



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

**GESTIÓN DE INUNDACIONES POR CAUDALES MÁXIMOS EN LA PARTE BAJA
DE LA MICROCUENCA QUIRIO**

Línea de investigación:

Biodiversidad, ecología y conservación

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autora:

Silva Vega, Verónica del Rocío

Asesor:

Valdivia Orihuela, Braulio Armando

(ORCID: 0000-0002-4623-4713)

Jurado:

Rojas León, Gladis

Mendoza García, José Tomás

Cesar Minga, Julio

Lima - Perú

2023

GESTIÓN DE INUNDACIONES POR CAUDALES MÁXIMOS EN LA PARTE BAJA DE LA MICROCUENCA QUIRIO

INFORME DE ORIGINALIDAD

29%

INDICE DE SIMILITUD

28%

FUENTES DE INTERNET

11%

PUBLICACIONES

14%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

sigrid.cenepred.gob.pe

Fuente de Internet

5%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

3%

3

repositorio.unfv.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

repositorio.utea.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

sit.icl.gob.pe

Fuente de Internet

1%

6

es.slideshare.net

Fuente de Internet

1%

7

repositorio.urp.edu.pe

Fuente de Internet

1%

8

repositorio.unasam.edu.pe

Fuente de Internet

1%



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y
ECOTURISMO

GESTIÓN DE INUNDACIONES POR CAUDALES MÁXIMOS EN LA PARTE BAJA DE LA MICROCUENCA QUIRIO

Línea de investigación:

Biodiversidad, ecología y conservación

Modalidad de tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor(a):

Silva Vega, Verónica del Rocio

Asesor:

Valdivia Orihuela, Braulio Armando
(ORCID: 0000-0002-4623-4713)

Jurado:

Rojas León, Gladis
Mendoza García, José Tomás
Cesar Minga, Julio

Lima - Perú

2023

Dedicatoria

Dedicado a mi madre Rocio Vega, a mi padre Gicler Silva, por confiar en mí, dándome su apoyo y amor incondicional en todo momento.

Agradecimiento

Agradezco al Ing. Victor Olivo quien me encaminó y me brindó su apoyo académico, moral y me dio aliento para poder culminar esta tesis

ÍNDICE DE CONTENIDO

Resumen	15
Abstract	16
I INTRODUCCIÓN	17
1.1 Descripción y formulación del problema.....	19
1.1.1 Descripción del problema.....	19
1.1.2 Formulación del problema.....	20
1.2 Antecedentes	20
1.2.1 Antecedentes nacionales	20
1.2.2 Antecedentes internacionales	25
1.3 Objetivos	25
1.3.1 Objetivo general.....	25
1.3.2 Objetivos específicos	25
1.4 Justificación.....	26
1.5 Hipótesis.....	26
II MARCO TEÓRICO.....	27
2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	27
2.1.1 Inundación	27
2.1.2 Tipos de inundaciones.....	27
2.1.3 Gestión de riesgo de desastres	28
2.1.4 Riesgo de desastre.....	28
2.1.5 Peligro	29

2.1.6	Suceptibilidad	30
2.1.7	Amenaza.....	30
2.1.8	Vulnerabilidad	30
2.1.9	Gestión Ambiental	32
2.1.10	Cuenca hidrográfica	33
2.1.11	Precipitación	33
2.1.12	Análisis Estadístico de datos hidrológicos	34
2.1.13	Curvas Intensidad – Duración - Frecuencia	35
2.1.14	Caudal máximo	36
2.1.15	Tiempo de retorno.....	36
2.1.16	Curva número	36
III	MÉTODO	38
3.1	Tipo de investigación.....	38
3.2	Ámbito temporal y espacial	38
3.3	Variables	39
3.4	Población y muestra.....	39
3.5	Instrumentos	39
3.5.1	Materiales	39
3.6	Procedimientos	41
3.6.1	Fase 1: Caracterización de la zona de estudio	41
3.6.2	Fase 2: Evaluación hidrometereológica	41

3.6.3	Fase 3: Modelamiento hidráulico	41
3.6.4	Fase 4: Elaboración de mapas base.....	42
3.6.5	Fase 5: Evaluación del riesgo por inundaciones.....	42
3.6.6	Propuestas para mitigar el riesgo por inundaciones	42
3.7	Análisis de datos.....	42
IV	RESULTADOS	43
4.1	Caracterización de la zona de estudio.....	43
4.1.1	Características generales	43
4.1.2	Características físicas	45
4.1.3	Características Socioeconómicas.....	47
4.2	Parámetros Geomorfológicos.....	54
4.2.1	Curva Hipsométrica	58
4.3	Evaluación hidrometeorológica.....	58
4.4	Curva Número	77
4.5	Modelamiento Hidrológico	78
4.6	Modelamiento hidráulico	84
4.7	Identificación y determinación de peligros.....	91
4.7.1	Suceptibilidad	91
4.7.2	Factor desencadenante	93
4.7.3	Factores condicionantes	94
4.7.4	Evaluación del fenómeno	100

