suelo, el contenido de humedad del suelo y la densidad del suelo.
- La *cubierta vegetal*, se refiere al tipo de vegetación u otra cobertura hecha por el hombre. Un suelo con presencia de vegetación puede absorber el agua de las precipitaciones, mientras que suelos pavimentados generan escorrentías (CERT, 2011).

Así mismo otros autores refieren que las inundaciones están influidos no sólo por las causas físicas, citadas anteriormente, sino por el entorno social, económica y política general de la zona en cuestión, así por ejemplo, tenemos el caso de la urbanización que provoca cambios en la respuesta hidrológica de las cuencas hidrográficas, y afecta a los accidentes geográficos, calidad del agua y hábitat (OMM, 2009). Los cambios antropogénicos como el uso de la tierra presentan una dinámica más pronunciada (Ranzi, Bochicchio, & Bacchi, 2002), entre estos cambios se incluye la deforestación y urbanización.

2.1.2. Peligrosidad de Inundaciones

Tal como señala el CENEPRED, la peligrosidad de un evento está en función de: magnitud, intensidad, frecuencia, periodo de retorno y duración (CENEPRED, 2014).

Los parámetros de magnitud e intensidad, están estrechamente vinculados al ámbito de afectación y daños posibles a ocasionar. Así tenemos que la magnitud se basa en la escala oficial reportada para un peligro determinado, mientras que la intensidad está relacionada con el nivel de afectación o daño (CENEPRED, 2014).

En tanto los otros parámetros como frecuencia, periodo de retorno y duración, se vinculan con el número de veces en relación al tiempo en el que se presentan y permanecen.

En la actualidad se ha integrado a estos procesos de identificación de peligros la utilización de Sistemas de Información Geográfica mediante imágenes satelitales, cartografía y otros insumos. Es así que la peligrosidad a inundaciones también puede representarse mediante mapas, los cuales consisten en “...*la representación de los distintos aspectos que se analizan en la peligrosidad de las inundaciones...*” (Laín-Huerta, Llorente-Isidro, & Diez, 2008).

Estos mapas pueden clasificarse según el aspecto analizado, así tenemos: (i) Desarrollo espacio-temporal, cuyos mapas comprenden las áreas afectadas por la inundación y su tiempo de actuación; (ii) Severidad del fenómeno natural, cuyos mapas comprenden la cuantificación de los parámetros físicos como profundidades o velocidades; y (iii) Probabilidad del fenómeno, cuyos mapas representan la inundabilidad en función a periodos de retorno (Laín-Huerta, Llorente-Isidro, & Diez, 2008).

El método ideal para la obtención del peligro de inundaciones se basa en la información registrada en las estaciones hidrométricas, a partir de las cuales se conoce el escurrimiento, sin embargo, en la mayoría de los casos no se cuenta con dicha información, por lo cual el método alternativo es usar un modelo lluvia-escurrimiento (CENAPRED, 2014), integrando a estos el uso de Sistemas de Información Geográfica.

2.1.3. Deforestación

A. Concepto

Se considera como deforestación al proceso antrópico de modificación del bosque mediante el desmonte o aclareo, con la finalidad de destinar estos terrenos a otros usos o dejarlos estériles sin uso (FAO, 2012).

Son diversos los factores que determinan la deforestación, y varían dentro de un mismo país y entre distintos países. A continuación, se describen algunos de los factores causantes de la deforestación.

B. Causas de Deforestación

A lo largo de la historia el desarrollo económico ha sido acompañado por la deforestación. Sin embargo la deforestación deja de ser un problema en países que alcanzaron un nivel de desarrollo económico y que facilitó prácticas forestales sostenibles basada en compromisos políticos (FAO, 2012).

De acuerdo al informe “El Estado de los bosques del Mundo” realizado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés), menciona que a nivel mundial las causa de la deforestación y degradación de bosques, tienen naturaleza socioeconómica (FAO, 2012).

Entre las causas citadas por el referido informe encontramos: la pobreza, tenencia segura de tierras, insuficiente legislación, políticas intersectoriales inadecuadas, infravaloración de productos forestales y servicios ecosistémicos, falta de participación, falta de buena gobernanza, ausencia de clima económico favorable que facilite el manejo forestal sostenible, comercio ilegal, falta de capacidad, y políticas nacionales que fomentan la conversión de las tierras a otros usos (FAO, 2012).

En la Amazonía peruana según el Monitoring of the Andean Amazon Project (MAAP), los tres principales drivers de deforestación son: las plantaciones a gran escala de palma aceitera y cacao, la minería aurífera y el cultivo de coca, así también indican que la apertura de caminos forestales contribuyeron en la degradación de los bosques (Monitoring of the Andean Amazon Project, 2015).

En tanto, la construcción de grandes obras viales como las carreteras en la Amazonía, permitieron y permitirán el asentamiento de nuevos pueblos, quienes ven en el cambio de uso de tierras múltiples beneficios, convirtiendo superficies

boscosas en áreas agrícolas y ganaderas principalmente (Ríos, Laguado, Trujillo, & Sánchez, 2012).

En la selva central peruana, tal como señalan González y Ruiz (1985), también se menciona que las principales causas de la deforestación es producto de la ampliación de la frontera agrícola, pese a que muchos de estos suelos no eran aptos para la agricultura y cultivos permanentes (González & Ruiz, 1985).

C. Efectos de la Deforestación

La pérdida de grandes superficies de bosques, no solo ocasionan la pérdida de biomasa vegetal en sus diferentes formas de vida (árboles, arbustos, herbáceas, cañas, epifitas, trepadoras, suculentas, palmeras, etc.), sino que además ponen en peligro a la biodiversidad, los refugios de la fauna silvestre y los servicios ambientales del bosque (Ríos, Laguado, Trujillo, & Sánchez, 2012).

Así mismo, la deforestación, según lo investigado por diversos autores (Ranzi, Bochicchio, & Bacchi, 2002); (Haria & Price, 2000); (Ziemer, 1981), influyen también en las inundaciones, puesto que, los bosques son un componente vital del ciclo hidrológico (GREENPEACE, 2013), dado que la pérdida de los bosques puede conducir a un aumento de la escorrentía del agua, ya que la limitada interceptación de la precipitación y la reducción de la evaporación del agua desde el dosel, facilitarían la ocurrencia de inundaciones en mayor frecuencia e intensidad, especialmente en las estaciones lluviosas (Bradshaw, Sodhi, Peh, & Brook, 2007).

2.1.4. Gestión de Riesgos de Desastres

A. Concepto

Según el glosario de términos del CENEPRED, lo define como: *“un proceso social cuyo fin último es la prevención, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastre en*

la sociedad, así como la adecuada preparación y respuesta ante situaciones de desastre, considerando las políticas nacionales con especial énfasis en aquellas relativas a materia económica, ambiental, de seguridad, defensa nacional y territorial sostenible” (CENEPRED, 2016).

B. Tipos

Se identifican dos tipos: gestión correctiva y gestión prospectiva. Para las cuales, según el CENEPRED, son definidas como:

- La Gestión reactiva, en la que se aplican medidas que minimizan probables daños y pérdidas.
- La Gestión correctiva, es considerada como el conjunto de acciones planificadas y/o realizadas con la finalidad de corregir o mitigar el riesgo existente en zonas previamente identificadas (CENEPRED, 2016).
- La Gestión prospectiva, es a su vez, considerada como un conjunto de medidas de planificadas con el objetivo de evitar y prevenir situaciones de riesgo futuro, que surjan como producto del desarrollo de nuevas inversiones o proyectos en el territorio (CENEPRED, 2016).

C. Evaluación de Riesgos

Es un proceso que implica conocer con precisión los peligros, características de los elementos expuestos y de sus vulnerabilidades. Para ello, se requiere información actualizada del ámbito de estudio, provenientes de fuentes diversas tales como: estudios de suelos, inventarios de fenómenos, estudios geológicos, estudios hidrometeorológicos, mediciones en campo, etc. Así también, este proceso debe de contar con la participación de entidades técnico científicas y gobiernos locales (CENEPRED, 2014).

A través de las evaluaciones de riesgo, se pueden identificar los niveles de riesgos de las zonas evaluadas. Dichos niveles, no solo dependen del tipo de fenómeno, sino también del nivel de vulnerabilidad de centros urbanos y rurales influenciados a su vez por su exposición, fragilidad y resiliencia (CENEPRED, 2014).

Es así, que la evaluación de riesgos consiste en realizar: evaluación de peligrosidad, análisis de vulnerabilidad, cuantificación de daños y pérdidas, y determinación de niveles de riesgos. A continuación, se describen las principales características de estos procesos.

- *Evaluación de peligrosidad:* consiste en estimar o valorar la ocurrencia de un fenómeno con base en información específica sobre sus características y dimensión, los factores causantes y registro de sucesos, en el tiempo y ámbito geográfico determinado (CENEPRED, 2014).
- *Análisis de la vulnerabilidad:* durante este proceso se debe determinar si los elementos expuestos son susceptibles al fenómeno evaluado (CENEPRED, 2014), para posteriormente analizar en base a tres dimensiones: social, económica y ambiental. La dimensión social comprende la exposición, fragilidad y resiliencia de la población y los servicios de salud y educación. La dimensión económica comprende la exposición, fragilidad y resiliencia de las diversas actividades económicas, incluyendo el transporte, comunicaciones y saneamiento. La dimensión ambiental comprende la exposición, fragilidad y resiliencia de los recursos naturales renovables y no renovables (CENEPRED, 2017).
- *Cuantificación de daños y pérdidas:* este procedimiento se centra principalmente en la valoración de los efectos o

daños directos (efectos sobre la propiedad), efectos indirectos (efectos en los flujos de producción de bienes y servicios), y los efectos secundarios (efectos en el comportamiento de las principales macro magnitudes). (CENEPRED, 2014)

- *Calculo del nivel de riesgo:* surge como producto de la identificación y análisis del peligro a los que está expuesto el ámbito geográfico de estudio y el nivel de susceptibilidad ante el fenómeno que inciden en la vulnerabilidad explicada por la exposición, fragilidad y resiliencia. Es así que, el riesgo es el resultado de relacionar el peligro con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el objetivo de definir los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales relacionadas al fenómeno evaluado (CENEPRED, 2014).

D. Identificación de Medidas frente a Riesgos

Derivan de los resultados obtenidos durante la evaluación de riesgos, y se generan desde el inicio del proceso de evaluación, con la identificación de zonas y elementos expuestos al riesgo. Estas medidas, según el nivel de avance y generación de planes de riesgos, se analizan a profundidad, se ajustan y se complementan, para luego ser priorizadas en función a objetivos específicos (CENEPRED, 2017). Los tipos de medidas son:

- Medidas de reducción: aquellas que tienen la finalidad de disminuir o eliminar la vulnerabilidad existente.
- Medidas de prevención: aquellas con el objetivo de evitar que nuevas actividades o inversiones incrementen los niveles de riesgo.
- Medidas estructurales: son aquellas que están integradas por componentes físicos.

- Medidas no estructurales: son acciones que buscan fortalecer capacidades, elevar la conciencia y cultura de prevención, y fortalecer a las instituciones.

2.1.5. La Gestión de Riesgos de Desastres como Estrategia de Desarrollo Sostenible

En la actualidad, se sabe que los eventos naturales y desastres continuarán sucediendo, conllevando a impactos negativos en nuestras sociedades. De la misma manera, dependerá mucho del grado de preparación y planificación que tengan nuestras ciudades para enfrentarlos. Es por ello, que un mensaje clave que forma parte de toda agenda de desarrollo sostenible o "verde", requiere integrar la gestión del riesgo. Por ende, debe entenderse que dicha gestión, es un proceso de adopción de políticas, estrategias y prácticas orientadas a reducir los riesgos asociados a peligros o minimizar sus efectos (Aquino, 2010)

Así tenemos que, desde los años 90, se ha promovido la reducción del riesgo de desastres como una política primordial para lograr el desarrollo. La puesta en práctica, en la actualidad ha permitido desarrollar estrategias para la reducción de desastres, así se tiene por ejemplo la Estrategia Internacional de Reducción de Desastres (EIRD), que busca la formación de comunidades resilientes a desastres.

Otro de los aspectos relevantes, fue también el Marco de la Acción de Hyogo (MAH), surgido de la segunda Conferencia Mundial sobre Reducción de Desastres (WCDD) celebrada en Kobe, Japón, en febrero del 2005, es el instrumento global de referencia para la implementación de la reducción del riesgo de desastres y que ha sido adoptado por 168 Estados miembros de las Naciones Unidas en la Conferencia Mundial. El MAH ofrece cinco áreas prioritarias para la toma de acciones, al igual que principios rectores y medios prácticos

para aumentar la resiliencia de las comunidades vulnerables a los desastres, en el contexto del desarrollo sostenible (EIRD, 2008).

En tanto, que el “Acuerdo Marco para la Reducción de Desastres 2015-2030 de Sendai”, se realizó en pro del desarrollo sostenible y gestión del riesgo y se mencionan entre sus principales objetivos: reducción sustancial de la mortalidad mundial en desastres, reducción sustancial del número de personas afectadas, reducción de las pérdidas económicas en relación al PIB mundial, reducción sustancial de los daños del desastre a la infraestructura y la interrupción de los servicios básicos, incluidos los servicios de salud y educación, aumento en el número de países con estrategias nacionales y locales para la reducción del riesgo de desastres para el año 2020, una mayor cooperación internacional, un mayor acceso a peligros múltiples, sistemas de alerta temprana e información del riesgo de desastre y evacuaciones (EIRD, 2008).

En el caso peruano, ha sido de mucha utilidad la creación del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD) a través de la Ley N° 29664 y de su reglamento Decreto Supremo N° 048-2011-PCM. Dicha política nacional, sienta las bases para considerar la gestión de riesgos como una estrategia clave para el logro del desarrollo sostenible, a través de sus diferentes procesos: identificación de peligros, análisis de vulnerabilidad y estimación de riesgos, en todos ellos con participación multisectorial y a diversas escalas.

2.2. Definición de Términos Usados

- a. Avenida Súbita: Es el incremento en el nivel del agua en el río, debido a que por él fluye un caudal mayor a lo normal, con un corto tiempo entre el momento en que se generan y el momento en que se detecta. A estos fenómenos se debe el mayor número de pérdida de vidas humanas y daños materiales.

- b. **Cauce:** Se refiere a la zona más baja del terreno por donde normalmente escurre el agua que se precipita en las zonas aledañas.
- c. **Cuenca.** Área que aporta el agua precipitada hasta un determinado punto sobre una corriente, a través de un sistema de corrientes. Está delimitada por el parteaguas.
- d. **Cuerpo de agua.** Formación hídrica que en conjunto forman la hidrosfera como charcos temporales, estanques, lagunas, lagos, mares, océanos, ríos, arroyos, manantiales, reservas subterráneas, acuíferos, casquetes polares y masas nubosas.
- e. **Cubierta vegetal.** Conjunto de plantas localizadas en un área geográfica definida que forman una capa protectora para el suelo; puede ser total, parcial, rala, dispersa, etc.
- f. **Deforestación:** proceso que implica una progresiva reducción de la masa forestal, es decir, de los bosques y plantas que están presentes en una zona. También se lo suele denominar como tala de árboles y es casi siempre la directa consecuencia de la intervención del hombre en las superficies forestales.
- g. **Desarrollo sostenible:** proceso de transformación natural, económico social, cultural e institucional, que tiene por objeto asegurar el mejoramiento de las condiciones de vida del ser humano, la producción de bienes y prestación de servicios, sin deteriorar el ambiente natural ni comprometer las bases de un desarrollo similar para las futuras generaciones.
- h. **Estaciones Hidrométricas.** Sitio junto a un río donde periódicamente se lleva a cabo la medición del escurrimiento, para conocer su régimen hidráulico a lo largo del año.
- i. **Extracción forestal:** Conjunto de operaciones que forman parte del aprovechamiento forestal y que se realizan para la obtención de productos de la flora del bosque natural o de plantaciones forestales.

- j. Fenómeno natural: Es toda manifestación de la naturaleza. Se refiere a cualquier expresión que adopta la naturaleza como resultado de su funcionamiento interno. La ocurrencia de un "fenómeno natural" sea ordinario o incluso extraordinario (mucho más en el primer caso) no necesariamente provoca un "desastre natural". Entendiendo que la tierra está en actividad, puesto que no ha terminado su proceso de formación y que su funcionamiento da lugar a cambios en su faz exterior, los fenómenos deben ser considerados siempre como elementos activos de la geomorfología terrestre.
- k. Gestión del riesgo de desastres (GRD): es un proceso social cuyo fin último es la prevención, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastre en la sociedad, así como la adecuada preparación y respuesta ante situaciones de desastre, considerando las políticas nacionales con especial énfasis en aquellas relativas a materia económica, ambiental, de seguridad, defensa nacional y territorial sostenible.
- l. Identificación de peligros: conjunto de actividades de localización, estudio y vigilancia de peligros y su potencial de daño, que forma parte del proceso de estimación del riesgo.
- m. Inundación: Evento que, debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica que provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, genera invasión o penetración de agua en sitios donde "usualmente" no la hay.
- n. Peligro: probabilidad de que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente de un lugar específico, con una cierta intensidad y de un periodo de tiempo y frecuencia definidos.
- o. Prevención: el proceso de prevención de riesgo comprende las acciones que se orientan a evitar la generación de nuevos riesgos en la sociedad en el contexto de la gestión del desarrollo sostenible.

- p. Riesgo de desastre: es la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro.
- q. Vulnerabilidad: Es la susceptibilidad de una unidad social (familias, comunidad, sociedad), estructura física o actividad económica que la sustentan, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza.

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis General

La deforestación si influye en la peligrosidad de las inundaciones en la microcuenca Sonomoro para el periodo 1980 al 2015.

2.3.2. Hipótesis Específicas

- La deforestación en el periodo 1980 al 2015 se incrementó en la microcuenca Sonomoro.
- La peligrosidad a inundaciones en el periodo 1980 al 2015 se incrementó en la microcuenca Sonomoro.

2.4. Variables

Las variables de estudio son: la deforestación y la peligrosidad a inundaciones. En esta investigación se considera una relación de causalidad o causa efecto, siendo que la deforestación es la variable causante y a la peligrosidad de las inundaciones como variable resultante.

Tabla 1.
Variables e indicadores

Variable	Indicadores	Unidad
X: Deforestación	X1: Área deforestada total	ha/año
Y: Peligrosidad de inundación	Y1: Nivel de Peligrosidad	Adimensional

Fuente: *Elaboración Propia.*

La variable deforestación, está referida a la deforestación experimentada en la microcuenca entre los años 1980 al 2015, representada por el área

deforestada para el año correspondiente. La peligrosidad a inundaciones, está referida a las zonas inundadas que se presentaron en la microcuenca entre los años 1980 al 2015, analizadas dentro de las secciones de muestreo respectivas.

2.5. Contrastación de la Hipótesis

El contraste de la hipótesis general se realizó mediante técnicas de correlación y regresión lineal simple, teniendo como índice resumen al coeficiente de correlación (r de Pearson). Este coeficiente de correlación varía entre -1 y $+1$, en cuyo caso de ser igual a cero, se interpreta que no existe ninguna correlación entre las variables analizadas (Canela & Monge, 2007). Así mismo, un “ r ” igual a cero indica que la pendiente de la regresión es cero, mientras que un “ r ” diferente de cero indica que la pendiente es diferente de cero.

La regresión lineal como modelo matemático es de utilidad para evaluar si la relación entre dos variables cuantitativas es lineal. Para ello este modelo asume que una de las variables adopta el papel de predictor o independiente “ X ” y que la otra variable es el efecto, resultante o variable dependiente “ Y ” (Canela & Monge, 2007). En esta investigación el contraste de la hipótesis se realizará tomando los indicadores evaluados en cada variable, es decir: Área deforestada total (X_1) y Nivel de peligrosidad (Y_1). Es así que planteamos la siguiente hipótesis estadística relacionando al valor de la “ r ” de Pearson, tal como apreciamos en la tabla 2.

Tabla 2.
Hipótesis e interpretación

Hipótesis estadística	Interpretación
$H_0: r = 0$	La variable deforestación NO tiene correlación con la variable peligrosidad a inundaciones
$H_0: B = 0$	
$H_1: r \neq 0$	La variable deforestación SI tiene correlación con la variable peligrosidad a inundaciones
$H_1: B \neq 0$	

Fuente: *Elaboración Propia.*

Para el caso de las hipótesis específicas de esta investigación, el contraste se realizará mediante análisis de tendencias a fin de identificar el incremento

tanto de deforestación y peligrosidad para la serie temporal de 1980 al 2015 en la microcuenca Sonomoro.

Capítulo III

Metodología de Investigación

3.1. Descripción del Área de Estudio

3.1.1. Localización

La microcuenca del río Sonomoro se encuentra localizada geográficamente entre los 11°19'27.82" a 11°53'01.87" Latitud Sur y entre 74°19'54.22" a 74°43'39.95" Longitud Oeste. Políticamente, la microcuenca pertenece al distrito de Pangoa, provincia de Satipo y a la Región Junín.

La microcuenca Sonomoro tiene un área de 1361.42 km², sus principales ríos son: Chavini, San Ramón y Sonomoro, cada uno de estos compone una Unidad Hidrográfica dentro de la Microcuenca Sonomoro.

La microcuenca del río Sonomoro, hidrográficamente se ubica en la subcuenca del río Pangoa la misma que pertenece a la cuenca del río Perené y a la Región hidrográfica del Amazonas.

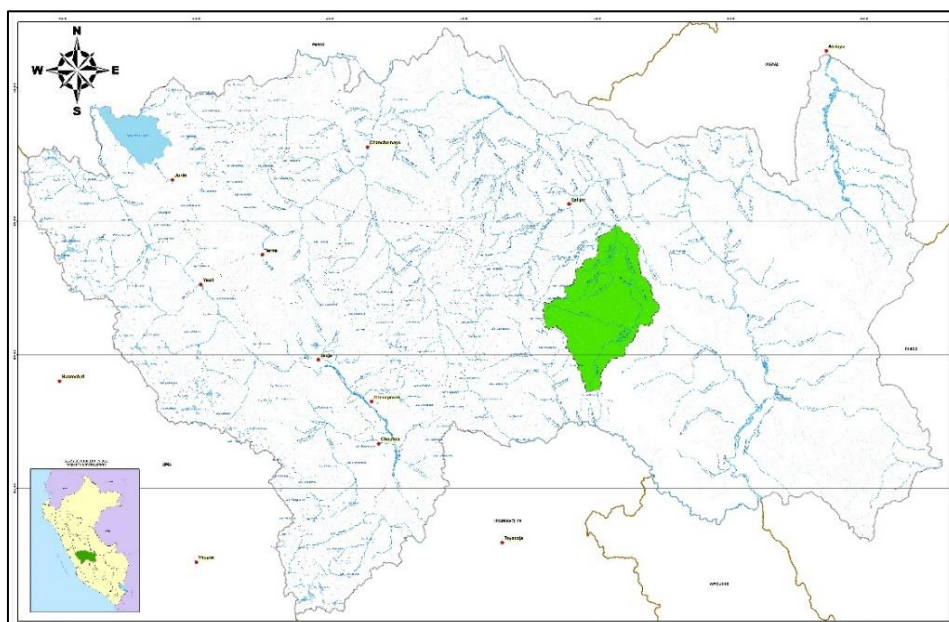


Figura 1. Localización del área de estudio
Fuente: *Elaboración Propia.*

3.1.2. Características Geomorfológicas

A. Parámetros de Forma

Los principales factores de forma son: Área de la cuenca (A), Perímetro de la cuenca (P), Longitud del río principal (L), Ancho promedio de la cuenca (Ap), Coeficiente de compacidad o índice de Gravelius (Kc), Factor de forma (Ff), Rectángulo equivalente (RE) y Radio de circularidad (Rc). Así tenemos en la tabla 3 los valores respectivos para las Unidades de Análisis y para la Microcuenca Sonomoro.

Tabla 3.

Parámetros de forma según unidad hidrográfica

Descripción	Área (km ²)	Perímetro	Longitud río principal (km)	Ancho promedio (km)	Coeficiente de Compacidad	Factor de forma	Radio de Circularidad
U. Chavini	52.991	43.667	16.831	3.148	1.692	0.187	0.349
U. San Ramón	110.226	57.992	26.346	4.184	1.558	0.159	0.412
U. Sonomoro	993.811	175.572	83.611	11.886	1.571	0.142	0.405
Microcuenca	1361.424	199.526	105.505	12.904	1.525	0.122	0.43

Fuente: Elaboración Propia.

B. Parámetros de Relieve

El relieve posee una incidencia más fuerte sobre la escorrentía que la forma, dado que a una mayor pendiente corresponderá un menor tiempo de concentración de las aguas en la red de drenaje y afluentes al curso principal.

Las principales son: Coeficiente de masividad (Cm), Coeficiente de torrencialidad (Ct), y Pendiente media de la cuenca (Sm), este último en particular es importante debido a su relación con el comportamiento Hidráulico de drenaje de la cuenca, y tiene una importancia directa en relación a la magnitud de las crecidas.

Tabla 4.*Parámetros de relieve según unidad hidrográfica*

Descripción	Pendiente media de la cuenca (%)	Coficiente de masividad (cm)	Coficiente de torrencialidad (Ct)
U. Chavini	11.993	31.855	0.359
U. San Ramón	13.541	21.828	0.254
U. Sonomoro	10.232	2.554	0.171
Microcuenca	9.323	1.806	0.159

Fuente: Elaboración Propia.

C. Parámetros de Red Hidrográfica

Estos parámetros son importantes porque entre más corrientes tributarias presente, más rápida será la respuesta de la cuenca frente a una tormenta, evacuando el agua en menos tiempo.

Los principales parámetros son los siguientes: Orden de la cuenca, Densidad de drenaje, Extensión media de escurrimiento, Pendiente media del río principal y Tiempo de concentración.

Tabla 5.*Parámetros de red hidrográfica según unidad hidrográfica*

Descripción	Orden de la cuenca	Densidad de drenaje (km ² /km)	Extensión media de escurrimiento (km ² /km)	Pendiente media del río principal (m/m)	Tiempo de concentración (horas)
U. Chavini	3	1.152	0.686	0.081	0.45
U. San Ramón	3	0.851	1.175	0.094	0.601
U. Sonomoro	5	0.632	1.583	0.04	2.027
Microcuenca	5	0.679	1.474	0.034	2.605

Fuente: Elaboración Propia.

Así mismo otros parámetros que se relacionan con la drenabilidad en cuencas son: Orden de corrientes y Razón de bifurcación, estos se presentan en la tabla 6 para cada una de las unidades hidrográficas.

Tabla 6.*Parámetros complementarios según unidad hidrográfica*

Descripción	Orden de corrientes					Razón de bifurcación
	1	2	3	4	5	
U. Chavini	19	5	1	-	-	4.4
U. San Ramón	28	8	1	-	-	5.75
U. Sonomoro	172	41	12	3	1	3.65
Microcuenca	257	54	14	4	1	4.02

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.3. Elementos Expuestos a Riesgo en la Microcuenca

Tal como se describirá a continuación, en la microcuenca Sonomoro, se vienen realizando diversas prácticas que no son congruentes con el desarrollo sostenible y no consideran adecuadamente la prevención de riesgos, así tenemos: invadir las fajas marginales, ampliación de frontera agrícola, entre otros.

A. Población Expuesta

Los centros poblados de San Ramón y Pangoa, están asentados en la parte baja y entre los ríos San Ramón y Chavini. Su expansión urbana en la actualidad, invadió fajas marginales de ambos ríos. Así también existen decenas de centros poblados menores instalados cerca de las riberas de los ríos en la parte media de estas unidades hidrográficas por ejemplo Santa Rosa de Kiatari.

Por otro lado, en la parte baja de la unidad hidrográfica Sonomoro, se han instalado infraestructura para la recreación, tales como restaurantes turísticos y zonas de recreación, así como puentes peatonales, entre otros. Estas áreas, son afectadas todos los años por la crecida del río Sonomoro, durante el periodo lluvioso (diciembre a abril).

Así mismo, los gobiernos locales implementaron infraestructura de protección, tal como: defensa ribereña principalmente en

sectores de la parte baja de las unidades hidrográficas San Ramón y Chavini.

B. Medios de Vida

La principal actividad económica en esta microcuenca, es la agricultura, produciendo café y el plátano, complementada con la producción de yuca, naranjo, cacao, maíz, y piña. Dicha producción, se realiza con mayor representatividad en la parte media y alta de la microcuenca.

La agricultura, es la actividad que genera mayor presión al bosque e invade las fajas marginales o incluso en algunos casos las pequeñas islas dentro del cauce (en temporada seca), debido a la ampliación de frontera agrícola. También se desarrollan actividades adicionales de menor escala, como la actividad pecuaria, que se instalan en áreas agrícolas que ya no son productivas.

De manera similar, se promociona sectores turísticos en las riberas de los ríos, pero con infraestructura ubicada en fajas marginales, pero que funcionan principalmente durante el periodo de meses secos (mayo a setiembre).

3.2. Diseño de Investigación

Esta investigación aplicará un diseño no experimental longitudinal, puesto que, no manipulará ninguna de las variables y se abocará en describir cómo se han presentado las inundaciones y la deforestación en la microcuenca entre los años 1980 al 2015.

Del mismo modo se aplicará un diseño no experimental del tipo transeccional descriptivo - correlacional, para evaluar la variación de la peligrosidad a inundaciones en función de la deforestación. En este caso, se debe precisar que los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento en un tiempo único y tienen el propósito es describir las variables y analizar su incidencia en dicho momento.

3.3. Población y Muestra

La población de la investigación fue de 1361.42 km², los cuales corresponde al área total de la microcuenca Sonomoro.

A fin de analizar los eventos de inundaciones se seleccionaron puntos para simular las inundaciones. Estos puntos fueron elegidos bajo el criterio de zonas en contacto inmediato con las zonas pobladas o urbanas, las mismas que presentan tramos variables de acuerdo a la distancia que atraviesan estas zonas pobladas (figura 2), en adelante nos referimos a estas zonas como “Zonas de Respuesta”

Así también estos puntos de análisis obedecen al comportamiento hídrico aguas arriba, que corresponden a las tres Unidades hidrográficas, pertenecientes a los principales ríos de la microcuenca. Por ello, a partir de estas unidades se generaron Unidades de Análisis que corresponden a secciones específicas de las unidades hidrográficas tal como se muestra en la figura 2. En adelante nos referimos a estas áreas como “Zonas de Captación”

Dado que se aplican dos procedimientos de análisis, es decir uno por cada variable: Deforestación y otro para Peligrosidad de Inundaciones, se diferenciaron dos muestras:

Tabla 7.
Muestras según variable de estudio

Variable	Muestra	Nombre	Área (km ²)	Representatividad del total (%)	Total (%)
Deforestación	Unidades hidrográficas/ Zonas de captación	Chavini	52.99	3.89	84.99
		San Ramón	110.23	8.10	
		Sonomoro	993.81	73.00	
Peligrosidad de inundaciones	Zonas de respuesta	Chavini	1.24	0.09	0.54
		San Ramón	4.83	0.35	
		Sonomoro	1.32	0.10	
Total			1361.42	100.00	85.53

Fuente: Elaboración Propia.

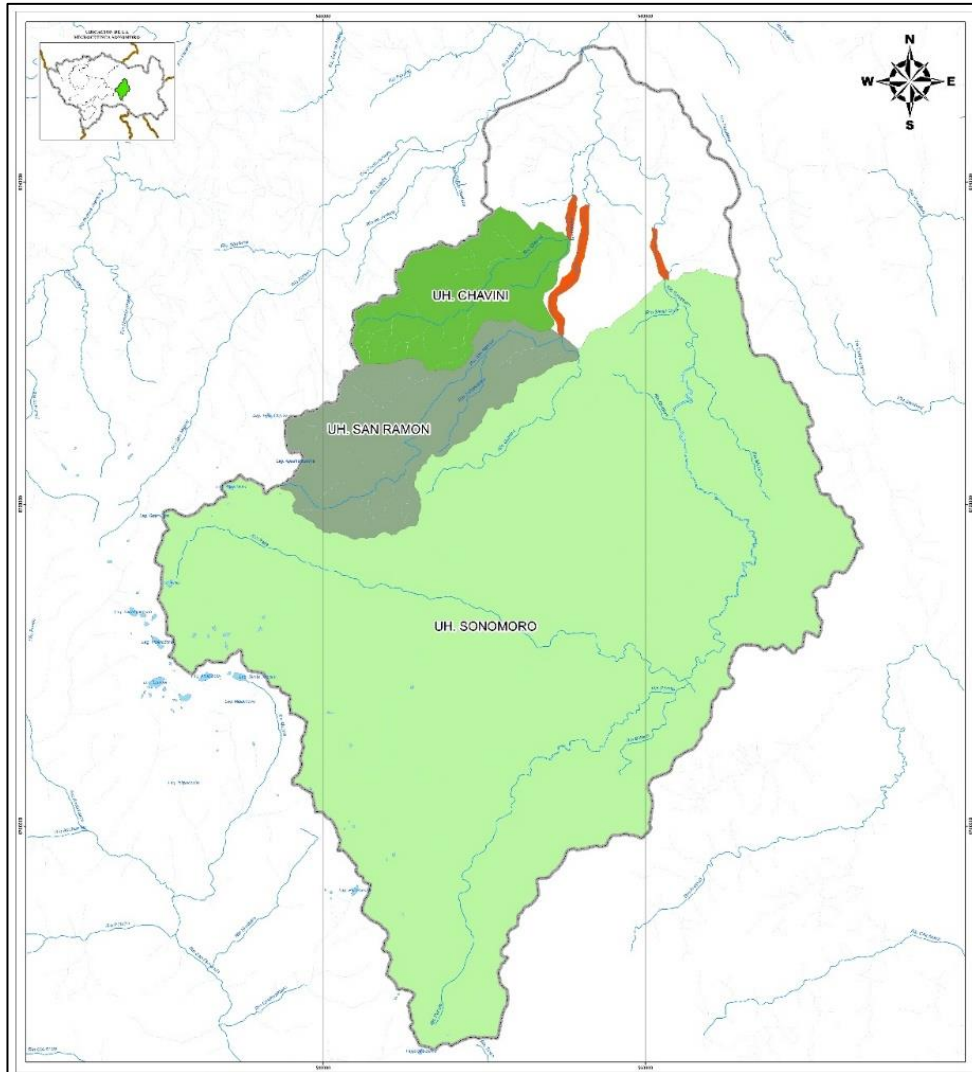


Figura 2. Mapa de unidades de muestreo
Fuente: *Elaboración Propia.*

3.4. Técnicas e Instrumentos

Para el caso de la variable peligrosidad a inundaciones, la principal técnica que se utilizó fue la simulación espacial de las áreas inundadas entre los años 1980 al 2015 mediante el uso herramientas informáticas: HEC-GeoRas, ArcGIS y HEC-RAS.

La referida simulación, fue realizada en base las descargas máximas anuales y geomorfología de la zona (geometría), para determinar áreas inundadas por cada descarga máxima de cada año. A partir de la simulación se obtienen cartografía o mapas de zonas inundables para cada año (Mapas Unievento), conjuntamente con el área que cubren y el nivel de agua que alcanza en cada evento.

Así también para la agregación de los valores obtenidos para cada parámetro de caracterización del peligro, se utilizó la técnica de ponderación con valor único para los cuatro parámetros, con la finalidad de que cada parámetro tenga un peso similar o influya de igual manera que el resto de los otros parámetros.

Para el caso de la variable deforestación, se utilizó la técnica fotointerpretación para identificación de áreas deforestadas por cada imagen satelital recopilada entre los años 1980 al 2015, utilizando el software ENVI y ArcGIS.

3.5. Procedimiento de la Investigación

La investigación se realizará, tal como se muestra en la figura 3, en base a seis fases procedimentales, las cuales son: (i) recopilación de información secundaria, (ii) generación de información cartográfica base, (iii) generación de información mediante modelamiento y fotointerpretación, (iv) procesamiento estadístico, y (v) análisis, interpretación y discusión de resultados.

En la fase de ***recopilación de información secundaria***, se revisó y recopiló información sobre precipitación total mensual para la Estación meteorológica de Satipo (por ser la más cercana) y los caudales medios mensuales existentes para el ámbito de estudio. Así también se recopiló material cartográfico espacial en formato digital (shapefiles de curvas de nivel, puntos elevados y ríos). Por otro lado, para la variable deforestación se recopiló imágenes satelitales, que cubra toda el área de la microcuenca y que tenga escasa o nula interferencia de nubes u otros factores que imposibiliten la identificación de áreas deforestadas. Toda esta información fue la disponible para el periodo entre los años 1980 al 2015.

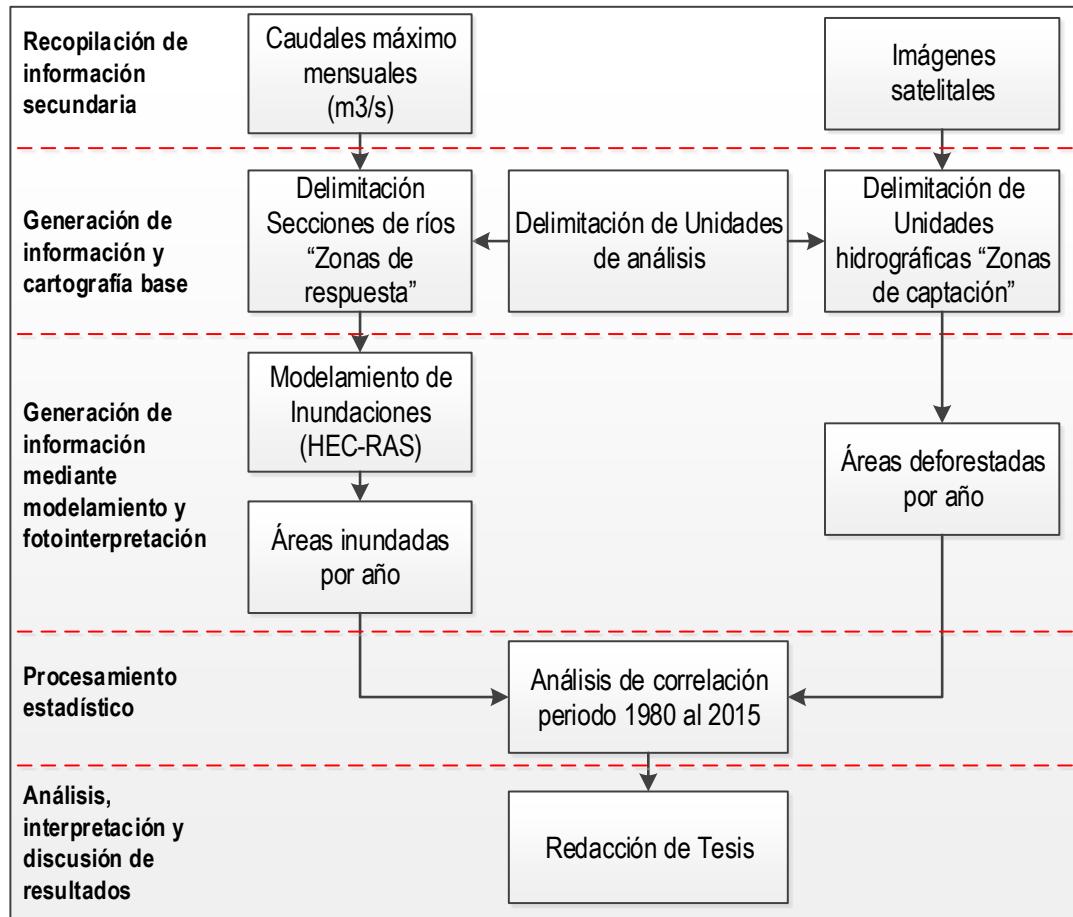


Figura 3. Fases procedimentales
Fuente: *Elaboración Propia.*

En la fase de **generación de información cartográfica base**, se utilizará la información cartográfica base para delimitar la microcuenca del río Sonomoro de manera general e internamente, es decir, delimitar en sus principales unidades hidrográficas o tributarios. Así mismo para complementar el análisis de información se determinó los principales parámetros morfométricos en la microcuenca y sus unidades hidrográficas.

En la fase de **generación de información mediante modelamiento hidrológico y fotointerpretación**, consistió en dos subprocesos: (i) Estimación de la peligrosidad y (ii) Determinación de la deforestación. A continuación, se detalla en que consistió cada uno de estos procesos.

3.5.1. Estimación de la Peligrosidad

Para estimar la peligrosidad de inundaciones entre el periodo 1980 al 2015, se utilizó los parámetros para la identificación y caracterización de peligros referida por CENEPRED (2014), los cuales son: magnitud,

intensidad, frecuencia y duración. La peligrosidad, por lo tanto, fue considerada como una función aditiva de los parámetros y cuya agregación se realizó con igual ponderación para estos parámetros, obteniendo la expresión siguiente:

$$P_i^t = (m_i^t + i_i^t + f_i^t + d_i^t) \times 0.25$$

Donde: P_i^t es la peligrosidad a inundaciones, m_i^t es la magnitud de la inundación, i_i^t es la intensidad de la inundación, f_i^t es la frecuencia de las inundación y d_i^t es la duración de la inundación, todas estos parámetros para el año "t", y el factor de ponderación del 25% para cada parámetro.

Es preciso mencionar que los valores de peligrosidad obtenidos son puntajes influenciados por los valores de cada parámetro. Estos puntajes obtenidos revelan que mayores valores corresponden a una mayor peligrosidad, dado que tuvo una mayor intensidad, magnitud, frecuencia y duración en relación a la serie histórica evaluada.

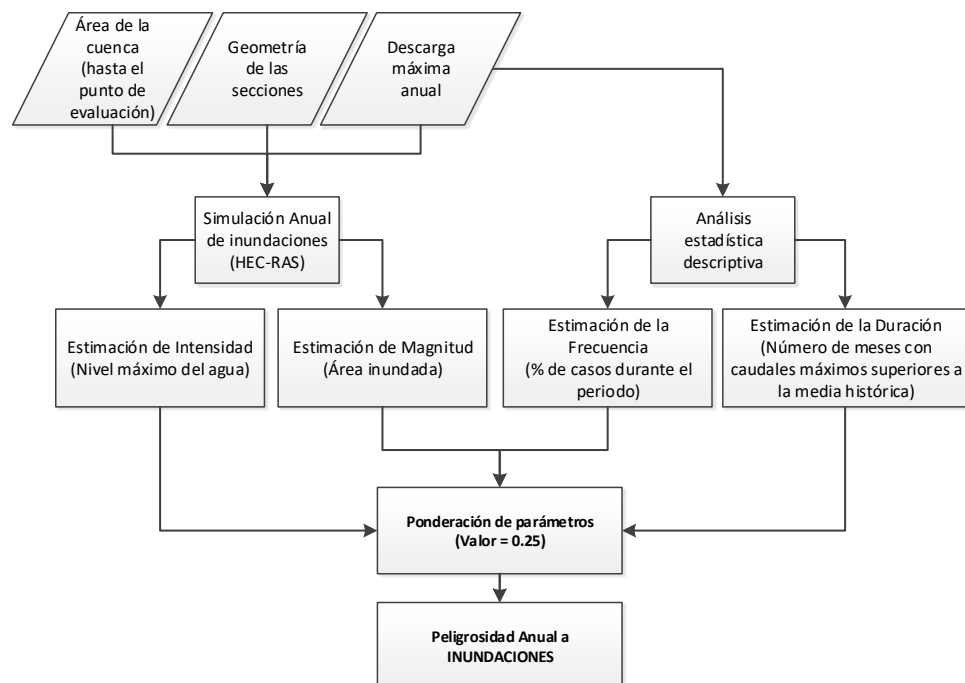


Figura 4. Proceso de estimación de la peligrosidad
Fuente: *Elaboración Propia.*

Para la determinación de cada parámetro se realizó una simulación de inundaciones históricas para el periodo entre los años 1980 al 2015, considerando para ellos las descargas máximas que se presentaron anualmente (ver Anexo 1: Descargas promedio mensuales periodo 1980-2015). Esta simulación se realizó con el software HEC-RAS v.5, teniendo como paso previo, la determinación de la geometría para las secciones de análisis utilizando las herramientas HEC-GeoRas integrado al software ArcGIS v. 10.2, obteniendo así las áreas inundadas y el nivel máximo que alcanzó el agua para cada año (figura 4).

Tal como se muestra en la figura 4, a partir de la simulación se obtuvieron los valores que representaron los parámetros de caracterización de la peligrosidad de inundaciones, siendo:

- Para la magnitud se utilizó el dato de área inundada, por relacionarse a la medida en que afectan las inundaciones al área circundante a los cauces de los ríos.
- Para la intensidad se utilizó el nivel máximo del agua obtenido para cada una de las secciones, por relacionarse con el grado en el que se manifiestan las inundaciones.

Así también se realizó un análisis de estadística descriptiva para complementar la estimación de los parámetros de peligrosidad (figura 4), siendo la frecuencia y duración, utilizando para ello lo siguiente:

- Para la frecuencia se utilizó el porcentaje de los casos durante cada año, donde las descargas fueron mayores al promedio histórico, por ser valores que se aproximan a la ocurrencia de inundaciones durante el año.
- La duración de inundaciones para cada año, se determinó en función al mayor número de meses consecutivos en los que se presentaron descargas mayores al promedio histórico. Esto por tratarse de un valor que de cierta forma indica la duración de

eventos durante cada año en referencia a la serie histórica, y dado que en varios meses de un mismo año las descargas exceden la descarga media histórica.

3.5.2. Determinación de la Deforestación

Las áreas se deforestaron a partir de imágenes satelitales, estas se obtuvieron de la página web del Servicio Geológico de Estados Unidos “USGS” por sus siglas en inglés, que contiene imágenes provenientes de los satélites Landsat 7 y Landsat 8.

Las imágenes descargadas corresponden al área de estudio de codificación Path 006 y Rows 068, y para los años disponibles. En este caso se incluyeron para el caso de las imágenes Landsat 7 sus 8 bandas espectrales y 11 bandas espectrales para las imágenes provenientes de Landsat 8.

El procesamiento de las imágenes se realizó con el software ENVI versión 5.3, iniciando con la herramienta Layer Stacking del software para fusionar las bandas. En seguida se realiza la corrección radiométrica, la cual consiste en expresar los valores de píxeles en unidades de reflectividad, así como reducir elementos indeseados debidos a los efectos de la atmósfera o a la iluminación causada por la hora del día, las sombras, etc.

Realizada la corrección, las imágenes se analizan realizando combinaciones de bandas de falso color, en el caso de imágenes Landsat 7 fue 4-3-2 y en imágenes Landsat 8 fue 6-5-4, siendo estas combinaciones las que permitieron determinar que las observaciones de las imágenes se ajustan a las observaciones de campo y muestran los cambios de cobertura.

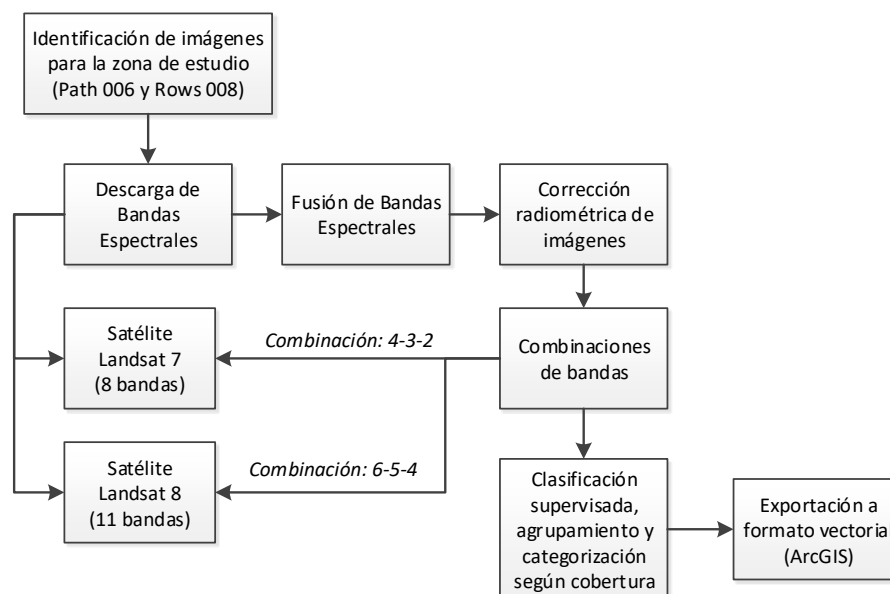


Figura 5. Determinación de deforestación
Fuente: *Elaboración Propia.*

Luego de este proceso se realizó una clasificación supervisada que consiste en verificar los puntos de observación del terreno con las coberturas de la imagen satelital. Posteriormente se agrupan y categorizan las áreas con cobertura y sin cobertura, y finalmente esta información es exportada en formato vectorial para determinar las áreas utilizando el software ArcGIS.