4.7.5	Nivel de peligrosidad	101
4.7.6	Estratificación del nivel de peligro	102
4.7.7	Mapa de peligro	102
4.8	Análisis de vulnerabilidad.....	102
4.8.1	Análisis de la exposición en la dimensión social.....	103
4.8.2	Análisis de la fragilidad social.....	106
4.8.3	Resiliencia de la dimensión económica	110
4.8.4	Análisis de exposición de la dimensión económica.....	115
4.8.5	Análisis de fragilidad económica.....	119
4.8.6	Resiliencia en la dimensión económica	122
4.8.7	Niveles de vulnerabilidad.....	124
4.9	Estimación de riesgo.....	126
4.10	Estrategias de mitigación para la reducción de riesgo por inundaciones.....	127
4.10.1	Estrategia N° 01	127
4.10.2	Estrategia N° 02.....	128
4.10.3	Estrategia N° 03.....	129
V	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	130
VI	CONCLUSIONES.....	131
VII	RECOMENDACIONES.....	132
VIII	REFERENCIAS	133
IX	ANEXOS	141

Anexo A. Matriz de consistencia	141
Anexo B. Datos de precipitación.....	143
Anexo C. Corrección de Precipitación	150
Anexo D. Panel Fotográfico.....	161
Anexo E. Mapas	168

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variables dependientes e independientes.....	39
Tabla 2 Estaciones Hidrometereológicas	40
Tabla 3 Localización de la Quebrada Quirio.....	43
Tabla 4 Características de población.....	48
Tabla 5 Población según grupo etario	48
Tabla 6 Características de vivienda por tenencia.....	49
Tabla 7 Tipo de paredes de vivienda.....	50
Tabla 8 Piso de viviendas	50
Tabla 9 Tipo de abastecimiento de agua	51
Tabla 10 Red de desagüe	52
Tabla 11 Alumbrado eléctrico	52
Tabla 12 Nivel educativo.....	53
Tabla 13 Tipo de seguro social	53
Tabla 14 Parámetros geomorfológicos.....	54
Tabla 15 Precipitación máxima en 24 horas (mm) – Periodo 1964 – 2018 de las estaciones meteorológicas del área de influencia de la Microcuenca Quirio.....	59
Tabla 16 Registro de precipitación máxima de 24 horas	61
Tabla 17 Precipitaciones medias para distintos tiempos de retorno	71
Tabla 18 Histogramas por tiempo de retorno - Modelo Dyck - Peschke	76
Tabla 19 Resumen de caudales por tiempo de retorno.....	84
Tabla 20 Áreas de zonas inundadas	91
Tabla 21 Factores de susceptibilidad de la parte baja de la Microcuenca Quirio.....	91
Tabla 22 Matriz de comparación de pares.....	92
Tabla 23 Matriz de normalización de pares de los parámetros de evaluación	92

Tabla 24 Matriz de comparación de pares del parámetro precipitación.....	93
Tabla 25 Matriz de normalización de pares del parámetro precipitación.	94
Tabla 26 Índice y relación de consistencia.....	94
Tabla 27 Matriz de comparación de pares del parámetro Geomorfología	95
Tabla 28 Matriz de normalización de pares del parámetro geomorfológico	96
Tabla 29 Índice y relación de consistencia.....	96
Tabla 30 Matriz de comparación de pares del parámetro Geomorfología	97
Tabla 31 Matriz de normalización de pares del parámetro geomorfológico	97
Tabla 32 Índice y relación de consistencia.....	98
Tabla 33 Matriz de comparación de pares del parámetro pendiente.....	98
Tabla 34 Matriz de normalización de pares del parámetro pendiente.....	99
Tabla 35 Índice y relación de consistencia.....	99
Tabla 36 Matriz de comparación de pares del parámetro porcentaje de agua saturada	100
Tabla 37 Matriz de normalización de pares del parámetro porcentaje de agua saturada.....	101
Tabla 38 Comparación de pares del parámetro población expuesta por manzana	103
Tabla 39 Matriz de normalización de parámetro de población expuesta por manzana	104
Tabla 40 Índice y relación de consistencia.....	104
Tabla 41 Matriz de comparación de pares del parámetro grupo etario.....	105
Tabla 42 Matriz de normalización de parámetro grupo etario.....	105
Tabla 43 Índice y relación de consistencia.....	106
Tabla 44 Matriz de consistencia de pares del parámetro abastecimiento de agua.....	106
Tabla 45 Matriz de normalización del parámetro abastecimiento de agua	107
Tabla 46 Índice y relación de consistencia.....	107
Tabla 47 Matriz de comparación de pares del parámetro Acceso de la red de desagüe	108
Tabla 48 Matriz de normalización del parámetro de acceso de la red de desagüe	108