Es preciso mencionar que luego de este proceso, se obtuvo sólo cinco imágenes procesables correspondientes a los años 1985, 1991, 1998, 2004 y 2014. En base a esta información se realizó un análisis de tendencia lineal y se completaron los datos vacíos para los años restantes de toda la serie en las tres unidades de muestreo.

En la fase de **procesamiento estadístico**, se realizó la sistematización de los datos parciales para cada unidad de muestreo en una base de datos utilizando el software Microsoft Excel, a partir del cual se procedió a realizar el contraste de la hipótesis general y específica de la investigación mediante el uso del software SPSS.

Finalmente, en la fase de **análisis, interpretación y discusión de resultados**, se evaluó a partir del análisis estadístico, y se

compararon con estudios similares a fin de confrontar resultados y la redacción final de la tesis.

3.5.3. Sistematización y Procesamiento de Datos

Una vez obtenida los mapas correspondientes por cada año, tanto para áreas inundadas y áreas deforestadas, se tabularon los datos obtenidos considerando las especificaciones de cada valor respecto al parámetro de caracterización al que corresponden (Intensidad, magnitud, duración y frecuencia). Para ello se utilizaron matrices o tablas de sistematización en software Microsoft Excel.

Posteriormente, las columnas de deforestación y peligrosidad a inundaciones fueron correlacionadas utilizando el software SPSS, a fin de conocer la influencia ejercida por la deforestación a la peligrosidad a inundaciones entre los años 1980 al 2015. Identificando así, de qué manera la deforestación influyó sobre las inundaciones y con qué parámetro en especial tiene fuerte correlación.

3.6. Análisis de los Datos

Para el análisis de los datos se utilizó los programas ya indicados, como son: Microsoft Excel, SPSS, ArcGIS, HEC-RAS, con los cuales se generaron tablas, gráficos y mapas.

En el caso del análisis estadístico se utilizarán: medias, frecuencias y coeficiente de correlación de Pearson, coeficiente de determinación y coeficiente ajustado, correspondientes al análisis de correlación lineal.

3.7. Validación de los Resultados

En primera instancia, para el uso de los caudales en el proceso de simulación de inundaciones, se instalaron dos estaciones hidrométricas con reglas limnimétricas y calibradas con correntómetros, con las cuales se registraron datos de caudales diarios durante los meses de junio a septiembre de 2016. Esto se realizó en marco actividades de monitoreo comunitario ejecutado por

el proyecto “Mejora de la sostenibilidad ambiental y la competitividad agroforestal en tres cuencas de la provincia de Satipo” implementado por la ONG DESCO.

Esta actividad, tuvo la finalidad de supervisar la confiabilidad de los valores de los caudales utilizados, comparándolos con el registro de datos diarios en estas estaciones, mediante el método de transferencia hidrológica para los meses correspondientes a los de la serie histórica.

Tabla 8.

Ubicación de estaciones hidrométricas y datos registrados.

Estación	Este	Norte	Altitud (msnm)	Área de unidad (km ²)	Mes	Caudal promedio mensual (m ³ /s)
Valencia	551543	8729011	1244	4.02	Junio	0.14
					Julio	0.15
					Agosto	0.14
					Septiembre	0.13
Santa Rosa	553755	8725216	1139	38.30	Junio	0.67
					Julio	0.95
					Agosto	0.62
					Septiembre	0.53

Fuente: ONG Desco.



Figura 6. Instalación de los limnímetros en campo. Estación Valencia (imagen izquierda), y estación San Rosa (imagen derecha). Fuente: ONG Desco.

En tanto para la verificación de los resultados, se consideró que los resultados de la investigación dado que abordan estimaciones de eventos históricos, fue necesario validarlos mediante el uso de imágenes satelitales con mayor resolución a las empleadas en el proceso de investigación. Las imágenes requeridas para realizar este proceso, estuvieron disponibles para los años 2010 y 2011 en Google Earth.

El proceso consistió en exportar las áreas de inundación para las unidades hidrográficas Chavini, San Ramón y Sonomoro obtenidas para los años 2010 y 2011, verificando así los polígonos generados por la simulación de HEC-RAS con el área ocupada por las aguas.

En la figura 7, se muestran algunas de las zonas de verificación, donde se resaltan con flechas rojas las áreas de coincidencia entre los registrado por las imágenes satelitales y los polígonos obtenidos por la simulación de inundaciones, así mismo con flechas verdes las áreas que no coinciden con las imágenes satelitales.

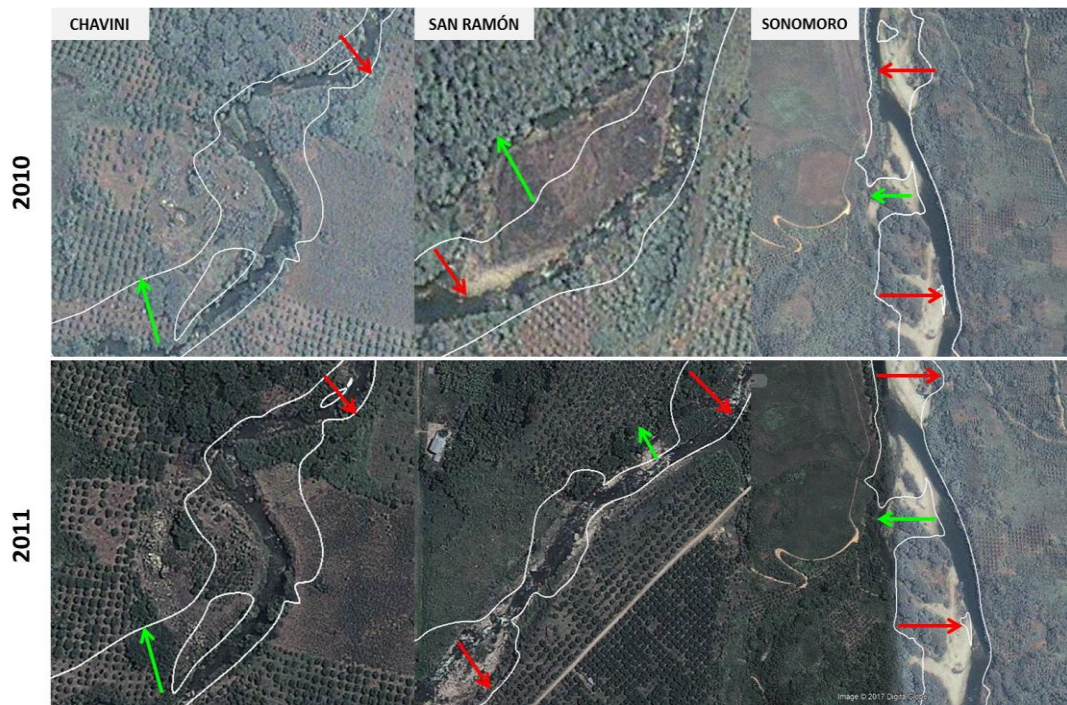


Figura 7. Zonas de verificación.
Fuente: *Google Earth*.

Capítulo IV: Resultados

4.1. Análisis de Resultados

Los resultados están organizados de manera secuencial según el objetivo planteado, primero para el caso de la microcuenca Sonomoro y seguido los casos para las áreas de unidades hidrográficas: Chavini, San Ramón y Sonomoro.

4.1.1 Influencia de la Deforestación sobre la Peligrosidad de las Inundaciones:

A. Microcuenca Sonomoro

El modelo de regresión lineal para la Microcuenca Sonomoro, presentó un Coeficiente de correlación $r=0.93$, lo cual indica una alta correlación entre la deforestación acumulada y los puntajes de peligrosidad acumulada, tal como se muestra en la tabla 9 y en la figura 8.

Tabla 9.

*Resumen de modelo de regresión lineal para Deforestación-
Peligrosidad caso Microcuenca*

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0.933 ^a	0.871	0.866	89.048

a. Predictores: (Constante), Deforestación acumulada-Microcuenca

b. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-Microcuenca

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo los valores de $F= 175.759$ mayor que cero y el valor $p=0.000$ menor que el nivel de significación ($\alpha = 0.05$), presentados en la tabla 10, demuestran que se rechaza la hipótesis nula la cual consideraba una pendiente de la recta de regresión igual a cero ($H_0: \beta = 0$), y se aprueba la hipótesis alterna, dado que la pendiente es distinta de cero ($H_1: \beta \neq 0$).

Esto confirma que la deforestación en la microcuenca del río Sonomoro, si influyó sobre la peligrosidad de las inundaciones durante el periodo 1980 al 2015, y que a su vez esta influencia es directamente proporcional, es decir que a mayor deforestación se incrementa la peligrosidad de inundaciones (figura 8).

Tabla 10.

ANOVA para modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso Microcuenca

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	1393688.345	1	1393688.345	175.759	0.000 ^b
Residuo	206167.880	26	7929.534		
Total	1599856.224	27			

a. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-Microcuenca

b. Predictores: (Constante), Deforestación acumulada-Microcuenca

Fuente: Elaboración propia.

Así también es preciso indicar que tal como se muestra en la tabla 9 y 10, el 87% de la variabilidad de la peligrosidad es explicada por la relación lineal con la variable deforestación.

Tabla 11.

Coefficientes para modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso Microcuenca

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error estándar	Beta		
1 (Constante)	-20.046	40.018		-0.501	0.621
Deforestación acumulada-Microcuenca	0.053	0.004	0.933	13.257	0.000

a. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-Microcuenca

Fuente: Elaboración propia.

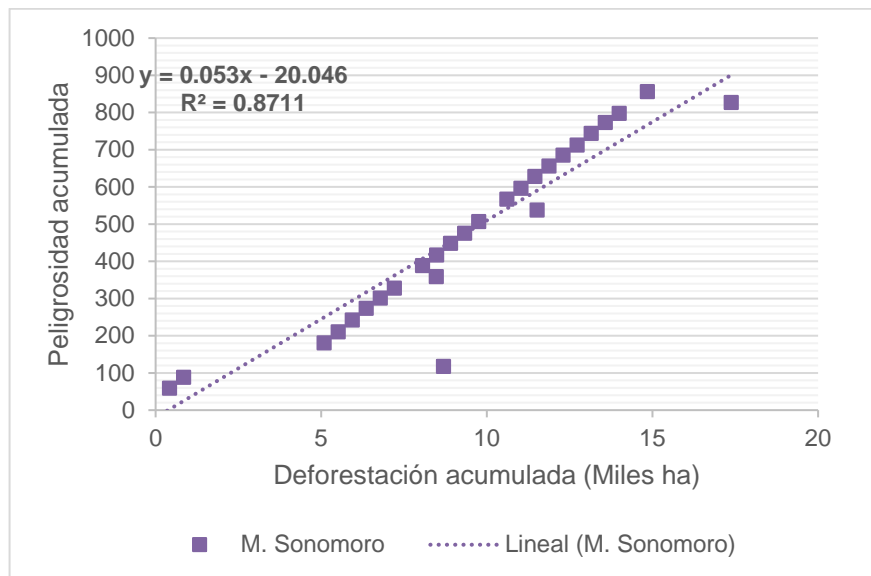


Figura 8. Modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso Microcuenca
Fuente: *Elaboración propia.*

B. Unidad Hidrográfica Chavini

En el caso de esta Unidad, la tabla 12 muestra que la deforestación acumulada presentó el más alto valor de correlación con la peligrosidad acumulada con un $r=0.98$, en comparación con los demás casos.

Tabla 12.

Resumen de modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso UH Chavini

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0,983 ^a	0.966	0.965	25.686

a. Predictores: (Constante), Deforestación acumulada-UH Chavini

b. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-UH Chavini

Fuente: *Elaboración propia.*

Así también, tal como se muestra en la tabla 13, el valor de $F=740.587$ es mayor que cero y el valor $p=0.000$ es menor que el nivel de significación ($\alpha = 0.05$), confirmando de esta manera que en la UH Chavini la deforestación si influye sobre la

peligrosidad de las inundaciones y siendo también directamente proporcionales (figura 9).

Tabla 13.

ANOVA para modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso UH Chavíni

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	488622.746	1	488622.746	740.587	0.000 ^b
1 Residuo	17154.219	26	659.778		
Total	505776.966	27			

a. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-UH Chavini

b. Predictores: (Constante), Deforestación acumulada-UH Chavini

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la variabilidad de la peligrosidad que es explicada por la relación lineal con la variable deforestación, la tabla 12 y 13 muestran que alcanza el 96%, y que puede apreciarse en la figura 9.

Tabla 14.

Coefficientes para modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso UH Chavíni

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error estándar	Beta		
(Constante)	-32.685	11.830		-2.763	0.010
1 Deforestación acumulada-UH Chavini	0.234	0.009	0.983	27.214	0.000

Fuente: *Elaboración propia.*

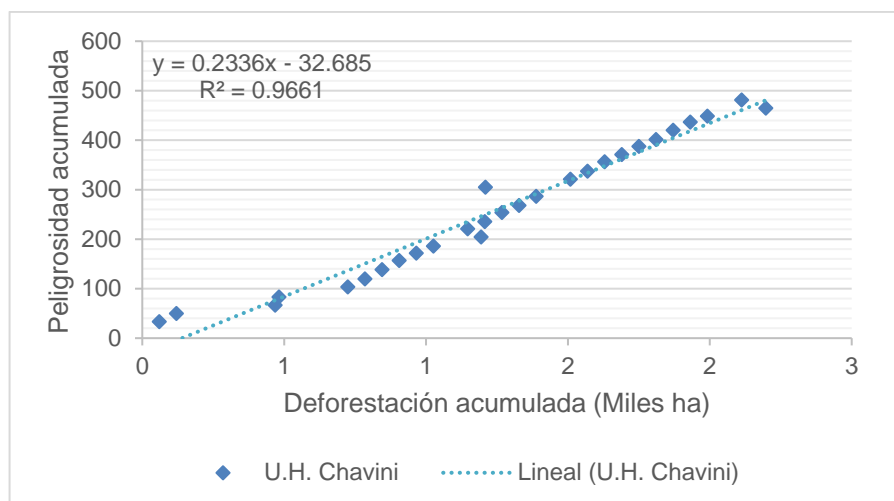


Figura 9. Modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso UH Chavini
Fuente: *Elaboración propia.*

C. Unidad Hidrográfica San Ramón

Similar a los casos anteriores, en esta Unidad la deforestación acumulada también presentó una alta correlación con la peligrosidad acumulada obteniendo un coeficiente de correlación $r=0.88$ (tabla 15 y figura 10).

Tabla 15.

Resumen de modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso UH San Ramón

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0.886 ^a	0.785	0.777	78.435

a. Predictores: (Constante), Deforestación acumulada-UH San Ramón
b. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-UH San Ramón

Fuente: *Elaboración propia.*

La tabla 16, muestra el valor de $F=95.031$ y el valor $p=0.000$, siendo el primero mayor que cero y el segundo menor que el nivel de significación ($\alpha = 0.05$). Es así que en la UH San Ramón la deforestación explica o influye sobre la peligrosidad de las inundaciones, que al igual que en el caso anterior indica que conforme a mayor deforestación también la peligrosidad se incrementa (figura 7).

Tabla 16.

ANOVA para modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso UH San Ramón

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	584641.658	1	584641.658	95.031	0.000 ^b
1 Residuo	159954.395	26	6152.092		
Total	744596.053	27			

a. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-UH San Ramón

b. Predictores: (Constante), Deforestación acumulada-UH San Ramón

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, según la tabla 15 y 16, apreciamos que un 78% de la variabilidad de la peligrosidad es explicada por la relación lineal con la variable deforestación, que gráficamente también puede apreciarse en la figura 10.

Tabla 17.

Coefficientes para modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso UH San Ramón

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error estándar	Beta		
(Constante)	34.082	32.478		1.049	0.304
1 Deforestación acumulada-UH San Ramón	0.173	0.018	0.886	9.748	0.000

Fuente: Elaboración propia.

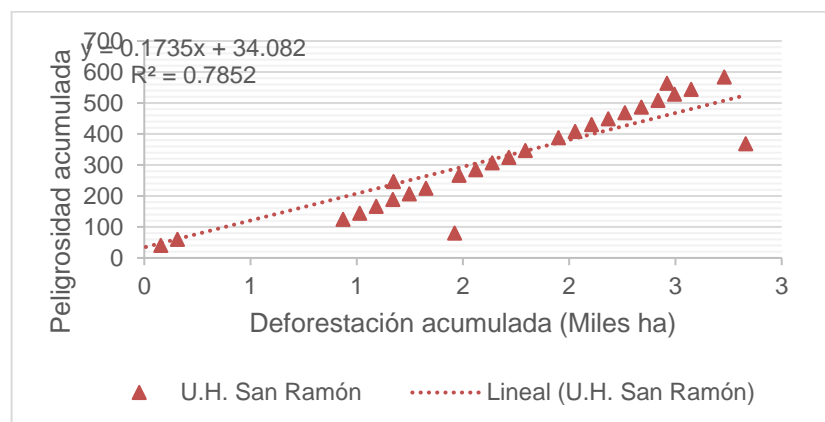


Figura 10. Modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso UH San Ramón

Fuente: *Elaboración propia.*

D. Unidad Hidrográfica Sonomoro

La deforestación acumulada, en este caso, presentó una alta correlación con la peligrosidad acumulada, dado que se obtuvo un coeficiente de correlación $r=0.91$ (tabla 18).

Tabla 18.

Resumen de modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso UH Sonomoro

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0.912 ^a	0.832	0.825	74.523

a. Predictores: (Constante), Deforestación acumulada-UH Sonomoro

b. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-UH Sonomoro

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 19, muestra el valor de $F=128.526$ y el valor $p=0.000$, siendo el primero mayor que cero y el segundo menor que el nivel de significación ($\alpha = 0.05$). Esto confirma que la deforestación en la UH Sonomoro, influye positivamente en la peligrosidad de las inundaciones para el periodo evaluado, implicando que a mayor deforestación se incrementa la peligrosidad de inundaciones (figura 11).

Tabla 19.

ANOVA para modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso UH Sonomoro

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	713792.059	1	713792.059	128.526	0.000 ^b
Residuo	144395.878	26	5553.688		
Total	858187.937	27			

a. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-UH Sonomoro

b. Predictores: (Constante), Deforestación acumulada-UH Sonomoro

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 18 y 19, muestran que un 83% de la variabilidad de la peligrosidad que es explicada por la relación lineal con la variable deforestación, que puede corroborarse con la figura 9.

Tabla 20.

Coefficientes para modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso UH Sonomoro

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error estándar	Beta		
(Constante)	-3.810	33.338		-0.114	0.910
1 Deforestación acumulada-UH Sonomoro	0.055	0.005	0.912	11.337	0.000

Fuente: Elaboración propia.

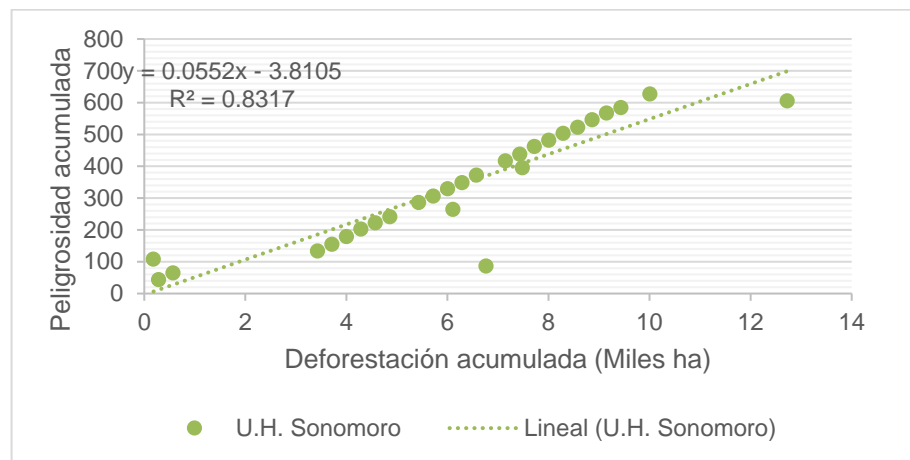


Figura 11. Modelo de regresión lineal para Deforestación-Peligrosidad caso UH Sonomoro

Fuente: *Elaboración propia.*

4.1.2 Caracterización de la Deforestación:

A. Microcuenca Sonomoro

La figura 12, muestra una ligera tendencia de reducción anual respecto a la deforestación durante el periodo 1980 al 2015 para la microcuenca, presentando una tasa de deforestación anual de 530.44 ha/año.

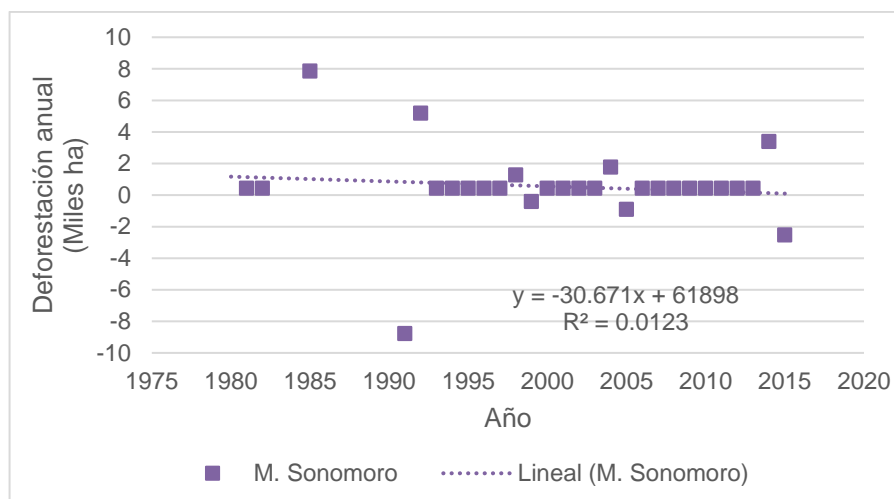


Figura 12. Tendencia lineal para Deforestación caso Microcuenca
Fuente: *Elaboración propia.*

Sin embargo, según el coeficiente de correlación obtenido ($r=0.11$) considerando un modelo lineal de deforestación, se afirma que la deforestación en la microcuenca no muestra una tendencia lineal clara (tabla 21).

Tabla 21.

Resumen de modelo de regresión lineal para Deforestación caso Microcuenca

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0.111 ^a	0.012	-0.026	2648.188

a. Predictores: (Constante), Año

b. Variable dependiente: Deforestación-Microcuenca

Fuente: *Elaboración propia.*

Así mismo, según la tabla 22, la tendencia lineal de los datos no es significativa dado que presenta un valor $p=0.574$ mayor al nivel de significación ($\alpha = 0.05$).

Tabla 22. ANOVA para modelo de regresión lineal para Deforestación caso Microcuenca

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	2272860.426	1	2272860.426	0.324	0,574 ^b
1 Residuo	182335351.483	26	7012898.134		
Total	184608211.910	27			

a. Variable dependiente: Deforestación-Microcuenca
b. Predictores: (Constante), Año

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, considerando las áreas deforestadas de manera acumulada en el periodo 1980 al 2015 indican que las áreas deforestadas si siguen incrementándose respecto al área inicial de cobertura boscosa, aunque no de manera acelerada y con años de reducción, tal como se muestra en la figura 13.

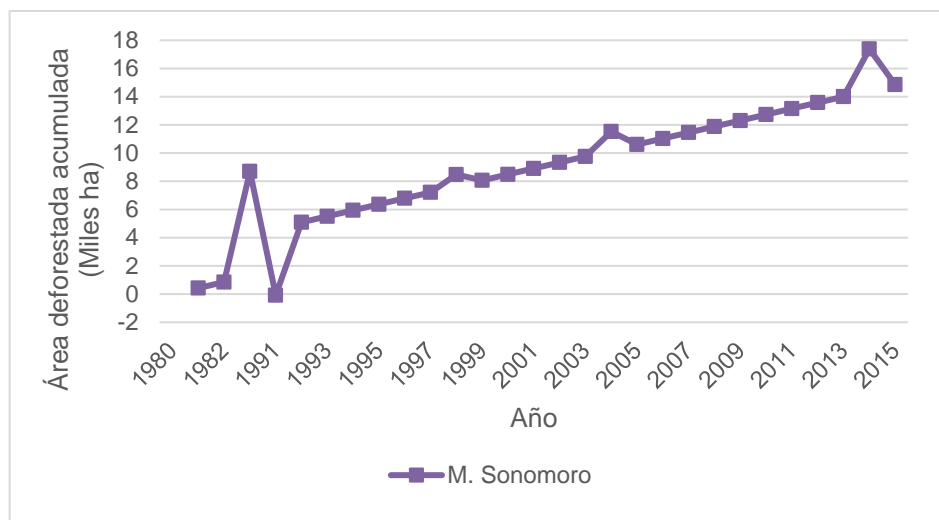


Figura 13. Deforestación acumulada caso Microcuenca
Fuente: Elaboración propia.

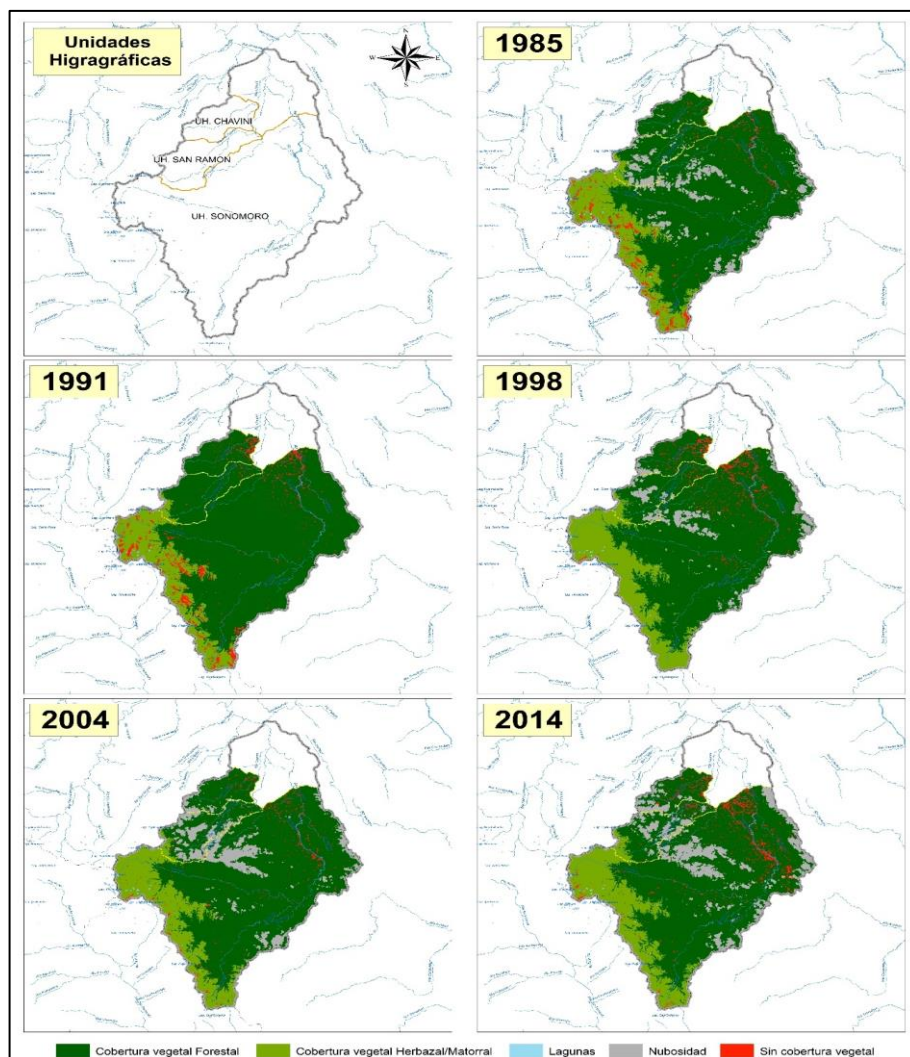


Figura 14. Variación de la cobertura vegetal según año
Fuente: Elaboración propia.

B. Unidad hidrográfica Chavini

Similar al caso anterior, en la UH Chavini también se presenta una tendencia de reducción anual respecto a la deforestación para el periodo 1980 al 2015 (figura 15), con una tasa anual de deforestación de 75.45 ha/año.

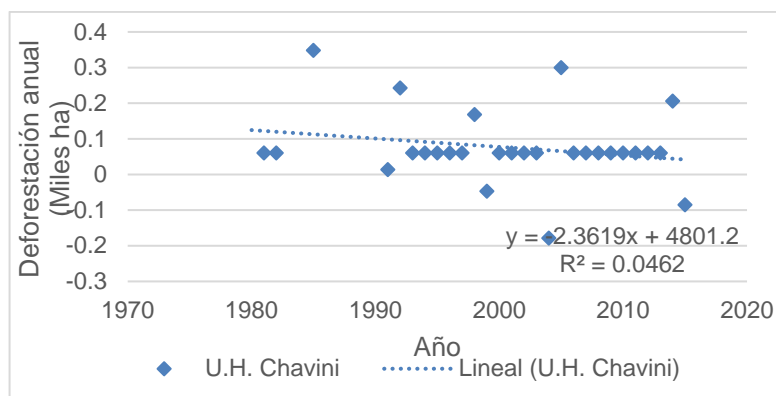


Figura 15. Tendencia lineal para Deforestación caso UH Chavini
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23.

Resumen de modelo de regresión lineal para Deforestación caso UH Chavini

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0.215 ^a	0.046	0.010	103.407

a. Predictores: (Constante), Año
b. Variable dependiente: Deforestación-UH Chavini

Fuente: Elaboración propia.

En tanto que, según el coeficiente de correlación obtenido ($r=0.21$) considerando un modelo lineal de deforestación para la UH Chavini, se afirma que la deforestación en la microcuenca no muestra una tendencia lineal clara (tabla 23). Inclusive según la tabla 24 el valor de $p=0.272$ es mayor que el valor de significancia, afirmando que la tendencia lineal no es significativa.

Tabla 24.

ANOVA para modelo de regresión lineal para Deforestación caso UH Chavini

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	13478.267	1	13478.267	1.260	0.272 ^b
1 Residuo	278018.089	26	10693.003		
Total	291496.356	27			

a. Variable dependiente: Deforestación-UH Chavini

b. Predictores: (Constante), Año

Fuente: Elaboración propia.

De manera complementaria, la figura 16 si es sensible a la deforestación anual para el periodo 1980 al 2015, la cual muestra el incremento de la deforestación acumulada respecto a la cobertura boscosa inicial y donde puede apreciarse algunos años de reducción del proceso de deforestación en la UH Chavini.

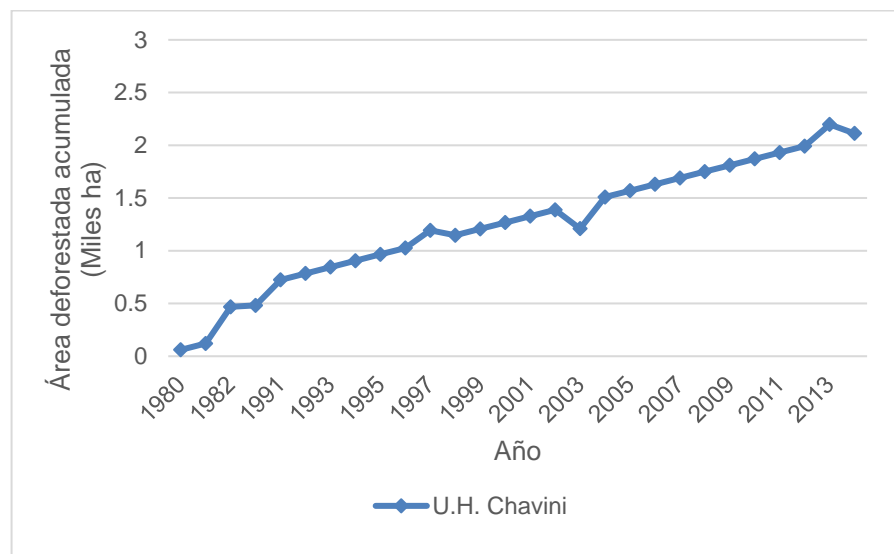


Figura 16. Deforestación acumulada caso UH Chavini
Fuente: Elaboración propia.

C. Unidad Hidrográfica San Ramón

La figura 17, muestra que esta unidad hidrográfica presenta una tendencia de reducción anual respecto a la deforestación anual para el periodo 1980 al 2015, con una tasa anual de deforestación de 97.5 ha/año.

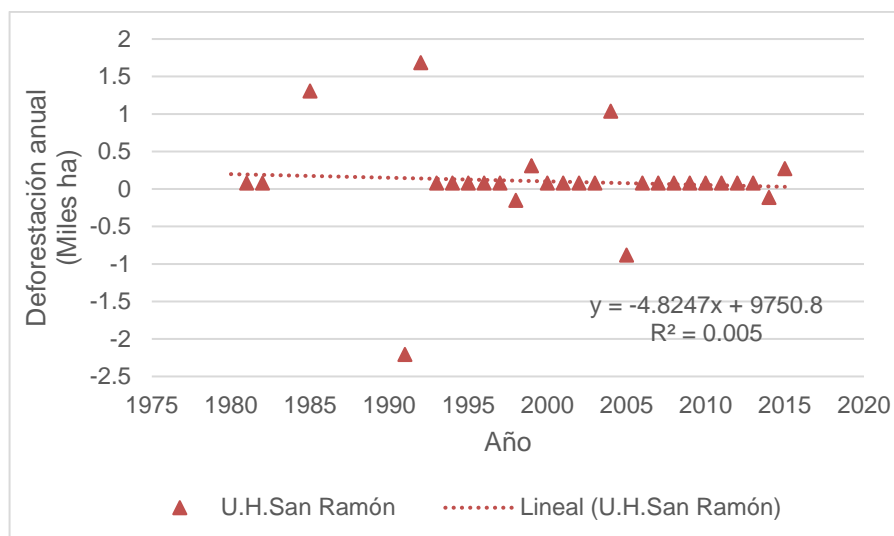


Figura 17. Tendencia lineal para Deforestación caso UH San Ramón
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Resumen de modelo de regresión lineal para Deforestación caso UH San Ramón

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0.070 ^a	0.005	-0.033	658.221

a. Predictores: (Constante), Año

b. Variable dependiente: Deforestación-UH San Ramón

Fuente: Elaboración propia.

En tanto que, la tabla 25 muestra un bajo coeficiente de correlación lineal para la deforestación en la UH San Ramón ($r=0.07$), por lo que no se puede afirmar una tendencia lineal de reducción clara. Así mismo según la tabla 26, el valor de $p=0.722$ es mayor que el valor de significación, indicando que la tendencia lineal no es significativa.

Tabla 26.

ANOVA para modelo de regresión lineal para Deforestación caso UH San Ramón

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	56240.702	1	56240.702	0.130	0,722 ^b
1 Residuo	11264618.346	26	433254.552		
Total	11320859.049	27			

a. Variable dependiente: Deforestación-UH San Ramón

b. Predictores: (Constante), Año

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, la tendencia de la deforestación acumulada anual para el periodo evaluado, graficado en la figura 18, si muestra tendencia de incremento, con algunos años de mayor y menor crecimiento, respecto a la cobertura boscosa inicial en la UH San Ramón.

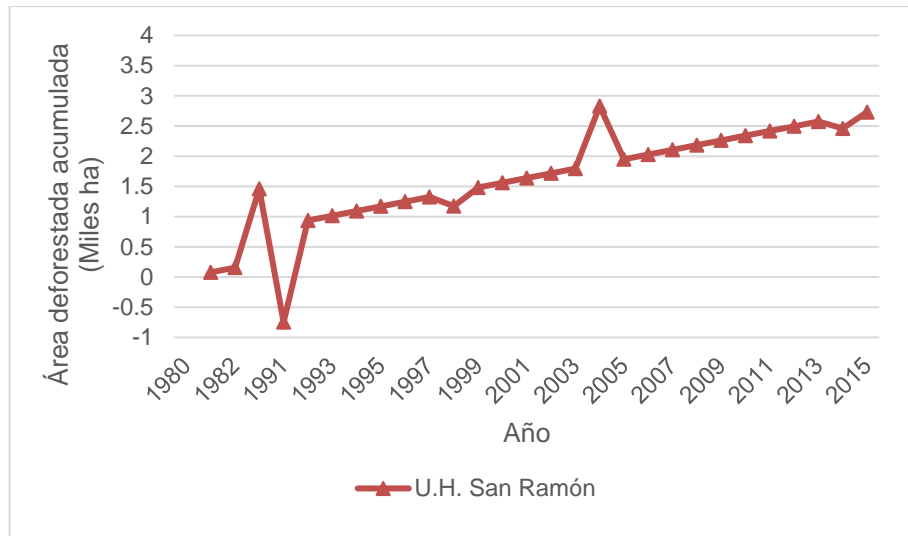


Figura 18. Deforestación acumulada caso UH San Ramón
Fuente: Elaboración propia.

D. Unidad Hidrográfica Sonomoro

La figura 19, muestra que esta unidad hidrográfica presenta una tendencia de reducción anual respecto a la deforestación anual para el periodo 1980 al 2015, con una tasa anual de deforestación de 357.5 ha/año.

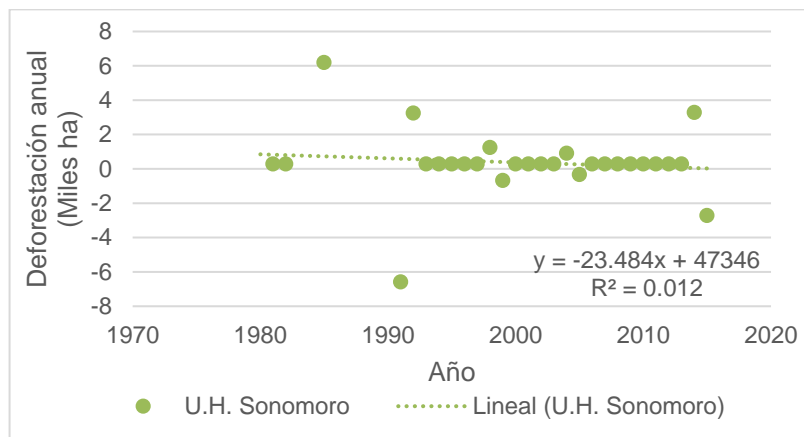


Figura 19. Tendencia lineal de Deforestación caso UH Sonomoro
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27.

Resumen de modelo de regresión lineal para Deforestación caso UH Sonomoro

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0.109 ^a	0.012	-0.026	2057.951

a. Predictores: (Constante), Año

b. Variable dependiente: Deforestación-UH Sonomoro

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 27, muestra un bajo coeficiente de correlación lineal para la deforestación en la UH Sonomoro ($r=0.10$), por lo que no se puede afirmar una tendencia lineal de reducción clara. Así mismo según la tabla 28, el valor de $p=0.58$ es mayor que el valor de significación, indicando que la tendencia lineal no es significativa.

Tabla 28.

ANOVA para modelo de regresión lineal de Deforestación caso UH Sonomoro

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	1332532.513	1	1332532.513	0.315	0,580 ^b
1 Residuo	110114269.294	26	4235164.204		
Total	111446801.808	27			

a. Variable dependiente: Deforestación-UH Sonomoro

b. Predictores: (Constante), Año

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, la figura 20, muestra una tendencia de incremento respecto a la deforestación acumulada anual para el periodo evaluado, con algunos años de mayor y menor crecimiento, respecto a la cobertura boscosa inicial en la UH Sonomoro.

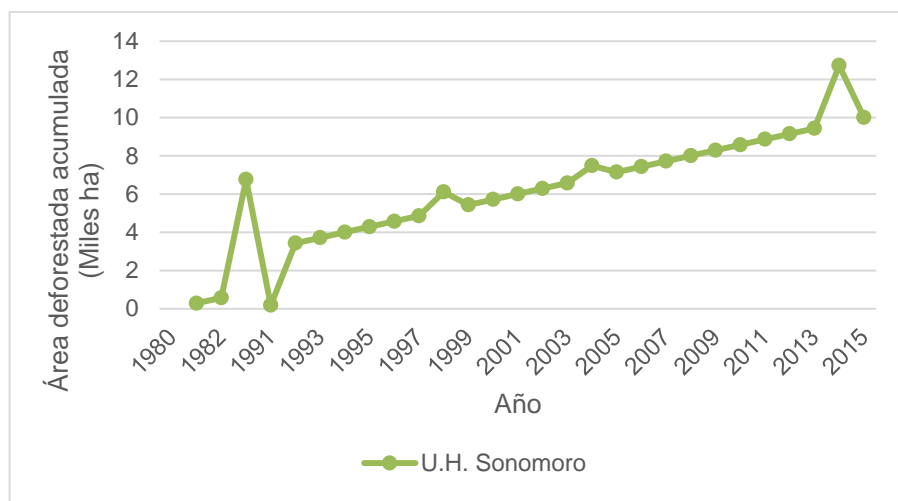


Figura 20. Deforestación acumulada caso UH Sonomoro
Fuente: Elaboración propia.

4.1.3 Peligrosidad de Inundaciones:

A. Microcuenca Sonomoro

Según la tabla 29, los valores promedios para los parámetros de peligrosidad dentro de la serie temporal 1980 al 2015, fueron: 3.12 m de profundidad máxima de la crecida (Intensidad), 60.37 ha de superficie inundada (Magnitud), 50.57% de frecuencia de crecidas (Frecuencia), y 3.96 meses continuos con crecidas (Duración), presentando así un puntaje de peligrosidad promedio igual a 29.5.

Tabla 29.

Valores históricos según componente de peligrosidad caso Microcuenca

Año	Profundidad máxima de la crecida (m)	Área inundada (ha)	Frecuencia de crecida (%)	Número de meses continuos con crecidas	Puntaje de Peligrosidad de inundaciones
1980	3.07	58.28	42	3	26.587
1981	3.11	60.29	58	7	32.101
1982	3.11	59.78	50	4	29.222
1985	3.12	60.37	51	4	29.507
1991	3.16	62.19	50	4	29.837
1992	3.12	60.45	67	3	33.392
1993	3.14	61.14	50	3	29.319
1994	3.14	61.60	58	5	31.936
1995	3.14	61.11	58	4	31.561

Año	Profundidad máxima de la crecida (m)	Área inundada (ha)	Frecuencia de crecida (%)	Número de meses continuos con crecidas	Puntaje de Peligrosidad de inundaciones
1996	3.12	60.34	42	5	27.613
1997	3.05	57.39	42	4	26.610
1998	3.09	59.18	58	4	31.068
1999	3.14	61.57	50	4	29.679
2000	3.18	63.17	42	4	28.087
2001	3.14	61.43	58	3	31.394
2002	3.11	60.15	42	3	27.067
2003	3.12	60.46	58	4	31.395
2004	3.10	59.29	58	4	31.097
2005	3.12	60.62	50	3	29.185
2006	3.14	61.47	50	3	29.404
2007	3.14	60.03	58	6	31.792
2008	3.19	63.19	42	4	28.095
2009	3.11	59.78	50	4	29.221
2010	3.11	60.01	42	3	27.029
2011	3.09	58.99	58	5	31.269
2012	3.12	60.39	50	4	29.377
2013	3.10	59.19	33	3	24.572
2014	3.10	59.29	50	4	29.098
2015	3.10	59.64	50	4	29.187
Promedio	3.120	60.372	50.571	3.964	29.507

Fuente: Elaboración propia.

La figura 21, muestra para la microcuenca una tendencia de reducción anual de la peligrosidad de inundaciones durante el periodo 1980 al 2015.

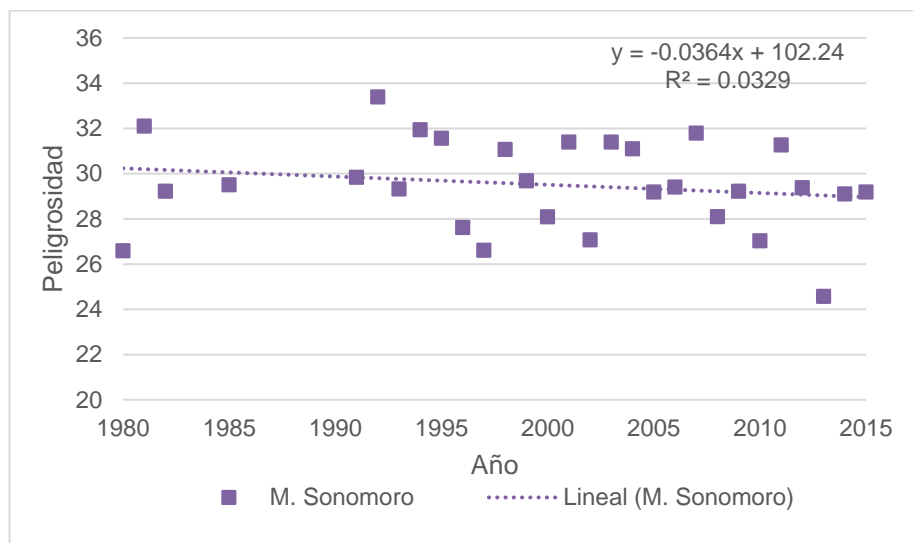


Figura 21. Tendencia lineal de Peligrosidad caso Microcuenca
Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, según el coeficiente de correlación obtenido ($r=0.181$) considerando un modelo lineal, se afirma que la peligrosidad anual en la microcuenca no muestra una tendencia lineal clara (tabla 30).

Tabla 30.

Resumen de modelo de regresión lineal para Peligrosidad caso Microcuenca

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0.181 ^a	0.033	-0.003	2.021

a. Predictores: (Constante), Año

b. Variable dependiente: Peligrosidad-Microcuenca

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, según la tabla 31, la tendencia lineal de los datos no es significativa dado que presenta un valor $p=0.347$ mayor al nivel de significación ($\alpha = 0.05$).

Tabla 31.

ANOVA para modelo de regresión lineal para Deforestación caso Microcuenca

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	3.749	1	3.749	0.917	0,347 ^b
1 Residuo	110.319	27	4.086		
Total	114.067	28			

a. Variable dependiente: Peligrosidad-Microcuenca

b. Predictores: (Constante), Año

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, considerando la peligrosidad de manera acumulada en el periodo 1980 al 2015 indican una tendencia creciente de la peligrosidad, tal como se muestra en la figura 22.

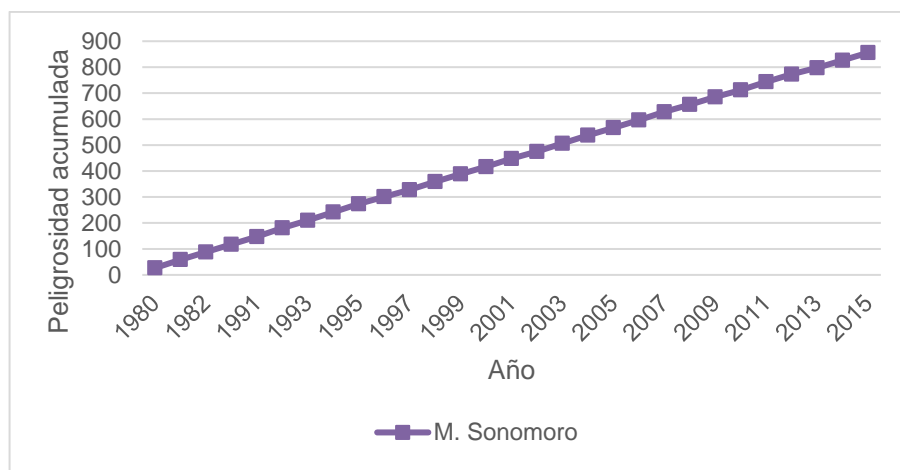


Figura 22. Peligrosidad acumulada caso Microcuenca
Fuente: Elaboración propia.

B. Unidad Hidrográfica Chavini

Según la tabla 32, los valores promedios para los parámetros de peligrosidad dentro de la serie temporal 1980 al 2015 para esta unidad hidrográfica, fueron: 1.74 m de profundidad máxima de la crecida (Intensidad), 10.09 ha de superficie inundada (Magnitud), 50.57% de frecuencia de crecidas (Frecuencia), y 3.96 meses continuos con crecidas (Duración), presentando así un puntaje de peligrosidad promedio de 16.59.