Tabla 49 Índice y relación de consistencia.....	109
Tabla 50 Matriz de comparación de pares del parámetro discapacidad.....	109
Tabla 51 Matriz de normalización del parámetro discapacidad	110
Tabla 52 Índice y relación de consistencia.....	110
Tabla 53 Matriz de comparación de pares del parámetro nivel educativo	111
Tabla 54 Matriz de normalización del parámetro nivel educativo	111
Tabla 55 Índice y relación de consistencia.....	112
Tabla 56 Matriz de comparación de pares del parámetro vivienda por tipo de tenencia	112
Tabla 57 Matriz de normalización del parámetro vivienda por tipo de tenencia	113
Tabla 58 Índice y relación de consistencia.....	113
Tabla 59 Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de seguro social.....	114
Tabla 60 Matriz de normalización del parámetro tipo de seguro social	114
Tabla 61 Índice y relación de consistencia.....	115
Tabla 62 Matriz de comparación de pares del parámetro total de viviendas expuestas por manzana.....	115
Tabla 63 Matriz de normalización del parámetro total de viviendas expuestas por manzana	116
Tabla 64 Índice y relación de consistencia.....	116
Tabla 65 Matriz de comparación de pares del parámetro acceso a la red de desagüe	117
Tabla 66 Matriz de normalización del parámetro acceso a la red de desagüe.....	117
Tabla 67 Índice y relación de consistencia.....	118
Tabla 68 Matriz de comparación de pares del parámetro uso de la vivienda.....	118
Tabla 69 Matriz de normalización del parámetro uso de la vivienda	119
Tabla 70 Índice y relación de consistencia.....	119
Tabla 71 Matriz de comparación de pares del parámetro material de paredes.....	120

Tabla 72 Matriz de normalización del parámetro material de paredes	120
Tabla 73 Índice y relación de consistencia	121
Tabla 74 Matriz de comparación de pares del parámetro material de piso	121
Tabla 75 Matriz de normalización del parámetro material de piso.....	122
Tabla 76 Índice y relación de consistencia	122
Tabla 77 Matriz de comparación de pares del parámetro ingreso familiar	123
Tabla 78 Matriz de normalización del parámetro ingreso familiar.....	123
Tabla 79 Índice y relación de consistencia	124
Tabla 80 Estrategia N°01. Mantenimiento de barreras geodinámicas	127
Tabla 81 Estrategia N°02. Mantenimiento y reparación de muros de contención y diques.	128
Tabla 82 Estrategia N°03. Programa de capacitación ante desastres por inundaciones	129
Tabla 83 Matriz de consistencia	142

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Clasificación de los principales peligros	29
Figura 2 Modelo Conceptual	37
Figura 3 Mapa de ubicación	44
Figura 4 Mapa de parámetros geomorfológicos	57
Figura 5 Curva Hipsométrica de la microcuenca Quirio.....	58
Figura 6 Prueba de datos dudosos (Método Water Resource) para la estación Santa Eulalia	64
Figura 7 Gráfica Outlier Estación Santa Eulalia.....	65
Figura 8 Tendencia de la distribución Person II de la Estación Santa Eulalia	66
Figura 9 Prueba de bondad de ajuste	67
Figura 10 Prueba de Smirnov - Kolgomorov.....	68
Figura 11 Prueba de Chi - Cuadrado.....	69
Figura 12 Precipitaciones Diarias Máximas probables para distintas frecuencias de la Estación Santa Eulalia.	70
Figura 13 Modelo de Dick Peschke	72
Figura 14 Intensidad de precipitación	73
Figura 15 Curva I-D-F	74
Figura 16 Hidrograma por el método del bloque alterno para un TR = 10 años.....	75
Figura 17 Hidrograma de precipitación de diseño para un Tr de 10 años.....	76
Figura 18 Curva Número de la microcuenca Quirio.....	78
Figura 19 HEC-HMS	79
Figura 20 Ingresando valores.	79
Figura 21 Times series data.....	80
Figura 22 Ingresando las fechas de inicio y fin	80
Figura 23 Valores de distribución de las precipitaciones.....	81