Tabla 32.

Valores históricos según componente de peligrosidad caso UH Chavini

Año	Profundidad máxima de la crecida (m)	Área inundada (ha)	Frecuencia de crecida (%)	Número de meses continuos con crecidas	Puntaje de Peligrosidad de inundaciones
1980	1.72	9.762	42	3	14.121
1981	1.74	10.065	58	7	19.201
1982	1.74	10.037	50	4	16.444
1985	1.74	10.090	51	4	16.592
1991	1.76	10.354	50	4	16.529
1992	1.74	10.124	67	3	20.466
1993	1.75	10.279	50	3	16.257
1994	1.75	10.269	58	5	18.755
1995	1.75	10.248	58	4	18.500
1996	1.74	10.092	42	5	14.708
1997	1.71	9.535	42	4	14.311
1998	1.73	9.927	58	4	18.414

Año	Profundidad máxima de la crecida (m)	Área inundada (ha)	Frecuencia de crecida (%)	Número de meses continuos con crecidas	Puntaje de Peligrosidad de inundaciones
1999	1.75	10.269	50	4	16.505
2000	1.77	10.566	42	4	14.584
2001	1.75	10.243	58	3	18.248
2002	1.74	10.046	42	3	14.196
2003	1.74	10.124	58	4	18.466
2004	1.73	9.931	58	4	18.415
2005	1.74	10.179	50	3	16.230
2006	1.75	10.243	50	3	16.248
2007	1.74	10.041	58	6	18.945
2008	1.77	10.616	42	4	14.597
2009	1.74	10.037	50	4	16.444
2010	1.73	9.898	42	3	14.157
2011	1.72	9.797	58	5	18.629
2012	1.74	10.077	50	4	16.454
2013	1.73	9.860	33	3	11.897
2014	1.73	9.927	50	4	16.414
2015	1.73	9.989	50	4	16.430
Promedio	1.74	10.090	50.571	3.964	16.592

Fuente: Elaboración propia.

La figura 23, muestra que esta unidad hidrográfica presenta una tendencia de reducción anual respecto a la peligrosidad anual para el periodo 1980 al 2015.

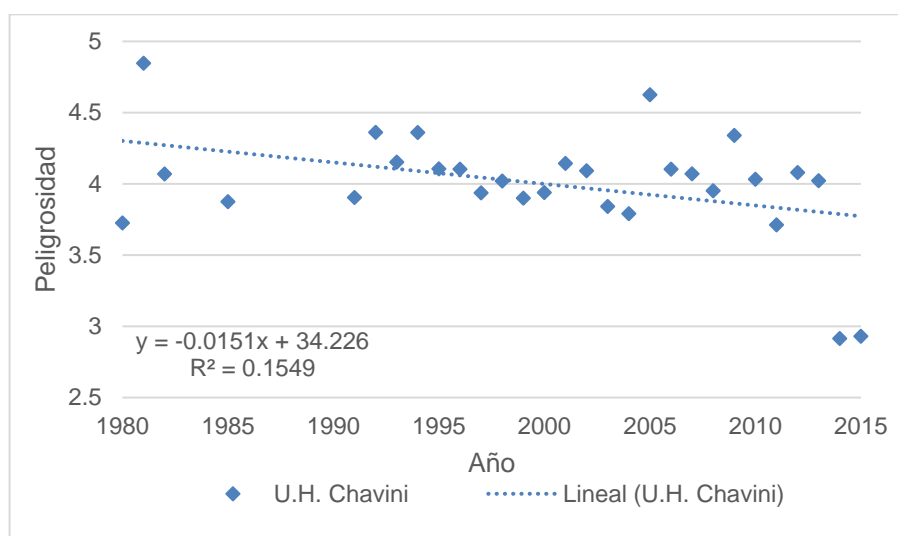


Figura 23. Tendencia lineal de Peligrosidad caso UH Chavini

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, según el coeficiente de correlación obtenido ($r=0.155$) considerando un modelo lineal, se afirma que la

peligrosidad anual en la UH Chavini muestra una ligera tendencia lineal (tabla 33).

Tabla 33.

Resumen de modelo de regresión lineal para Peligrosidad caso UH Chavini

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0.394 ^a	0.155	0.124	0.362

a. Predictores: (Constante), Año

b. Variable dependiente: Peligrosidad-UH Chavini

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, según la tabla 34, la tendencia lineal de los datos es significativa dado que presenta un valor $p=0.035$ menor al nivel de significación ($\alpha = 0.05$).

Tabla 34.

ANOVA para modelo de regresión lineal para Deforestación caso UH Chavini

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	.647	1	0.647	4.948	0,035 ^b
1 Residuo	3.533	27	0.131		
Total	4.181	28			

a. Variable dependiente: Peligrosidad-UH Chavini

b. Predictores: (Constante), Año

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, esta tendencia lineal se puede verificar gráficamente considerando la peligrosidad de manera acumulada en el periodo 1980 al 2015 indican una tendencia creciente de la peligrosidad, tal como se muestra en la figura 24.

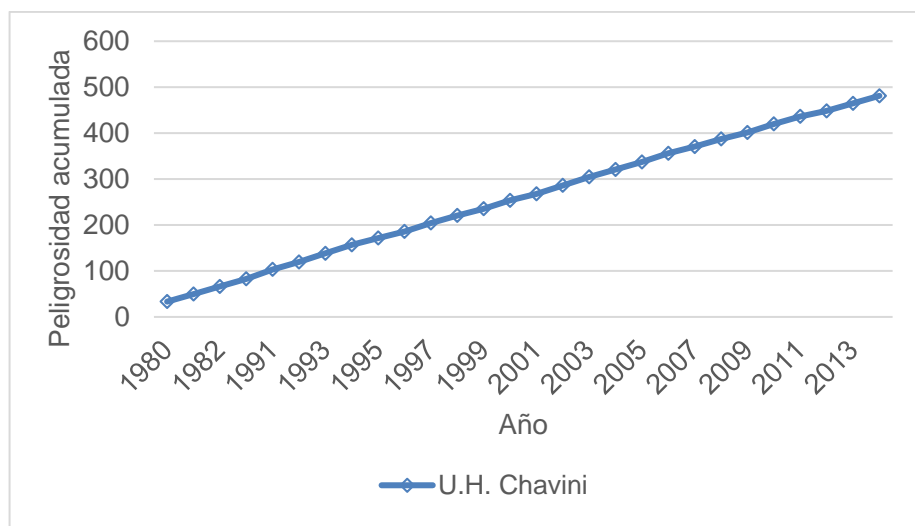


Figura 24. Peligrosidad acumulada caso UH Chavini
Fuente: Elaboración propia.

C. Unidad Hidrográfica San Ramón

Según la tabla 35, los valores promedios para los parámetros de peligrosidad dentro de la serie temporal 1980 al 2015 para la UH San Ramón, fueron: 3.69m de profundidad máxima de la crecida (Intensidad), 22.28 ha de superficie inundada (Magnitud), 50.57% de frecuencia de crecidas (Frecuencia), y 3.96 meses continuos con crecidas (Duración), presentando así un puntaje de peligrosidad promedio de 20.13.

Tabla 35.

Valores históricos según componente de peligrosidad caso UH San Ramón

Año	Profundidad máxima de la crecida (m)	Área inundada (ha)	Frecuencia de crecida (%)	Número de meses continuos con crecidas	Puntaje de Peligrosidad de inundaciones
1980	3.65	21.472	42	3	17.530
1981	3.69	22.306	58	7	22.749
1982	3.68	22.019	50	4	19.925
1985	3.70	22.287	51	4	20.131
1991	3.74	23.030	50	4	20.192
1992	3.7	22.331	67	3	24.008
1993	3.71	22.528	50	3	19.809
1994	3.72	22.765	58	5	22.371
1995	3.71	22.528	58	4	22.059

Año	Profundidad máxima de la crecida (m)	Área inundada (ha)	Frecuencia de crecida (%)	Número de meses continuos con crecidas	Puntaje de Peligrosidad de inundaciones
1996	3.69	22.302	42	5	18.248
1997	3.63	21.155	42	4	17.696
1998	3.67	21.784	58	4	21.863
1999	3.72	22.753	50	4	20.118
2000	3.76	23.427	42	4	18.297
2001	3.72	22.687	58	3	21.852
2002	3.69	22.255	42	3	17.736
2003	3.7	22.338	58	4	22.010
2004	3.68	21.836	58	4	21.879
2005	3.7	22.390	50	3	19.772
2006	3.72	22.731	50	3	19.863
2007	3.76	22.141	58	6	22.475
2008	3.76	23.263	42	4	18.256
2009	3.68	22.019	50	4	19.925
2010	3.69	22.255	42	3	17.736
2011	3.67	21.750	58	5	22.105
2012	3.7	22.316	50	4	20.004
2013	3.68	21.832	33	3	15.378
2014	3.68	21.836	50	4	19.879
2015	3.68	21.997	50	4	19.919
Promedio	3.699	22.287	50.571	3.964	20.131

Fuente: Elaboración propia.

La figura 25, muestra que esta unidad hidrográfica presenta una tendencia de reducción anual respecto a la peligrosidad anual para el periodo 1980 al 2015.

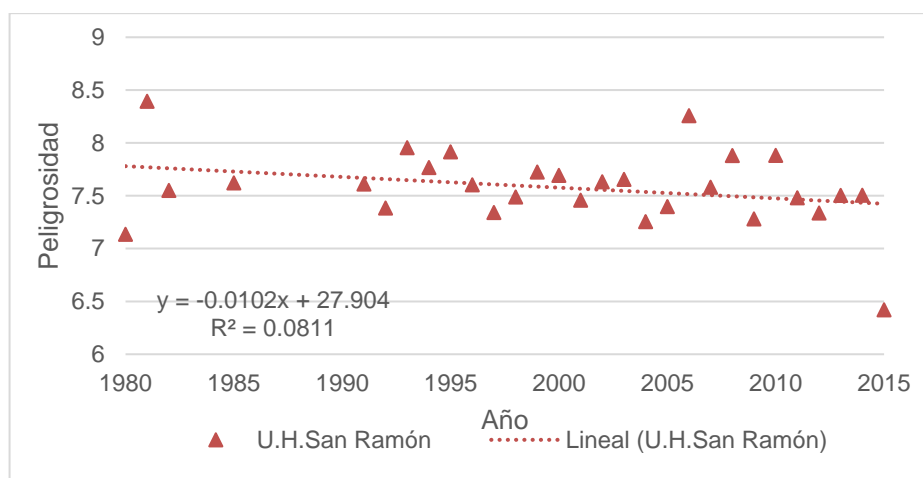


Figura 25. Tendencia lineal de Peligrosidad caso UH San Ramón

Fuente: *Elaboración propia.*

En este caso, según el coeficiente de correlación obtenido ($r=0.28$) considerando un modelo lineal, se afirma que la peligrosidad anual en la UH San Ramón muestra una ligera tendencia lineal (tabla 36).

Tabla 36.

Resumen de modelo de regresión lineal para Peligrosidad caso UH San Ramón

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0.285 ^a	0.081	0.047	0.350

a. Predictores: (Constante), Año
b. Variable dependiente: Peligrosidad-UH San Ramón

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, según la tabla 37, la tendencia lineal de los datos no es significativa dado que presenta un valor $p=0.134$ mayor al nivel de significación ($\alpha = 0.05$).

Tabla 37.

ANOVA para modelo de regresión lineal para Deforestación caso UH San Ramón

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	0.293	1	0.293	2.384	0.134 ^b
1 Residuo	3.317	27	0.123		
Total	3.609	28			

a. Variable dependiente: Peligrosidad-UH San Ramón

b. Predictores: (Constante), Año

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, esta tendencia lineal se puede verificar gráficamente considerando la peligrosidad de manera acumulada en el periodo 1980 al 2015 indican una tendencia creciente de la peligrosidad, tal como se muestra en la figura 26.

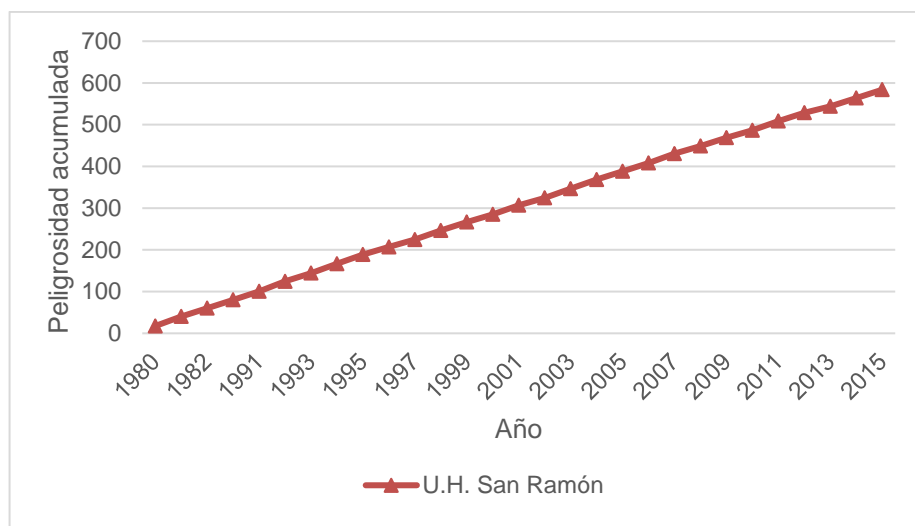


Figura 26. Peligrosidad acumulada caso UH San Ramón
Fuente: Elaboración propia.

D. Unidad Hidrográfica Sonomoro

Según la tabla 38, los valores promedios para los parámetros de peligrosidad dentro de la serie temporal 1980 al 2015 para esta unidad hidrográfica, fueron: 3.92m de profundidad máxima de la crecida (Intensidad), 27.99 ha de superficie inundada (Magnitud), 50.57% de frecuencia de crecidas (Frecuencia), y 3.96 meses continuos con crecidas (Duración), presentando así un puntaje de peligrosidad promedio de 21.61.

Tabla 38.

Valores históricos según componente de peligrosidad caso UH Sonomoro

Año	Profundidad máxima de la crecida (m)	Área inundada (ha)	Frecuencia de crecida (%)	Número de meses continuos con crecidas	Puntaje de Peligrosidad de inundaciones
1980	3.84	27.045	42	3	18.971
1981	3.91	27.919	58	7	24.207
1982	3.90	27.724	50	4	21.406
1985	3.92	27.994	51	4	21.613
1991	3.99	28.802	50	4	21.698
1992	3.92	27.993	67	3	25.478
1993	3.95	28.333	50	3	21.321
1994	3.96	28.567	58	5	23.882
1995	3.95	28.333	58	4	23.571
1996	3.92	27.943	42	5	19.716
1997	3.81	26.699	42	4	19.127

Año	Profundidad máxima de la crecida (m)	Área inundada (ha)	Frecuencia de crecida (%)	Número de meses continuos con crecidas	Puntaje de Peligrosidad de inundaciones
1998	3.88	27.469	58	4	23.337
1999	3.96	28.549	50	4	21.627
2000	4.02	29.173	42	4	19.798
2001	3.96	28.505	58	3	23.366
2002	3.91	27.854	42	3	19.191
2003	3.92	27.999	58	4	23.480
2004	3.89	27.521	58	4	23.353
2005	3.92	28.050	50	3	21.243
2006	3.96	28.502	50	3	21.365
2007	3.91	27.848	58	6	23.939
2008	4.03	29.313	42	4	19.836
2009	3.90	27.722	50	4	21.406
2010	3.91	27.853	42	3	19.191
2011	3.87	27.445	58	5	23.579
2012	3.92	27.996	50	4	21.479
2013	3.88	27.498	33	3	16.845
2014	3.89	27.528	50	4	21.355
2015	3.90	27.658	50	4	21.390
Promedio	3.921	27.994	50.571	3.964	21.613

Fuente: Elaboración propia.

La figura 27, muestra que la UH Sonomoro presenta una tendencia de reducción anual respecto a la peligrosidad anual para el periodo 1980 al 2015.

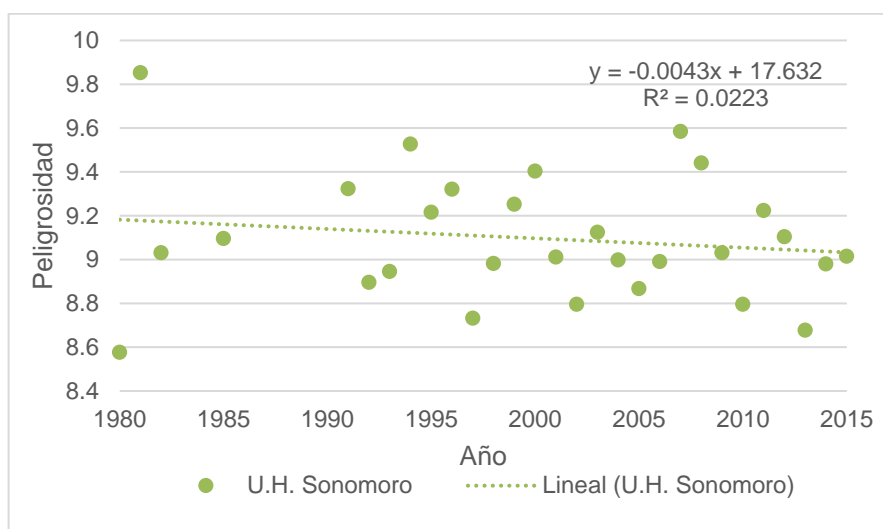


Figura 27. Tendencia lineal de Peligrosidad caso UH Sonomoro
Fuente: Elaboración propia.

En este caso, según el coeficiente de correlación obtenido ($r=0.149$) considerando un modelo lineal, se afirma que la

peligrosidad anual en la UH Sonomoro muestra una ligera tendencia lineal (tabla 39).

Tabla 39.

Resumen de modelo de regresión lineal para Peligrosidad caso UH Sonomoro

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0.149 ^a	0.022	-0.014	0.289

a. Predictores: (Constante), Año

b. Variable dependiente: Peligrosidad-UH Sonomoro

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, según la tabla 40, la tendencia lineal de los datos no es significativa dado que presenta un valor $p=0.439$ mayor al nivel de significación ($\alpha = 0.05$).

Tabla 40.

ANOVA para modelo de regresión lineal para Deforestación caso UH Sonomoro

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	0.052	1	0.052	0.617	0,439 ^b
1 Residuo	2.259	27	0.084		
Total	2.310	28			

a. Variable dependiente: Peligrosidad-UH Sonomoro

b. Predictores: (Constante), Año

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, esta tendencia lineal se puede verificar gráficamente considerando la peligrosidad de manera acumulada en el periodo 1980 al 2015 indican una tendencia creciente de la peligrosidad, tal como se muestra en la figura 28.

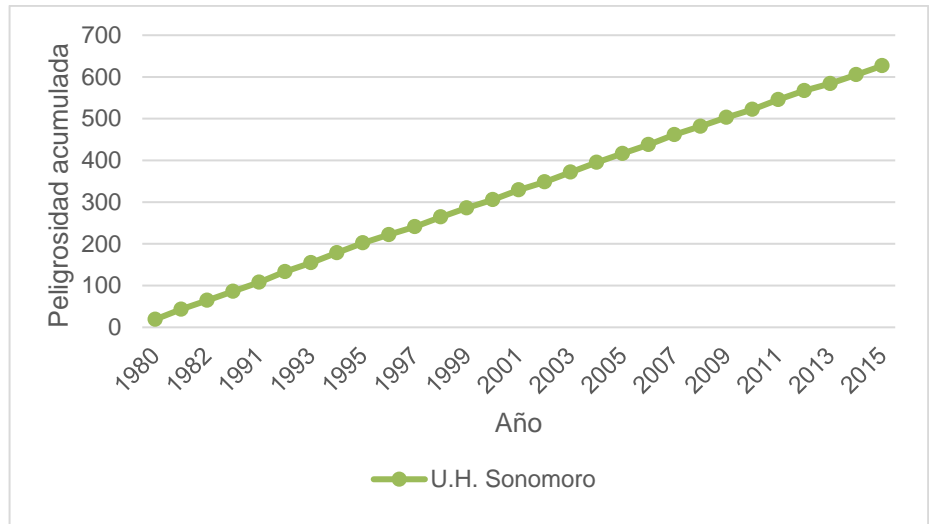


Figura 28. Peligrosidad acumulada caso UH Sonomoro
Fuente: Elaboración propia.

Capítulo VI:

Discusión de Resultados

1. La investigación se enfocó en estudiar las áreas aledañas al cauce normal del río, que quedan anegadas, por ser información importante para gestionar los riesgos futuros y/o determinar posibles estrategias de prevención. Para ello, a partir de simulación del desplazamiento de agua y según la geometría de la sección del río y/o tramo evaluado determina cuales fueron dichas áreas para la serie histórica 1980 al 2015. Ello considerando que según los conceptos de “inundación”, se tratan también al “*desbordamiento de agua fuera de los confines normales de un río y/o acumulación de agua en zonas que normalmente no se encuentran anegadas*” (OMM/UNESCO, 2012), o tal como CENEPRED (2014) considera cuando se “supera la capacidad de carga de los ríos”.
2. El análisis de información no incluyó la correlación entre los valores de peligrosidad y deforestación anual, debido principalmente a que las series de tiempo tanto para deforestación y peligrosidad estuvieron incompletas en diferente magnitud. Particularmente en el caso de deforestación sólo se obtuvo imágenes procesadas para los años 1985, 1991, 1998, 2004 y 2014, que representa 14% de la serie completa, y que conjuntamente con la presencia de nubosidad sobre las imágenes, hacen que el completado de datos no sea recomendable, por estar modelando sólo los valores de tasas anuales de deforestación y dejando de captar la variación real de esta variable en base a datos de imágenes para los demás años de la serie histórica. Es así que se optó por realizar un análisis de correlación para los valores acumulados tanto para deforestación como peligrosidad, similar al análisis de doble masa o consistencia, considerando así los valores de deforestación y peligrosidad obtenido. Ello con el fin de tener una aproximación entre el factor condicionante (deforestación) sobre la presencia y variación de inundaciones para el periodo evaluado.
3. Los resultados obtenidos muestran que la deforestación como factor condicionante, sí influye sobre las inundaciones coincidente con lo referido por diversos autores (Acosta, 2015; Bradshaw et al., 2007; Gentry y Lopez-Parodi,

1980), e inclusive guardan una relación de proporcionalidad en términos acumulados, es decir, que cualquier incremento o reducción de la deforestación afectará la peligrosidad a inundaciones en el futuro. Esta información es importante para el diseño de estrategias de prevención, las cuales deben de dirigirse también a la conservación y recuperación del bosque y/o áreas degradadas, dado que entre los principales elementos causantes de las inundaciones a parte de las precipitaciones, topografía, condiciones del suelo, también se tienen al tipo de cobertura vegetal (CERT, 2011). En este caso los bosques cumplen con la función de regulación de flujos superficiales, y la eliminación completa de cobertura arbórea incrementa la peligrosidad y el riesgo de inundaciones, ocasionando crecidas repentinas de mayor intensidad y magnitud.

4. Es cierto que los peligros se deben a diversos factores condicionantes y desencadenantes, así se tiene que uno de los principales factores desencadenantes es la precipitación. Sin embargo, en esta investigación no se evaluaron variaciones o modificaciones experimentadas por la precipitación, ni tampoco cambios en su distribución espacial, pese a que autores como Ranzi, *et al.* (2002), consideran como factores influyentes en la ocurrencia de inundaciones. Esto se debe a que se carece de información histórica de esta variable, por lo que se utilizaron los caudales medios mensuales obtenidos a partir de estudios locales para la UH Chavini y mediante transferencia hidrológica para UH San Ramón y UH Sonomoro, que nos brindan cierta aproximación del comportamiento de las precipitaciones explicados a nivel de escorrentía, pero que deberían de ser considerados en futuras investigaciones.
5. Los tramos elegidos para realizar la simulación del desplazamiento de caudales fueron elegidos considerando lo referido por la OMM (2009), acerca de que las inundaciones están influidas también por el entorno social, económica y política, principalmente modificando los accidentes geográficos locales. En este caso, los tramos elegidos forman parte de zonas urbanas donde se han realizado modificaciones al cauce natural de los ríos. Así mismo, los aspectos sobre posibles zonas urbanas afectadas por inundaciones no

fueron abordadas por esta investigación, dado que son propias del concepto de vulnerabilidad. Sin embargo, que las poblaciones se instalen y modifiquen áreas cercanas a los ríos, hace que se expongan o se vuelvan vulnerables a inundaciones y consecuentemente se eleve el riesgo de sufrir daños personales y materiales.

6. Respecto al parámetro intensidad de las inundaciones, evaluada en esta investigación mediante el nivel máximo de agua obtenido para las diversas secciones donde tuvo lugar la simulación de caudales. Estas no muestran tendencias claras de incremento o descenso para el periodo 1980 al 2015. Sin embargo, autores como Gentry y Lopez-Parodi (1980), refieren que la altura del agua para el caso del río Amazonas en Iquitos aumento considerablemente en la década 1970 al 1980, mientras que en ese mismo periodo se incrementó la deforestación en las partes altas de la cuenca del Amazonas. Obviamente los periodos de evaluación son diferentes, e inclusive los patrones de deforestación y precipitación entre estos periodos debieron haber variado, pero es clara la influencia entre la deforestación e inundaciones, siendo el nivel del agua un indicador recomendable para evaluar dicha influencia en futuras series de tiempo y útil para analizar el peligro de inundaciones, aportando información importante para el diseño de estrategias de prevención en marco de la gestión de riesgos de desastres en cuencas.
7. La carencia de tendencias claras de peligrosidad obedecería a que el efecto sobre los caudales no sería inmediato y afectaría dentro de un tiempo determinado. Así tenemos, por ejemplo, que experimentos realizados por Hewlett y Helvey (1970) mostraron que después de tres años posteriores a la tala rasa el volumen de flujo incrementó en un 11%. Por otro lado, factores como el proceso natural de regeneración vegetal o procesos de recuperación mediante reforestación u otros, influirían en clarificar tendencias de reducción o incremento de la peligrosidad. En todo caso, la peligrosidad tiene múltiples variables que influyen en el valor, de la manera de cómo se estimó en esta investigación a partir de las simulaciones, se intentó aproximarse a valores cuantitativos de peligrosidad, sin embargo, estos valores no se ajustan a

tendencias lineales, dado que el periodo de evaluación esta anualizado, y en muchos de los casos los eventos de inundaciones son periodos de análisis más cortos o pequeños. En todo caso la peligrosidad tiene una alta variabilidad, que no puede ser captada por periodos largos de tiempo (ej. años), y por la influencia de otras variables como la precipitación, y otras. Sin embargo, es un punto clave a ser considerado en siguientes investigaciones, dado que la UH Chavini obtuvo datos estadísticamente significativos que presentaban una ligera reducción de la peligrosidad.

8. Un aspecto importante en el análisis de peligros y colaboren con la gestión de riesgos, es la frecuencia de inundaciones. En tanto, que en esta investigación se presentó una ligera tendencia de reducción en los gráficos obtenidos, pero no son tendencias significativas, esto obedecería a que el valor medio de la serie histórica no representaría adecuadamente la presencia de eventos o casos de inundaciones, en todo caso sería un valor a ser ajustado en futuras investigaciones y considerando periodos de evaluación más cortos que valores anuales. Sin embargo, algunos autores como Bradshaw, *et al.* (2007), refiere que la frecuencia de inundaciones se correlaciona negativamente con la cantidad de bosques, y otros como Acosta (2015) concluyen, inclusive que mayor deforestación ocasiona alta frecuencia de eventos como inundaciones, deslizamientos y sequías. Razón de ello, la recuperación de áreas deforestadas y protección de bosques, se constituyen en una estrategia que aporte a la prevención de riesgos en casos de inundaciones.
9. La deforestación en la microcuenca Sonomoro, tal como se presenta en los resultados carece de tendencias estadísticas significativas ($r=0.111$). Esto puede deberse a tres factores: escala de trabajo, la resolución o detalle que pueda mostrar la imagen, y el paso de los años. Respecto este último, conlleva a que de manera natural la cobertura vegetal forestal pueda regenerarse, haciendo que estas zonas según el análisis espacial, en los años siguientes sean considerados como cobertura vegetal forestal. Esto hace que, si bien existe deforestación en la microcuenca tal como revelan los resultados con una tasa anual de 530.44 ha/año, los procesos de regeneración entre varios años no revele con precisión tendencias claras, salvo, si estas áreas

deforestadas cambien completamente a otro uso, como agricultura, o se quede sin cobertura (tal como se muestra en la figura 12). Ocasionando así que no se obtengan una tendencia clara de reducción o incremento anual, en tanto que otro de los factores relacionados sería también: la distribución espacial de la deforestación en áreas pequeñas respecto a la resolución de la imagen, lo cual influye en la facilidad para agregar áreas deforestadas cercanas. En tanto, que debería de profundizarse el análisis de deforestación, con fines de aportar mejor a la prevención de riesgos, identificando áreas específicas dentro de la microcuenca que sean prioritarias para conservar y recuperar el bosque, y cumplan funciones de regulación de crecidas o inundaciones.

10. Las variaciones de cobertura forestal no son estadísticamente significativas para generar inundaciones con mayor peligrosidad hasta el momento, en tanto que la recuperación parcial de la microcuenca de manera natural y bajo procesos de conservación antrópicas han influido en la tendencia de disminución de la peligrosidad, tanto debido a intervenciones gubernamentales y no gubernamentales que han realizado renovación de cafetales asociadas con plantaciones forestales. Es preciso, rescatar este tipo de acciones, ya que se enmarcan dentro de la prevención de riesgos y del desarrollo sostenible, siempre y cuando no se amplíen áreas agrícolas en áreas de bosques, sino enriqueciendo áreas productivas con sistemas mixtos de producción como son los sistemas agroforestales (árboles y cultivos).
11. Respecto a los puntajes de peligrosidad de inundaciones, estos carecen de unidades específicas debido a que son valores estimados a partir de la ponderación de variables representativas. Estas variables están asociadas a los factores de peligrosidad utilizados para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales (CENEPRED, 2014), así tenemos que la profundidad máxima de la crecida representa la intensidad de la inundación, el área inundada representa la magnitud de la inundación, la frecuencia de meses con crecidas durante el año representa la frecuencia de inundaciones, y el número de meses continuos con crecidas representa la duración de las inundaciones. Así mismo, en relación a estos factores, la literatura no precisa

que factor ejerce una mayor influencia sobre el peligro, por lo cual en la esta investigación se optó por utilizar igual valor de ponderación equivalente a 0.25, agregados mediante una función aditiva obteniendo así el puntaje de peligrosidad en función a estas variables. Debe precisarse que en esta investigación no se realizaron estimaciones comparando con otras funciones de agregación, dado que la finalidad fue obtener un valor cuantitativo que mida de manera agregada las inundaciones históricas, que sea representativo y que se obtenga mediante un cálculo sencillo.

12. Referente a la validación de resultados, debe de considerarse que los datos al abordar series históricas entre los años 1980 al 2015 y al no existir datos alternativos para la verificación, se optó por métodos de fotointerpretación utilizando imágenes con mayor resolución. Así también, es cierto que las verificaciones de algunas zonas mediante imágenes satelitales de alta resolución nos brindan coincidencias entre los generado por las simulaciones de inundaciones mediante HEC-RAS, en tanto que también nos resultan zonas de no coincidencia. Se considera que el principal factor que influyó fue el nivel de detalle topográfico, en este caso se utilizó un modelo de elevación digital de resolución de 25 metros, el cual sería necesario reducir en futuras investigaciones a fin de tener resultados de mayor precisión. Es así, que el método empleado tiene limitaciones para ser usado ampliamente en marco de la gestión de riesgos, sin embargo en zonas con escasa información, constituyen una herramienta valiosa a considerarse tanto para la planificación del desarrollo local y prevención de desastres.

Conclusiones

- La deforestación en la microcuenca del río Sonomoro, si influyó sobre la peligrosidad de las inundaciones durante el periodo 1980 al 2015, esta influencia es directamente proporcional y estadísticamente significativa con $r=0.93$, indicando una alta correlación entre la deforestación acumulada y la peligrosidad acumulada.
- La deforestación en la microcuenca Sonomoro para el periodo 1980 al 2015, presentó una ligera tendencia lineal de reducción con $r=0.111$, la misma que no es estadísticamente significativa, pese a presentar una tasa anual de 530.44 ha/año.
- Las áreas deforestadas de manera acumulada para el periodo 1980 al 2015 indican que la deforestación sigue incrementándose respecto al área inicial de cobertura boscosa, aunque no de manera acelerada y con años de reducción.
- La peligrosidad promedio a inundaciones en la microcuenca Sonomoro para el periodo 1980 al 2015 obtuvo un puntaje de 29.5, y sus valores promedios para los parámetros que componen la peligrosidad, fueron: 3.12m de profundidad máxima de crecida (Intensidad), 60.37ha superficie inundada (Magnitud), 50.57% de meses con crecidas (Frecuencia), y 3.96 meses continuos con crecidas (Duración)

Recomendaciones

- Se debe reducir la tasa de deforestación, limitar la ampliación de frontera agrícola en áreas con bosques, y restringir el uso de fajas marginales y/o realizar actividades productivas en el cauce de los ríos, en la parte alta, media y baja de la microcuenca. En tanto que, las áreas agrícolas utilizadas hasta la fecha deberían de incrementar su producción y rendimiento, a través de instalación de sistemas agroforestales, los cuales contribuyen con la regulación hídrica y reduciendo los riesgos de inundaciones.
- Considerando que la conservación de los bosques existentes y reforestación o recuperación de áreas degradadas, son medidas que ayuden a disminuir los daños y pérdidas por inundaciones. Se debería de profundizarse el análisis de deforestación, con fines de aportar mejor a la prevención de riesgos, identificando áreas específicas dentro de la microcuenca que sean prioritarias para conservar y recuperar el bosque, y cumplan funciones de regulación de crecidas o inundaciones.
- A fin de mejorar el procedimiento de análisis para investigaciones similares y en lugares de escasos datos, y obtener una mejor aproximación entre el factor condicionante (deforestación) sobre la presencia y variación de inundaciones, se recomienda: trabajar con la peligrosidad y deforestación acumulada, evaluar tramos de igual distancia y características de relieve, y simular con un detalle topográfico de curvas a nivel menor a los 25 metros.
- El método empleado para el análisis de peligrosidad, tiene limitaciones para ser usado ampliamente en marco de la gestión de riesgos, sin embargo, dado que genera datos cuantitativos a partir de la simulación y utiliza indicadores propios del fenómeno, y se adapta a zonas con escasa información, puede ser una herramienta valiosa a considerarse tanto para la planificación del desarrollo local y prevención de desastres respecto a inundaciones. La misma que deberá de complementarse con análisis de otros factores de peligrosidad, análisis de vulnerabilidad (elementos expuestos), a fin de darle un mayor soporte para gestionar los riesgos.

- Se debe elaborar un plan para la gestión de riesgos para la cuenca, con énfasis en inundaciones, con la finalidad de prevenir riesgos futuros, y considerando los resultados obtenidos en esta investigación. Razón de ello, la recuperación de áreas deforestadas y protección de bosques, se constituyen en una estrategia que aporte a la prevención de riesgos en casos de inundaciones.

Referencias bibliográficas

- Acosta, J. (2015). *Correlación entre deforestación departamental y ocurrencia de eventos de inundación sequía y deslizamiento en Colombia*. Informe de Investigación, Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ciencias Básicas - Programa de Biología Aplicada.
- Aquino, A. (22 de Noviembre de 2010). *La Gestión del Riesgo en Procesos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 9 de Mayo de 2018, de http://www.sela.org/media/265858/t023600004526-0-la_gestion_del_riesgo_en_procesos_de_desarrollo_sostenible.pdf
- Aragón-Durand, F. (2014). *Inundaciones en zonas urbanas de cuencas en América Latina*. (E. Bruce, Ed.) Lima: Soluciones Prácticas.
- Bradshaw, C., Sodhi, N., Peh, K., & Brook, B. (2007). Global evidence that deforestation amplifies flood risk and severity in the developing world. *Global Change Biology*, 2007(13), 2379-2395.
- Bryant, E. (2005). Chapter 6: Flooding as a Hazard. En E. Bryant, *Natural Hazards* (Segunda ed., págs. 120-138). Cambridge: Cambridge University Press.
- Canela, A., & Monge, L. (2007). Cómo realizar "paso a paso" un contraste de hipótesis con SPSS para Windows: (III) Relación o asociación y análisis de la dependencia (o no) entre dos variables cuantitativas. Correlación y regresión lineal simple. *DocuWeb fabis.org*, 1-15. Obtenido de http://www.fabis.org/html/archivos/docuweb/contraste_hipotesis_3r.pdf
- CENAPRED. (2014). *Inundaciones*. México: Secretaría de Gobernación - Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- CENEPRED. (2014). *Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales*. Lima: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED.
- CENEPRED. (2016). *Sistema de información de monitoreo, seguimiento y evaluación*. Recuperado el 9 de Mayo de 2018, de Glosario de términos: <http://dimse.cenepred.gob.pe/simse/cenepred/docs/glosario-terminos-grd-cenepred.pdf>
- CENEPRED. (2017). *Guía metodológica para la formulación de planes de prevención y reducción del riesgo de desastres a nivel de cuenca*. Lima:

- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. Obtenido de <http://www.cenepred.gob.pe/web/descargas/Guias-Manuales/Guia%20PPRRD%20en%20Cuenca.pdf>
- CERT. (Enero de 2011). *Capacitación básica Manual del Participante*. (C. E. Team, Ed.) Recuperado el 16 de Marzo de 2016, de CERT Los Angeles - Community Emergency Response Team: http://www.cert-la.com/manuals/Spanish/Hazard3_Floods_PM_Jan2011_spa.pdf
- EIRD. (2008). *Informe Nacional sobre el progreso en la implementación del Marco de Acción de Hyogo: Costa Rica*. Costa Rica: Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias.
- FAO. (2012). *El estado de los bosques del mundo*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FEMA. (1997). Hydrologic Hazards. En FEMA, *Multi-Hazard Identification and Risk Assessment* (págs. 31-47). Washington: Mitigation Directorate - Federal Emergency Management Agency.
- Gentry, A., & Lopez-Parodi, J. (1980). Deforestation and increased flooding of the upper Amazon. *Science*, 210, 1354-1356.
- González, M., & Ruiz, R. (1985). Deforestación en bosques tropicales en los valles de Chanchamayo y Alto Perene. *Revista Forestal del Perú*, 13(2), 1-8.
- GREENPEACE. (2013). *An impending storm: Impacts of deforestation on weather patterns and agriculture*. Greenpeace International. Amsterdam: Greenpeace.
- Haria, A., & Price, D. (2000). Evaporation from Scots pine (*Pinus sylvestris*) following natural re-colonisation of the Cairngorn mountains. *Hydrology and Earth System Sciences*, 4(3), 451-461.
- Hewlett, J., & Helvey, J. (1970). Effect of forest clear-felling on the storm hydrograph. *Water Resources Research*, 6(3), 768-782.
- INDECI - Gobierno Regional de Ucayali. (2012). *Atención de emergencia por inundaciones en Ucayali - 2011*. (J. Vásquez, R. Mori, M. Zucchelli, A. Zito, A. Lindner, & A. Rebaza, Edits.) Lima: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Cooperazione Internazionale (COOPI), Cruz Roja Alemana, OCHA.

- INDECI. (2017). *Compendio Estadístico del INDECI 2017- Gestión Reactiva*. Lima: Instituto Nacional de Defensa Civil. Obtenido de <https://www.indeci.gob.pe/listado.php?itemC=NDY=&item=MTAwMg==>
- INDECI. (2018). *Reportes de Consolidado de Emergencias y Daños*. Recuperado el 9 de Mayo de 2018, de Consolidado de Emergencias y Daños por Provincias: http://sinpad.indeci.gob.pe/ReportServer/Pages/ReportViewer.aspx?%2fSINPAD%2fEstadistica%2fRpt_Estadistica_c12&rs%3aCommand=Render
- Jha, A., Bloch, R., & Lamond, J. (2012). *Ciudades e Inundaciones Guía para la Gestión Integrada del Riesgo de Inundaciones en Ciudades en el Siglo 21*. Washington: International Bank for Reconstruction and Development y The World Bank.
- Laín-Huerta, A., Llorente-Isidro, L., & Diez, M. (2008). *Mapas de peligrosidad por avenidas e inundaciones*. Madrid, España: Instituto Geológico y Minero de España.
- Monitoring of the Andean Amazon Project. (19 de Septiembre de 2015). *MAAP Síntesis #1: Patrones y Drivers de la Deforestación en la Amazonía Peruana*. Recuperado el 19 de Marzo de 2016, de Monitoring of the Andean Amazon Project: <http://maaproject.org/2015/maap-sintesis1/>
- OMM. (2009). *Integrated flood management*. Organización Meteorológica Mundial. Ginebra: Chairperson Publications Board.
- OMM/UNESCO. (1974). *Glosario hidrológico internacional*. Ginebra: Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial.
- OMM/UNESCO. (2012). *Glosario hidrológico internacional*. Ginebra: Organización Meteorológica Mundial.
- Organización Panamericana de la Salud. (2013). *Inundaciones en Loreto Perú 2012: Respuesta del Sector Agua, Saneamiento e Higiene - Experiencias y Aprendizajes*. Lima: Organización Panamericana de la Salud (OPS).
- PREDES. (2011). *Inundaciones*. Recuperado el 10 de Marzo de 2016, de Centro de Estudios y Prevención de Desastres: <http://www.predes.org.pe/inundaciones-401>

- Ranzi, R., Bochicchio, M., & Bacchi, B. (2002). Effects on floods of recent afforestation and urbanisation in the Mella River (Italian Alps). *Hydrology and Earth System Sciences*, 6(2), 239-253.
- Ríos, J., Laguado, W., Trujillo, C., & Sánchez, P. (2012). *Análisis y modelación de deforestación para los años 1990, 2000 y 2010 en el corredor Manu-Amarakaeri*. Informe de consultoría.
- Yonetani, M., Lavell, C., Bower, E., Meneghetti, L., O'Connor, K., Albuja, S., . . . Zeender, G. (2015). *Global Estimates 2015 People displaced by disasters*. (J. Lennard, Ed.) Ginebra: Internal Displacement Monitoring Center - Norwegian Refugee Council.
- Ziemer, R. (1981). Storm flow response to road building and partial cutting in small streams of Northern California. *Water Resources Research*, 17(4), 907-917.

Anexos

Anexo 1

Descargas promedio mensuales (m3/s)

Fecha	Río Chavini	Río San Ramón	Río Sonomoro
ene-1980	2.5	3.67	31.89
feb-1980	2.81	4.11	35.69
mar-1980	2.39	3.5	30.36
abr-1980	2.11	3.09	26.83
may-1980	1.55	2.26	19.61
jun-1980	1.39	2.03	17.62
jul-1980	1.14	1.68	14.55
ago-1980	0.94	1.36	11.84
sep-1980	1.07	1.56	13.55
oct-1980	2.22	3.24	28.1
nov-1980	1.49	2.19	18.97
dic-1980	1.77	2.59	22.5
ene-1981	2.59	3.8	32.98
feb-1981	2.88	4.22	36.68
mar-1981	3.32	4.86	42.19
abr-1981	3.11	4.55	39.48
may-1981	2.48	3.57	30.99
jun-1981	2.63	3.86	33.52
jul-1981	2.62	3.83	33.25
ago-1981	2.4	3.47	30.09
sep-1981	2.69	3.94	34.24
oct-1981	2.29	3.34	29
nov-1981	1.84	2.7	23.4
dic-1981	1.91	2.8	24.3
ene-1982	2.66	3.89	33.79
feb-1982	3.21	4.71	40.93
mar-1982	3.03	4.42	38.4
abr-1982	2.46	3.6	31.26
may-1982	1.66	2.45	21.23
jun-1982	1.95	2.86	24.85
jul-1982	1.17	1.72	14.91
ago-1982	1.88	2.77	24.03
sep-1982	1.68	2.46	21.32
oct-1982	2.69	3.95	34.33
nov-1982	2.48	3.63	31.53
dic-1982	2.13	3.12	27.1
ene-1991	3	4.38	38.04
feb-1991	3.91	5.72	49.69
mar-1991	3.47	5.1	44.27

abr-1991	3.34	4.9	42.55
may-1991	2.3	3.36	29.18
jun-1991	2.03	2.97	25.75
jul-1991	1.66	2.44	21.14
ago-1991	1.04	1.53	13.28
sep-1991	1.2	1.76	15.27
oct-1991	1.78	2.6	22.59
nov-1991	2.97	4.34	37.67
dic-1991	3.37	4.94	42.91
ene-1992	3.26	4.78	41.47
feb-1992	3.36	4.92	42.73
mar-1992	3.24	4.75	41.2
abr-1992	2.46	3.6	31.26
may-1992	2.01	2.94	25.57
jun-1992	2.92	4.28	37.13
jul-1992	2.23	3.26	28.28
ago-1992	2.84	4.15	36.05
sep-1992	3.37	4.93	42.82
oct-1992	2.3	3.38	29.36
nov-1992	2.82	4.12	35.78
dic-1992	3	4.39	38.13
ene-1993	2.84	4.16	36.14
feb-1993	3.24	4.76	41.29
mar-1993	3.27	4.79	41.56
abr-1993	3.42	4.49	38.94
may-1993	2.95	4.33	37.58
jun-1993	2.91	4.27	37.04
jul-1993	1.94	2.84	24.66
ago-1993	2.68	3.93	34.15
sep-1993	2.84	4.15	36.05
oct-1993	3.29	4.82	41.83
nov-1993	3.59	5.24	45.53
dic-1993	3.27	4.8	41.65
ene-1994	3.07	4.5	39.03
feb-1994	3.72	5.45	47.34
mar-1994	2.97	4.3	37.31
abr-1994	3.26	4.78	41.47
may-1994	3.01	4.41	38.31
jun-1994	1.69	2.48	21.5
jul-1994	1.09	1.6	13.91
ago-1994	1.04	1.53	13.28
sep-1994	1.53	2.25	19.51
oct-1994	2.39	3.49	30.27
nov-1994	2.82	4.13	35.87
dic-1994	2.71	3.98	34.51
ene-1995	2.69	3.95	34.33

feb-1995	3.58	5.24	45.53
mar-1995	3.58	5.24	45.53
abr-1995	2.35	3.44	29.9
may-1995	2.03	2.96	25.66
jun-1995	1.14	1.68	14.55
jul-1995	1.35	1.97	17.08
ago-1995	0.83	1.21	10.48
sep-1995	1.29	1.88	16.35
oct-1995	2.35	3.43	29.81
nov-1995	3.39	4.95	43
dic-1995	2.97	4.35	37.76
ene-1996	2.69	3.88	33.7
feb-1996	3.29	4.82	41.83
mar-1996	3.34	4.9	42.55
abr-1996	3.11	4.51	39.12
may-1996	2.45	3.58	31.08
jun-1996	2.17	3.17	27.56
jul-1996	2.13	3.11	27.01
ago-1996	2.16	3.16	27.47
sep-1996	2.04	2.47	21.41
oct-1996	1.62	2.36	20.51
nov-1996	1.22	1.78	15.45
dic-1996	1.45	2.12	18.43
ene-1997	1.81	2.65	23.04
feb-1997	2.14	3.13	27.19
mar-1997	1.82	2.66	23.13
abr-1997	1.51	2.2	19.06
may-1997	1.39	2.04	17.71
jun-1997	1.2	1.75	15.18
jul-1997	1.16	1.7	14.73
ago-1997	1.42	2.08	18.07
sep-1997	2.37	3.47	30.09
oct-1997	2.55	3.74	32.43
nov-1997	2.46	3.6	31.26
dic-1997	2.52	3.69	32.07
ene-1998	2.35	3.43	29.81
feb-1998	2.97	4.34	37.67
mar-1998	2.72	3.99	34.6
abr-1998	2.52	3.68	31.98
may-1998	2.06	3.02	26.2
jun-1998	1.52	2.22	19.24
jul-1998	1.09	1.58	13.73
ago-1998	1.25	1.83	15.9
sep-1998	1.78	2.6	22.59
oct-1998	2.65	3.89	33.79
nov-1998	2.53	3.7	32.16

dic-1998	3.05	4.49	38.94
ene-1999	3.04	4.45	38.67
feb-1999	3.72	5.44	47.25
mar-1999	3.45	4.53	39.3
abr-1999	3.03	4.43	38.49
may-1999	2.13	3.12	27.1
jun-1999	1.65	2.42	21.05
jul-1999	1.52	2.23	19.33
ago-1999	1.66	2.45	21.23
sep-1999	2.85	4.17	36.23
oct-1999	2.49	3.65	31.71
nov-1999	2.3	3.36	29.18
dic-1999	2.63	3.85	33.43
ene-2000	3.01	4.4	38.22
feb-2000	3.66	5.35	46.44
mar-2000	4.17	6.11	53.03
abr-2000	3.11	4.55	39.48
may-2000	2.01	2.42	21.05
jun-2000	1.36	1.99	17.26
jul-2000	1.49	2.17	18.88
ago-2000	1.43	2.09	18.16
sep-2000	0.97	1.42	12.29
oct-2000	1.23	1.79	15.54
nov-2000	2.14	3.14	27.28
dic-2000	2.39	3.5	30.36
ene-2001	2.71	3.95	34.33
feb-2001	3.66	5.36	46.53
mar-2001	3.27	4.79	41.56
abr-2001	2.3	3.37	29.27
may-2001	1.65	2.41	20.96
jun-2001	1.58	2.31	20.06
jul-2001	1.48	2.16	18.79
ago-2001	1.35	1.97	17.08
sep-2001	1.8	2.63	22.86
oct-2001	2.66	3.9	33.88
nov-2001	2.46	3.6	31.26
dic-2001	2.56	3.76	32.62
ene-2002	2.45	3.57	30.99
feb-2002	2.69	3.94	34.24
mar-2002	2.65	3.89	33.79
abr-2002	2.04	2.99	25.93
may-2002	1.72	2.52	21.86
jun-2002	1.8	2.62	22.77
jul-2002	1.4	2.07	17.98
ago-2002	1.58	2.31	20.06
sep-2002	2.07	3.04	26.38

oct-2002	2.19	3.15	27.37
nov-2002	2.72	3.99	34.6
dic-2002	3.3	4.84	42.01
ene-2003	3.37	4.94	42.91
feb-2003	2.72	3.98	34.51
mar-2003	2.65	3.88	33.7
abr-2003	2.37	3.49	30.27
may-2003	2	2.92	25.39
jun-2003	1.49	2.17	18.88
jul-2003	1.91	2.79	24.21
ago-2003	1.65	2.41	20.96
sep-2003	2.39	3.5	30.36
oct-2003	1.78	2.61	22.68
nov-2003	2.3	3.36	29.18
dic-2003	2.81	4.12	35.78
ene-2004	2.91	4.27	37.04
feb-2004	3.11	4.57	39.66
mar-2004	2.55	3.74	32.43
abr-2004	2.65	3.88	33.7
may-2004	2.4	3.47	30.09
jun-2004	1.95	2.87	24.94
jul-2004	2.35	3.42	29.72
ago-2004	2.5	3.66	31.8
sep-2004	2.32	3.39	29.45
oct-2004	1.95	2.86	24.85
nov-2004	2.53	3.7	32.16
dic-2004	2.59	3.8	32.98
ene-2005	2.43	3.57	30.99
feb-2005	3.42	5.01	43.46
mar-2005	2.82	4.13	35.87
abr-2005	3.24	4.75	41.2
may-2005	2.03	2.97	25.75
jun-2005	2.27	3.34	29
jul-2005	2.2	3.23	28.01
ago-2005	1.85	2.71	23.49
sep-2005	1.93	2.82	24.48
oct-2005	2.78	4.08	35.42
nov-2005	3	4.39	38.13
dic-2005	3.4	4.98	43.28
ene-2006	3.23	4.73	41.11
feb-2006	3.66	5.37	46.62
mar-2006	2.61	3.81	33.07
abr-2006	2.16	3.15	27.37
may-2006	1.33	1.96	16.99
jun-2006	1.4	2.01	17.44
jul-2006	1.17	1.72	14.91

ago-2006	1.45	2.11	18.34
sep-2006	1.09	1.59	13.82
oct-2006	1.66	2.44	21.14
nov-2006	2.24	3.28	28.46
dic-2006	2.85	4.17	36.23
ene-2007	2.9	4.24	36.77
feb-2007	3.29	4.82	41.83
mar-2007	2.85	4.18	36.32
abr-2007	2.53	3.71	32.25
may-2007	2.36	3.45	29.99
jun-2007	2.37	3.47	30.09
jul-2007	1.8	2.63	22.86
ago-2007	1.46	2.13	18.52
sep-2007	1.43	2.1	18.25
oct-2007	1.85	2.71	23.49
nov-2007	1.75	2.56	22.23
dic-2007	2.52	3.69	32.07
ene-2008	2.46	3.61	31.35
feb-2008	3.58	5.22	45.35
mar-2008	3.6	5.28	45.81
abr-2008	4.24	6.22	54.03
may-2008	3.01	4.4	38.22
jun-2008	1.88	2.77	24.03
jul-2008	1.51	2.2	19.06
ago-2008	1.55	2.22	19.24
sep-2008	1.35	1.98	17.17
oct-2008	2.27	3.33	28.91
nov-2008	2.35	3.43	29.81
dic-2008	2.94	4.31	37.4
ene-2009	2.71	3.96	34.42
feb-2009	3.05	4.47	38.85
mar-2009	3.21	4.71	40.93
abr-2009	2.61	3.81	33.07
may-2009	2.23	3.27	28.37
jun-2009	1.95	2.85	24.75
jul-2009	1.4	2.01	17.44
ago-2009	1.04	1.53	13.28
sep-2009	1.11	1.62	14.09
oct-2009	1.93	2.83	24.57
nov-2009	2.63	3.86	33.52
dic-2009	3.08	4.52	39.21
ene-2010	2.89	4.84	41.99
feb-2010	2.84	4.34	37.7
mar-2010	2.85	3.82	33.13
abr-2010	2.15	3.08	26.73
may-2010	1.94	2.7	23.47

jun-2010	1.91	3.38	29.3
jul-2010	1.59	2.71	23.49
ago-2010	1.21	2.74	23.77
sep-2010	1.45	2.38	20.66
oct-2010	2.02	3.51	30.48
nov-2010	2.43	3.7	32.16
dic-2010	3.02	4.42	38.38
ene-2011	2.7	4.13	35.88
feb-2011	2.83	4.45	38.64
mar-2011	2.4	2.89	25.08
abr-2011	2.89	4.1	35.58
may-2011	2.49	3.7	32.09
jun-2011	1.76	2.53	21.94
jul-2011	1.77	3.27	28.4
ago-2011	1.4	3.02	26.2
sep-2011	1.73	3.2	27.77
oct-2011	2.32	4.18	36.28
nov-2011	2.21	3.49	30.32
dic-2011	2.81	4.12	35.76
ene-2012	2.71	4.17	36.23
feb-2012	2.79	4.92	42.71
mar-2012	3.05	4.27	37.05
abr-2012	2.6	3.7	32.14
may-2012	2.12	3.01	26.17
jun-2012	1.79	2.66	23.06
jul-2012	1.39	2.14	18.6
ago-2012	0.95	2.34	20.35
sep-2012	1.52	2.57	22.29
oct-2012	1.95	3.36	29.21
nov-2012	2.69	3.94	34.22
dic-2012	3.33	4.88	42.35
ene-2013	2.55	3.62	31.42
feb-2013	2.82	4.55	39.49
mar-2013	2.97	4.09	35.47
abr-2013	1.86	2.68	23.23
may-2013	1.7	2.28	19.78
jun-2013	1.91	3.39	29.42
jul-2013	1.35	2.04	17.68
ago-2013	1.9	3.65	31.73
sep-2013	1.64	2.91	25.29
oct-2013	2.08	3.65	31.73
nov-2013	2.11	3.39	29.43
dic-2013	2.76	4.04	35.07
ene-2014	2.82	4.57	39.7
feb-2014	2.87	4.01	34.79
mar-2014	3.05	4.25	36.94

abr-2014	2.42	3.46	30.02
may-2014	2.23	3.22	27.99
jun-2014	1.83	2.89	25.1
jul-2014	1.75	3.2	27.8
ago-2014	1.04	2.5	21.67
sep-2014	1.82	3.49	30.33
oct-2014	1.86	3.16	27.43
nov-2014	2.38	3.65	31.68
dic-2014	2.83	4.15	36.04
ene-2015	2.8	4.12	35.8
feb-2015	3.17	4.68	40.61
mar-2015	2.99	4.33	37.6
abr-2015	2.66	3.86	33.56
may-2015	2.24	3.24	28.11
jun-2015	1.94	2.87	24.94
jul-2015	1.67	2.48	21.57
ago-2015	1.62	2.49	21.59
sep-2015	1.83	2.73	23.73
oct-2015	2.18	3.26	28.29
nov-2015	2.43	3.57	31.03
dic-2015	2.69	3.95	34.28

Anexo 2

Datos procesados en SPSS Deforestación vs Peligrosidad

Regresión-Microcuencia

Notas				
Salida creada		28-MAY-2017 15:30:34		
Comentarios				
Entrada	Datos	E:\8_TESIS\TESIS_MAESTRIA\3_Ejecución\SPSS\Base de Datos.sav		
	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos2		
	Filtro	<ninguno>		
	Ponderación	<ninguno>		
	Segmentar archivo	<ninguno>		
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	29		
	Manejo de valor perdido	Definición de ausencia	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos.	
Casos utilizados		Las estadísticas se basan en los casos sin valores perdidos para cualquier variable utilizada.		
Sintaxis		<pre> REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT PA_MICROCUENCA /METHOD=ENTER DA_MICROCUENCA /SCATTERPLOT=(*ZPRED ,*ZRESID) /RESIDUALS NORMPROB(ZRESID) /SAVE ZPRED ZRESID. </pre>		
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.25		
	Tiempo transcurrido	00:00:00.28		
	Memoria necesaria	3008 bytes		
	Memoria adicional necesaria para los gráficos de residuos	336 bytes		
Variables creadas o modificadas	ZPR_1	Standardized Predicted Value		
	ZRE_1	Standardized Residual		
Variables entradas/eliminadas ^a				
Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Método	
1	Deforestación acumulada-Microcuencia ^b	.	Intro	
a. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-Microcuencia				
b. Todas las variables solicitadas introducidas.				
Resumen del modelo ^b				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación

1	,933 ^a	,871	,866	89,047929949119 950
---	-------------------	------	------	------------------------

a. Predictores: (Constante), Deforestación acumulada-Microcuenca

b. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-Microcuenca

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1393688,345	1	1393688,345	175,759	,000 ^b
	Residuo	206167,880	26	7929,534		
	Total	1599856,224	27			

a. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-Microcuenca

b. Predictores: (Constante), Deforestación acumulada-Microcuenca

Coeficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t
		B	Error estándar		
1	(Constante)	-20,046	40,018		-,501
	Deforestación acumulada-Microcuenca	,053	,004	,933	13,257

Coeficientes^a

Modelo		Sig.
1	(Constante)	,621
	Deforestación acumulada-Microcuenca	,000

a. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-Microcuenca

Estadísticas de residuos^a

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	N
Valor pronosticado	-24,484874 725341797	901,11993 408203120 0	461,29665 320290620 0	227,19614 179459040 0	28
Residuo	-323,35983 276367190 0	171,73921 203613280 0	,00000000 0000128	87,383335 883571080	28
Valor pronosticado estándar	-2,138	1,936	,000	1,000	28
Residuo estándar	-3,631	1,929	,000	,981	28

a. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-Microcuenca

Regresión-UH Chavini

Notas

Salida creada 28-MAY-2017 15:31:41

Comentarios

Entrada	Datos	E:\8_TESIS\TESIS_MAESTRIA\3_Ejecución\SPSS\Base de Datos.sav
	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos2

	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	29
Manejo de valor perdido	Definición de ausencia	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos.
	Casos utilizados	Las estadísticas se basan en los casos sin valores perdidos para cualquier variable utilizada.
Sintaxis		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT PA_CHAVINI /METHOD=ENTER DA_CHAVINI /SCATTERPLOT=(*ZPRED ,*ZRESID) /RESIDUALS NORMPROB(ZRESID) /SAVE ZPRED ZRESID.
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.23
	Tiempo transcurrido	00:00:00.24
	Memoria necesaria	3088 bytes
	Memoria adicional necesaria para los gráficos de residuos	336 bytes
Variables creadas o modificadas	ZPR_2	Standardized Predicted Value
	ZRE_2	Standardized Residual

Variables entradas/eliminadas^a

Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Método
1	Deforestación acumulada-UH Chavini ^b	.	Intro

a. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-UH Chavini

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

Resumen del modelo^b

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,983 ^a	,966	,965	25,68613756619 6780

a. Predictores: (Constante), Deforestación acumulada-UH Chavini

b. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-UH Chavini

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	488622,746	1	488622,746	740,587	,000 ^b
	Residuo	17154,219	26	659,778		
	Total	505776,966	27			

a. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-UH Chavini

b. Predictores: (Constante), Deforestación acumulada-UH Chavini

Coeficientes ^a					
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	
		B	Error estándar	Beta	t
1	(Constante)	-32,685	11,830		-2,763
	Deforestación acumulada-UH Chavini	,234	,009	,983	27,214

Coeficientes ^a		
Modelo		Sig.
1	(Constante)	,010
	Deforestación acumulada-UH Chavini	,000

a. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-UH Chavini

Estadísticas de residuos ^a					
	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	N
Valor pronosticado	-	480,72830	260,89344	134,52560	28
	18,584186 553955078	200195310 0	942868840 0	631511770 0	
Residuo	-	54,860618	,00000000	25,205980	28
	41,936683 654785156	591308594	0000016	507138886	
Valor pronosticado estándar	-2,078	1,634	,000	1,000	28
Residuo estándar	-1,633	2,136	,000	,981	28

a. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-UH Chavini

Regresión-UH San Ramón

Notas	
Salida creada	28-MAY-2017 15:32:12
Comentarios	

Entrada	Datos	E:\8_TESIS\TESIS_MAESTRIA\3_Ejecución\SPSS\Base de Datos.sav
	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos2
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	29
Manejo de valor perdido	Definición de ausencia	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos.
	Casos utilizados	Las estadísticas se basan en los casos sin valores perdidos para cualquier variable utilizada.
Sintaxis		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT PA_SANRAMON /METHOD=ENTER DA_SANRAMON /SCATTERPLOT=(*ZPRED *ZRESID) /RESIDUALS NORMPROB(ZRESID) /SAVE ZPRED ZRESID.
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.34
	Tiempo transcurrido	00:00:00.33
	Memoria necesaria	3168 bytes
	Memoria adicional necesaria para los gráficos de residuos	336 bytes
Variables creadas o modificadas	ZPR_3	Standardized Predicted Value
	ZRE_3	Standardized Residual

Variables entradas/eliminadas^a

Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Método
1	Deforestación acumulada-UH San Ramón ^b	.	Intro

a. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-UH San Ramón

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

Resumen del modelo^b

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,886 ^a	,785	,777	78,435273325185 320

a. Predictores: (Constante), Deforestación acumulada-UH San Ramón

b. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-UH San Ramón

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	584641,658	1	584641,658	95,031	,000 ^b
	Residuo	159954,395	26	6152,092		
	Total	744596,053	27			

a. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-UH San Ramón

b. Predictores: (Constante), Deforestación acumulada-UH San Ramón

Coefficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	
		B	Error estándar	Beta	t
1	(Constante)	34,082	32,478		1,049
	Deforestación acumulada-UH San Ramón	,173	,018	,886	9,748

Coefficientes^a

Modelo		Sig.
1	(Constante)	,304
	Deforestación acumulada-UH San Ramón	,000

a. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-UH San Ramón

Estadísticas de residuos

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	N
Valor pronosticado	-95,554054	525,16516	315,79136	147,15092	28
	260253900	113281250	423500210	507821130	
		0	0	0	
Residuo	-207,18601	196,08139	-	76,969064	28
	989746094	038085938	,00000000	165900010	
	0	0	0000047		
Valor pronosticado estándar	-2,795	1,423	,000	1,000	28
Residuo estándar	-2,641	2,500	,000	,981	28

a. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-UH San Ramón

Regresión-UH Sonomoro

Notas		
Salida creada	28-MAY-2017 15:32:45	
Comentarios		
Entrada	Datos	E:\8_TESIS\TESIS_MAESTRIA\3_Ejecución\SPSS\Base de Datos.sav
	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos2
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	29
Manejo de valor perdido	Definición de ausencia	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos.
	Casos utilizados	Las estadísticas se basan en los casos sin valores perdidos para cualquier variable utilizada.
Sintaxis	<pre> REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT PA_SONOMORO /METHOD=ENTER DA_SONOMORO /SCATTERPLOT=(*ZPRED,*ZRESID) /RESIDUALS NORMPROB(ZRESID) /SAVE ZPRED ZRESID. </pre>	
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.31
	Tiempo transcurrido	00:00:00.34
	Memoria necesaria	3248 bytes
	Memoria adicional necesaria para los gráficos de residuos	336 bytes
Variables creadas o modificadas	ZPR_4	Standardized Predicted Value
	ZRE_4	Standardized Residual

Variables entradas/eliminadas^a

Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Método
1	Deforestación acumulada-UH Sonomoro ^b	.	Intro

a. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-UH Sonomoro

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

Resumen del modelo^b

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,912 ^a	,832	,825	74,523067714083940

a. Predictores: (Constante), Deforestación acumulada-UH Sonomoro

b. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-UH Sonomoro

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	713792,059	1	713792,059	128,526	,000 ^b
	Residuo	144395,878	26	5553,688		
	Total	858187,937	27			

a. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-UH Sonomoro

b. Predictores: (Constante), Deforestación acumulada-UH Sonomoro

Coefficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t
		B	Error estándar	Beta	
1	(Constante)	-3,810	33,338		-,114
	Deforestación acumulada-UH Sonomoro	,055	,005	,912	11,337

Coefficientes^a

Modelo		Sig.
1	(Constante)	,910
	Deforestación acumulada-UH Sonomoro	,000

a. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-UH Sonomoro

Estadísticas de residuos^a

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	N
Valor pronosticado	6,2211575 50811768	699,01080 322265620	338,76210 739635870	162,59379 727091513	28
Residuo	- 283,70065 307617190 0	101,67422 485351562 0	- ,00000000 0000028	73,129990 341772000	28
Valor pronosticado estándar	-2,045	2,216	,000	1,000	28
Residuo estándar	-3,807	1,364	,000	,981	28

a. Variable dependiente: Peligrosidad acumulada-UH Sonomoro

Anexo 3

Datos procesados en SPSS – Tendencias Deforestación

Regresión-Microcuencia

Notas				
Salida creada		28-MAY-2017 15:42:37		
Comentarios				
Entrada	Datos	E:\8_TESIS\TESIS_MAESTRIA\3_Ejecución\SPSS\Base de Datos.sav		
	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos2		
	Filtro	<ninguno>		
	Ponderación	<ninguno>		
	Segmentar archivo	<ninguno>		
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	29		
Manejo de valor perdido	Definición de ausencia	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos.		
	Casos utilizados	Las estadísticas se basan en los casos sin valores perdidos para cualquier variable utilizada.		
Sintaxis	REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT D_MICROCUEENCA /METHOD=ENTER AÑO /SCATTERPLOT=(*ZPRED,*ZRESID) /RESIDUALS NORMPROB(ZRESID).			
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.30		
	Tiempo transcurrido	00:00:00.27		
	Memoria necesaria	3328 bytes		
	Memoria adicional necesaria para los gráficos de residuos	336 bytes		
Variables entradas/eliminadas ^a				
Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Método	
1	Año ^b	.	Intro	
a. Variable dependiente: Deforestación-Microcuencia				
b. Todas las variables solicitadas introducidas.				
Resumen del modelo ^b				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,111 ^a	,012	-,026	2648,187707467139300
a. Predictores: (Constante), Año				
b. Variable dependiente: Deforestación-Microcuencia				
ANOVA ^a				

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	2272860,426	1	2272860,426	,324	,574 ^b
	Residuo	182335351,483	26	7012898,134		
	Total	184608211,910	27			

a. Variable dependiente: Deforestación-Microcuena

b. Predictores: (Constante), Año

Coefficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	61897,689	107796,257		,574	,571
	Año	-30,671	53,875	-,111	-,569	,574

a. Variable dependiente: Deforestación-Microcuena

Estadísticas de residuos^a

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	N
Valor pronosticado	95,57368469	1138,388549	530,4449999	290,1379254	28
	2382810	804687500	99999100	45105200	
Residuo	-	6832,632324	,000000000	2598,684506	28
	9612,501953	218750000	00520	833192700	
	125000000				
Valor pronosticado estándar	-1,499	2,095	,000	1,000	28
Residuo estándar	-3,630	2,580	,000	,981	28

a. Variable dependiente: Deforestación-Microcuena

Regresión-UH Chavini

Notas

Salida creada

28-MAY-2017 15:45:53

Comentarios

	Datos	E:\8_TESIS\TESIS_MAESTRIA\3_Ejecución\SPSS\Base de Datos.sav
	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos2
Entrada	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	29
Manejo de valor perdido	Definición de ausencia	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos.

Casos utilizados	Las estadísticas se basan en los casos sin valores perdidos para cualquier variable utilizada.					
Sintaxis	REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT D_CHAVINI /METHOD=ENTER AÑO /SCATTERPLOT=(*ZPRED ,*ZRESID) /RESIDUALS NORMPROB(ZRESID).					
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.27				
	Tiempo transcurrido	00:00:00.24				
	Memoria necesaria	3328 bytes				
	Memoria adicional necesaria para los gráficos de residuos	336 bytes				
Variables entradas/eliminadas ^a						
Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Método			
1	Año ^b	.	Intro			
a. Variable dependiente: Deforestación-UH Chavini						
b. Todas las variables solicitadas introducidas.						
Resumen del modelo ^b						
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación		
1	,215 ^a	,046	,010	103,406979477566070		
a. Predictores: (Constante), Año						
b. Variable dependiente: Deforestación-UH Chavini						
ANOVA ^a						
Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	13478,267	1	13478,267	1,260	,272 ^b
	Residuo	278018,089	26	10693,003		
	Total	291496,356	27			
a. Variable dependiente: Deforestación-UH Chavini						
b. Predictores: (Constante), Año						
Coeficientes ^a						
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	
	B	Error estándar	Beta			

1	(Constante)	4801,160	4209,250		1,141	,264
	Año	-2,362	2,104	-,215	-1,123	,272

a. Variable dependiente: Deforestación-UH Chavini

Estadísticas de residuos^a

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	N
Valor pronosticado	41,9593315 12451170	122,263458 251953120	75,4474999 99999990	22,3426741 85135618	28
Residuo	- 246,749176 025390620	235,053054 809570300	- ,000000000 000032	101,473968 295014900	28
Valor pronosticado estándar	-1,499	2,095	,000	1,000	28
Residuo estándar	-2,386	2,273	,000	,981	28

a. Variable dependiente: Deforestación-UH Chavini

Regresión-UH San Ramón

Notas

Salida creada

28-MAY-2017 15:47:14

Comentarios

	Datos	E:\8_TESIS\TESIS_MAESTRIA\3_Ejecución\S PSS\Base de Datos.sav
Entrada	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos2
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	29
Manejo de valor perdido	Definición de ausencia	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos.
	Casos utilizados	Las estadísticas se basan en los casos sin valores perdidos para cualquier variable utilizada.
Sintaxis		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT D_SANRAMON /METHOD=ENTER AÑO /SCATTERPLOT=(*ZPRED ,*ZRESID) /RESIDUALS NORMPROB(ZRESID).

Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.22
	Tiempo transcurrido	00:00:00.23
	Memoria necesaria	3328 bytes
	Memoria adicional necesaria para los gráficos de residuos	336 bytes

Variables entradas/eliminadas^a

Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Método
1	Año ^b	.	Intro

a. Variable dependiente: Deforestación-UH San Ramón

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

Resumen del modelo^b

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,070 ^a	,005	-,033	658,220746998561 600

a. Predictores: (Constante), Año

b. Variable dependiente: Deforestación-UH San Ramón

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	56240,702	1	56240,702	,130	,722 ^b
	Residuo	11264618,346	26	433254,552		
	Total	11320859,049	27			

a. Variable dependiente: Deforestación-UH San Ramón

b. Predictores: (Constante), Año

Coefficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		t	Sig.
		B	Error estándar	Beta			
1	(Constante)	9750,793	26793,317			,364	,719
	Año	-4,825	13,391	-,070		-,360	,722

a. Variable dependiente: Deforestación-UH San Ramón

Estadísticas de residuos^a

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	N
--	--------	--------	-------	---------------------	---

Valor pronosticado	29,090625 762939453	193,12927 246093750 0	97,497499 999999100	45,639774 075309504	28
Residuo	- 2353,4101 562500000 00	1543,3023 681640625 00	,00000000 0000650	645,91647 052744180 0	28
Valor pronosticado estándar	-1,499	2,095	,000	1,000	28
Residuo estándar	-3,575	2,345	,000	,981	28

a. Variable dependiente: Deforestación-UH San Ramón

Regresión-UH Sonomoro

Notas		
Salida creada	28-MAY-2017 15:47:58	
Comentarios		
Entrada	Datos	E:\8_TESIS\TESIS_MAESTRIA\3_Ejecución\SPSS\Base de Datos.sav
	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos2
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	29
Manejo de valor perdido	Definición de ausencia	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos.
	Casos utilizados	Las estadísticas se basan en los casos sin valores perdidos para cualquier variable utilizada.
Sintaxis	REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT D_SONOMORO /METHOD=ENTER AÑO /SCATTERPLOT=(*ZPRED ,*ZRESID) /RESIDUALS NORMPROB(ZRESID).	
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.23
	Tiempo transcurrido	00:00:00.26
	Memoria necesaria	3328 bytes

Memoria adicional necesaria para los gráficos de residuos	336 bytes
---	-----------

Variables entradas/eliminadas^a

Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Método
1	Año ^b	.	Intro

a. Variable dependiente: Deforestación-UH Sonomoro

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

Resumen del modelo^b

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,109 ^a	,012	-,026	2057,951458035925000

a. Predictores: (Constante), Año

b. Variable dependiente: Deforestación-UH Sonomoro

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1332532,513	1	1332532,513	,315	,580 ^b
	Residuo	110114269,294	26	4235164,204		
	Total	111446801,808	27			

a. Variable dependiente: Deforestación-UH Sonomoro

b. Predictores: (Constante), Año

Coefficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	47345,736	83770,295		,565	,577
	Año	-23,484	41,868	-,109	-,561	,580

a. Variable dependiente: Deforestación-UH Sonomoro

Estadísticas de residuos^a

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	N
Valor pronosticado	24,5237274 16992188	822,995788 574218800	357,500000 000002100	222,155477 184659420	28
Residuo	- 7173,81298 8281250000	5466,26269 5312500000	- ,000000000 002079	2019,48168 3542669000	28
Valor pronosticado estándar	-1,499	2,095	,000	1,000	28
Residuo estándar	-3,486	2,656	,000	,981	28

a. Variable dependiente: Deforestación-UH Sonomoro

Anexo 4
Datos procesados en SPSS – Tendencias Peligrosidad

Regresión-Microcuencia

Notas			
Salida creada		28-MAY-2017 15:49:39	
Comentarios			
Entrada	Datos	E:\8_TESIS\TESIS_MAESTRIA\3_Ejecución\SPSS\Base de Datos.sav	
	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos2	
	Filtro	<ninguno>	
	Ponderación	<ninguno>	
	Segmentar archivo	<ninguno>	
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	29	
Manejo de valor perdido	Definición de ausencia	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos.	
	Casos utilizados	Las estadísticas se basan en los casos sin valores perdidos para cualquier variable utilizada.	
Sintaxis	REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT P_MICROCUENCA /METHOD=ENTER AÑO /SCATTERPLOT=(*ZPRED ,*ZRESID) /RESIDUALS NORMPROB(ZRESID).		
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.27	
	Tiempo transcurrido	00:00:00.25	
	Memoria necesaria	3328 bytes	
	Memoria adicional necesaria para los gráficos de residuos	336 bytes	
Variables entradas/eliminadas ^a			
Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Método
1	Año ^b	.	Intro

a. Variable dependiente: Peligrosidad-Microcuenca
 b. Todas las variables solicitadas introducidas.

Resumen del modelo^b

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,181 ^a	,033	-,003	2,021353912087892

a. Predictores: (Constante), Año
 b. Variable dependiente: Peligrosidad-Microcuenca
 ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	3,749	1	3,749	,917	,347 ^b
	Residuo	110,319	27	4,086		
	Total	114,067	28			

a. Variable dependiente: Peligrosidad-Microcuenca
 b. Predictores: (Constante), Año
 Coeficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	102,240	75,936		1,346	,189
	Año	-,036	,038	-,181	-,958	,347

a. Variable dependiente: Peligrosidad-Microcuenca
 Estadísticas de residuos^a

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	N
Valor pronosticado	28,965265 27404785 0	30,238029 47998047 0	29,506973 90294404 0	,36589272 9867996	29
Residuo	- 4,4664745 33081055	3,5902922 15347290	,00000000 0000005	1,9849301 37522403	29
Valor pronosticado estándar	-1,481	1,998	,000	1,000	29
Residuo estándar	-2,210	1,776	,000	,982	29

a. Variable dependiente: Peligrosidad-Microcuenca

Regresión-UH Chavini

Notas				
Salida creada		28-MAY-2017 15:50:24		
Comentarios				
Entrada	Datos	E:\8_TESIS\TESIS_MAESTRIA\3_Ejecución\SPSS\Base de Datos.sav		
	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos2		
	Filtro	<ninguno>		
	Ponderación	<ninguno>		
	Segmentar archivo	<ninguno>		
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	29		
Manejo de valor perdido	Definición de ausencia	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos.		
	Casos utilizados	Las estadísticas se basan en los casos sin valores perdidos para cualquier variable utilizada.		
Sintaxis	<pre> REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT P_CHAVINI /METHOD=ENTER AÑO /SCATTERPLOT=(*ZPRED ,*ZRESID) /RESIDUALS NORMPROB(ZRESID). </pre>			
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.25		
	Tiempo transcurrido	00:00:00.25		
	Memoria necesaria	3328 bytes		
	Memoria adicional necesaria para los gráficos de residuos	336 bytes		
Variables entradas/eliminadas ^a				
Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Método	
1	Año ^b	.	Intro	
a. Variable dependiente: Peligrosidad-UH Chavini				
b. Todas las variables solicitadas introducidas.				
Resumen del modelo ^b				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación

1	,182 ^a	,033	-,003	1,982719344196585
---	-------------------	------	-------	-------------------

a. Predictores: (Constante), Año

b. Variable dependiente: Peligrosidad-UH Chavini

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
	Regresión	3,650	1	3,650	,928	,344 ^b
1	Residuo	106,142	27	3,931		
	Total	109,792	28			

a. Variable dependiente: Peligrosidad-UH Chavini

b. Predictores: (Constante), Año

Coefficientes^a

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	88,361	74,485		1,186	,246
	Año	-,036	,037	-,182	-,964	,344

a. Variable dependiente: Peligrosidad-UH Chavini

Estadísticas de residuos^a

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	N
Valor pronosticado	16,0571022 03369140	17,3129959 10644530	16,5916298 36249112	,361042678 979407	29
Residuo	- 4,23142099 3804932	3,58355045 3186035	- ,000000000 000009	1,94699174 4993011	29
Valor pronosticado estándar	-1,481	1,998	,000	1,000	29
Residuo estándar	-2,134	1,807	,000	,982	29

a. Variable dependiente: Peligrosidad-UH Chavini

Regresión-UH San Ramón

Notas

Salida creada

28-MAY-2017 15:51:32

Comentarios

Entrada

Datos

E:\8_TESIS\TESIS_MAESTRIA\3_Ejecución\SPSS\Base de Datos.sav

Conjunto de datos activo

Conjunto_de_datos2

	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	29
Manejo de valor perdido	Definición de ausencia	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos.
	Casos utilizados	Las estadísticas se basan en los casos sin valores perdidos para cualquier variable utilizada.
Sintaxis		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT P_SANRAMON /METHOD=ENTER AÑO /SCATTERPLOT=(*ZPRED,*ZRESID) /RESIDUALS NORMPROB(ZRESID).
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.27
	Tiempo transcurrido	00:00:00.23
	Memoria necesaria	3328 bytes
	Memoria adicional necesaria para los gráficos de residuos	336 bytes

Variables entradas/eliminadas^a

Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Método
1	Año ^b	.	Intro

a. Variable dependiente: Peligrosidad-UH San Ramón

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

Resumen del modelo^b

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,182 ^a	,033	-,003	1,98716586458299
				2

a. Predictores: (Constante), Año

b. Variable dependiente: Peligrosidad-UH San Ramón

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	3,640	1	3,640	,922	,346 ^b
	Residuo	106,618	27	3,949		
	Total	110,258	28			

a. Variable dependiente: Peligrosidad-UH San Ramón

b. Predictores: (Constante), Año

Coeficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	91,798	74,652		1,230	,229
	Año	-,036	,037	-,182	-,960	,346

a. Variable dependiente: Peligrosidad-UH San Ramón

Estadísticas de residuos^a

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	N
Valor pronosticado	19,596809 387207030	20,850929 260253906	20,130583 106158030	,36053286 4292536	29
Residuo	- 4,2905769 34814453	3,5868086 81488037	,00000000 0000008	1,9513581 41332271	29
Valor pronosticado estándar	-1,481	1,998	,000	1,000	29
Residuo estándar	-2,159	1,805	,000	,982	29

a. Variable dependiente: Peligrosidad-UH San Ramón

Regresión-UH Sonomoro

Notas		
Salida creada	28-MAY-2017 15:52:09	
Comentarios		
Entrada	Datos	E:\8_TESIS\TESIS_MAESTRIA\3_Ejecución\SPSS\Base de Datos.sav
	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos2
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	29

Manejo de valor perdido	Definición de ausencia	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos.				
	Casos utilizados	Las estadísticas se basan en los casos sin valores perdidos para cualquier variable utilizada.				
Sintaxis	REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT P_SONOMORO /METHOD=ENTER AÑO /SCATTERPLOT=(*ZPRED ,*ZRESID) /RESIDUALS NORMPROB(ZRESID).					
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.25				
	Tiempo transcurrido	00:00:00.23				
	Memoria necesaria	3328 bytes				
	Memoria adicional necesaria para los gráficos de residuos	336 bytes				
Variables entradas/eliminadas ^a						
Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Método			
1	Año ^b	.	Intro			
a. Variable dependiente: Peligrosidad-UH Sonomoro						
b. Todas las variables solicitadas introducidas.						
Resumen del modelo ^b						
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación		
1	,180 ^a	,033	-,003	1,991437472889408		
a. Predictores: (Constante), Año						
b. Variable dependiente: Peligrosidad-UH Sonomoro						
ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	3,600	1	3,600	,908	,349 ^b
	Residuo	107,077	27	3,966		
	Total	110,677	28			

a. Variable dependiente: Peligrosidad-UH Sonomoro					
b. Predictores: (Constante), Año					
Coeficientes ^a					
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	Sig.
		B	Error estándar	Beta	
1	(Constante)	92,891	74,812		,225
	Año	-,036	,037	-,180	,349

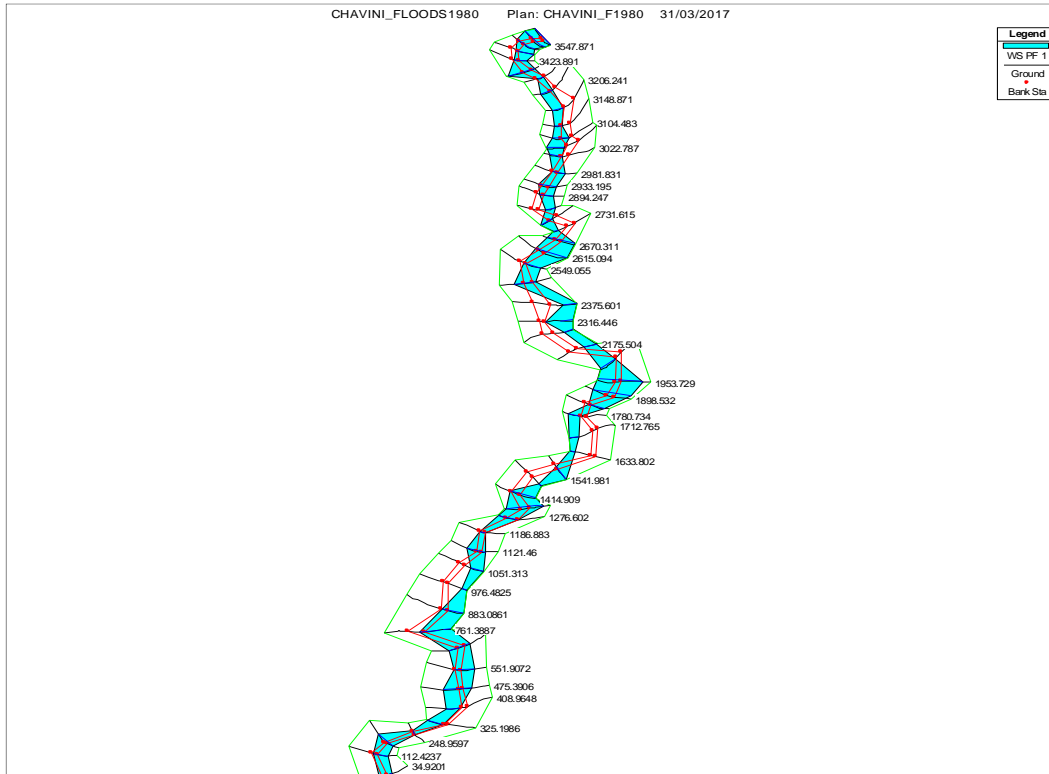
a. Variable dependiente: Peligrosidad-UH Sonomoro					
Estadísticas de residuos ^a					
	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	N
Valor pronosticado	21,081802 368164062	22,329114 913940430	21,612677 627203578	,35857591 5528334	29
Residuo	- 4,3085660 93444824	3,5767731 66656494	- ,00000000 0000002	1,9555527 77418703	29
Valor pronosticado estándar	-1,481	1,998	,000	1,000	29
Residuo estándar	-2,164	1,796	,000	,982	29

a. Variable dependiente: Peligrosidad-UH Sonomoro

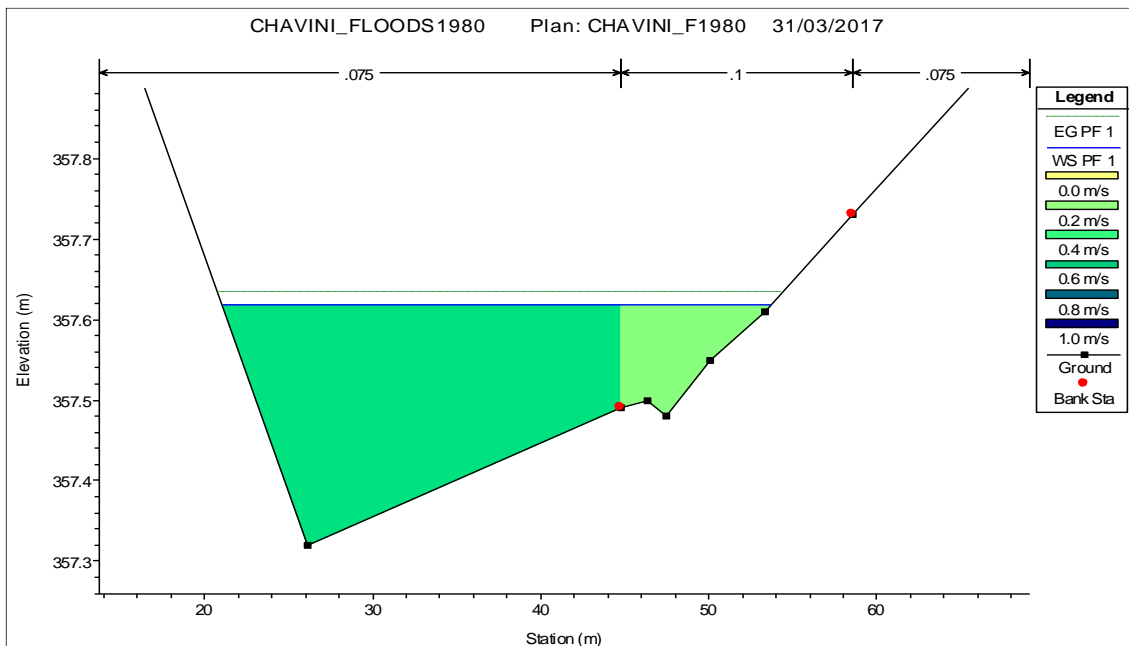
Anexo 5

Resultados de simulación obtenidos con HECRAS

Ejemplo Vista en 3D de la simulación de inundación - UH Chavini



Ejemplo de Sección resultante UH Chavini – año 1980.



Ejemplo de Tabla de resultados del Perfil UH Chavini – año 1980.

HEC-RAS Plan: 1980 River: RIO_CHAVINI Reach: PRINCIPAL Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
PRINCIPAL	3547.871	PF 1	2.81	392.63	394.27	392.78	394.27	0.000005	0.03	87.55	74.78	0.01
PRINCIPAL	3525.112	PF 1	2.81	393.18	394.27		394.27	0.000028	0.05	53.58	81.31	0.02
PRINCIPAL	3495.163	PF 1	2.81	394.03	394.26		394.27	0.006811	0.24	9.05	57.26	0.19
PRINCIPAL	3461.034	PF 1	2.81	393.79	393.96		393.97	0.015970	0.30	6.18	43.00	0.28
PRINCIPAL	3423.891	PF 1	2.81	393.10	393.50		393.51	0.010716	0.42	6.35	29.05	0.26
PRINCIPAL	3374.201	PF 1	2.81	393.00	393.40		393.41	0.000831	0.16	18.81	66.13	0.08
PRINCIPAL	3334.198	PF 1	2.81	392.93	393.20	393.20	393.28	0.187302	1.24	2.26	14.63	1.01
PRINCIPAL	3282.742	PF 1	2.81	392.51	392.76	392.46	392.77	0.002135	0.12	9.52	30.74	0.10
PRINCIPAL	3206.241	PF 1	2.81	392.48	392.39		392.41	0.018137		4.73	24.79	0.00
PRINCIPAL	3148.871	PF 1	2.81	390.29	390.36	390.36	390.44	0.097553	0.34	2.35	16.65	0.57
PRINCIPAL	3104.483	PF 1	2.81	389.18	389.61	389.26	389.61	0.001372	0.15	12.11	35.36	0.09
PRINCIPAL	3063.49	PF 1	2.81	390.29	389.56		389.56	0.000853		14.21	38.70	0.00
PRINCIPAL	3022.787	PF 1	2.81	389.38	389.44		389.46	0.032868	0.18	4.20	30.30	0.32
PRINCIPAL	2981.831	PF 1	2.81	386.72	386.93	386.93	386.98	0.141857	0.79	2.90	29.45	0.82
PRINCIPAL	2933.195	PF 1	2.81	385.04	385.64	385.20	385.64	0.000627	0.16	16.55	40.47	0.07
PRINCIPAL	2894.247	PF 1	2.81	385.33	385.54	385.49	385.56	0.039184	0.60	4.39	32.08	0.47
PRINCIPAL	2840.424	PF 1	2.81	384.31	383.91		383.94	0.027236		4.02	22.43	0.00
PRINCIPAL	2785.916	PF 1	2.81	383.13	383.32		383.33	0.005795	0.21	8.07	38.65	0.18
PRINCIPAL	2731.615	PF 1	2.81	382.97	382.33	382.33	382.42	0.104362		2.12	12.13	0.00
PRINCIPAL	2670.311	PF 1	2.81	381.89	382.24	381.75	382.24	0.000212	0.06	25.66	66.79	0.04
PRINCIPAL	2615.094	PF 1	2.81	381.25	382.24		382.24	0.000013	0.03	65.60	78.35	0.01
PRINCIPAL	2549.055	PF 1	2.81	382.15	382.23		382.24	0.007458	0.10	7.50	42.83	0.16
PRINCIPAL	2462.837	PF 1	2.81	381.00	381.14		381.15	0.024573	0.42	6.13	49.06	0.36
PRINCIPAL	2375.601	PF 1	2.81	379.68	378.66		378.88	0.027147		4.59	30.92	0.00
PRINCIPAL	2316.446	PF 1	2.81	378.62	378.55		378.55	0.001908		10.27	35.92	0.00
PRINCIPAL	2255.262	PF 1	2.81	379.22	378.34	378.17	378.35	0.008801		5.83	23.97	0.00
PRINCIPAL	2175.504	PF 1	2.81	378.02	376.65	376.65	376.70	0.121634		2.94	31.55	0.00
PRINCIPAL	2070.389	PF 1	2.81	375.45	375.17	374.44	375.18	0.000059		35.63	52.09	0.00
PRINCIPAL	1953.729	PF 1	2.81	374.09	375.17		375.17	0.000013	0.03	66.98	102.92	0.01
PRINCIPAL	1898.532	PF 1	2.81	373.50	375.17		375.17	0.000003	0.02	112.39	89.17	0.01
PRINCIPAL	1828.659	PF 1	2.81	375.01	375.16		375.17	0.005128	0.13	8.01	37.43	0.15
PRINCIPAL	1780.734	PF 1	2.81	374.44	374.44	374.44	374.49	0.125316		2.82	29.18	0.00
PRINCIPAL	1712.765	PF 1	2.81	374.97	372.81	372.58	372.82	0.007135		6.13	23.04	0.00
PRINCIPAL	1633.802	PF 1	2.81	372.03	371.36	371.36	371.45	0.106008		2.13	12.41	0.00
PRINCIPAL	1541.981	PF 1	2.81	369.70	370.00	369.65	370.01	0.000486	0.06	19.34	57.16	0.05
PRINCIPAL	1470.226	PF 1	2.81	370.80	369.77	369.77	369.87	0.100595		2.02	10.46	0.00
PRINCIPAL	1414.909	PF 1	2.81	367.39	368.00	367.47	368.00	0.000161	0.07	28.65	62.84	0.03
PRINCIPAL	1351.33	PF 1	2.81	367.09	368.00		368.00	0.000029	0.05	56.00	86.01	0.02
PRINCIPAL	1276.602	PF 1	2.81	367.50	367.99		367.99	0.003122	0.23	11.44	46.32	0.14
PRINCIPAL	1186.883	PF 1	2.81	366.70	367.02	367.02	367.11	0.186288	1.28	2.20	13.63	1.02
PRINCIPAL	1121.46	PF 1	2.81	365.52	365.89	365.84	365.90	0.001576	0.20	13.13	45.23	0.11
PRINCIPAL	1051.313	PF 1	2.81	366.21	365.68		365.69	0.006959		7.08	32.98	0.00
PRINCIPAL	976.4825	PF 1	2.81	365.13	364.29	364.29	364.38	0.106198		2.18	13.16	0.00
PRINCIPAL	883.0861	PF 1	2.81	363.39	363.58	363.31	363.58	0.001671	0.08	12.33	49.90	0.09
PRINCIPAL	761.3887	PF 1	2.81	362.97	363.21		363.21	0.008290	0.29	8.88	62.38	0.22
PRINCIPAL	644.2263	PF 1	2.81	361.40	361.56		361.57	0.028560	0.45	6.02	55.47	0.39
PRINCIPAL	551.9072	PF 1	2.81	360.70	360.95		360.96	0.002797	0.16	10.67	46.76	0.12
PRINCIPAL	475.3906	PF 1	2.81	360.41	360.59		360.60	0.009717	0.30	8.51	62.20	0.23
PRINCIPAL	408.9648	PF 1	2.81	359.39	359.33		359.36	0.048287		3.83	30.54	0.00
PRINCIPAL	325.1986	PF 1	2.81	358.93	358.80		358.80	0.002619		10.17	39.44	0.00
PRINCIPAL	248.9597	PF 1	2.81	357.84	358.10	358.10	358.18	0.170855	1.22	2.35	16.47	0.97
PRINCIPAL	182.0649	PF 1	2.81	356.17	357.64	356.44	357.64	0.000032	0.07	45.49	58.56	0.02
PRINCIPAL	112.4237	PF 1	2.81	357.48	357.62		357.63	0.014953	0.23	5.47	32.61	0.26
PRINCIPAL	34.9201	PF 1	2.81	355.88	356.12	356.04	356.13	0.027251	0.59	4.90	31.12	0.41