Figura 24 Control de especificaciones	81
Figura 25 Caudal calculado en HEC-HMS para Tr=10 años	82
Figura 26 Caudal calculado en HEC-HMS para Tr=20 años	82
Figura 27 Caudal calculado en HEC-HMS para Tr=50 años	83
Figura 28 Caudal calculado en HEC-HMS para Tr=100 años	83
Figura 29 Caudal calculado en HEC-HMS para Tr=200 años	84
Figura 30 Áreas digitalizadas	85
Figura 31 Tabla de atributos con valores manning asignados.....	85
Figura 32 HEC -RAS	86
Figura 33 Cargamos el modelo de elevación digital.....	86
Figura 34 Modelo de elevación digital.....	87
Figura 35 Perímetro, refinado de malla y condiciones del proyecto	87
Figura 36 Visualización en Geometric Data- Geo 2D	88
Figura 37 Para condiciones aguas arriba.....	89
Figura 38 Condiciones aguas abajo	89
Figura 39 Unsteady Flow Analysis.....	90
Figura 40 Simulación hidráulica para un Tr 10 años	90
Figura 41 Índice y relación de consistencia	93
Figura 42 Niveles de peligrosidad	101
Figura 43 Estratificación del nivel de peligro	102
Figura 44 Análisis de vulnerabilidad	125
Figura 45 Estimación de riesgo	126
Figura 46 Rangos de riesgo	126

Resumen

La presente tesis tiene como objetivo general proponer medidas de control a través de la gestión de inundaciones por caudales máximos en la microcuenca Quirio con la finalidad de ayudar a mitigar los riesgos y mejorar la calidad de vida del Pueblo Joven Nicolás de Piérola; los objetivos específicos son: determinar los caudales máximos que ocasionarían inundaciones en la parte baja de la microcuenca Quirio, identificar las zonas inundables para tiempos de retorno de 10, 20, 50, 100 y 200 años y proponer acciones para la reducción de riesgo por inundaciones. El tipo de investigación es de tipo transversal, donde se realizó un análisis hidrometereológico, un modelamiento hidráulico y una evaluación de riesgo por inundaciones. El resultado de la investigación nos indica que para periodos de retorno en mención se presentarán caudales máximos de 2.8m³/s, 4.9 m³/s, 9.2 m³/s, 14.2 m³/s y 20.9 m³/s, los cuales ocasionarían inundaciones con un área de afectación de 2.84Ha, 3.19Ha, 3.76Ha, 3.94Ha y 4.40Ha respectivamente. Así mismo, se realizó el análisis de riesgo de inundaciones donde los resultados nos muestra un Riesgo alto y un riesgo medio en la zona de estudio. Por último, se propusieron 3 estrategias para la reducción de riesgo por inundaciones en la parte baja de la microcuenca Quirio, las que consisten en el Mantenimiento de barreras geodinámicas, Mantenimiento y reparación de muros de contención y un Programa de capacitación ante desastres por inundaciones.

Palabras claves: inundaciones, precipitaciones máximas en 24 horas, caudales máximos, tiempo de retorno, modelamiento hidrológico, modelamiento hidráulico, HEC-RAS, HEC-HMS, Hydrognomon.

Abstract

The present thesis has as a general objective to propose control measures through the management of flood due to maximum flows in the Quirio micro-watershed in order to help to mitigate the risks and improve the quality of life of the Young Village of Nicolás de Piérola; The specific objectives were: to determine the maximum flows that would cause flooding in the lower part of the Quirio micro-watershed, to identify the floodable areas for return times of 10, 20, 50, 100 and 200 years, and to propose actions to reduce the risk of flooding. The type of research is cross-sectional, where a hydrometeorological analysis, hydraulic modeling and a flood risk assessment were carried out. The result of the investigation indicates that for the mentioned return periods there will be maximum flows of 2.8 m³/s, 4.9 m³/s, 9.2 m³/s, 14.2 m³/s and 20.9 m³/s, which would cause flooding with an area of affectation of 2.84 Ha, 3.19 Ha, 3.76 Ha, 3.94 Ha and 4.40 Ha respectively. Likewise, the flood risk analysis was carried out where the results showed us a high risk and a medium risk in the study area. Finally, three (03) strategies were proposed to reduce the risk of flooding in the lower part of the Quirio micro-watershed, which consist of: Maintenance of geodynamic barriers, Maintenance and repair of retaining walls, and a Training Program for flood disasters.

Keywords: floods, maximum rainfall in 24 hours, maximum flows, return time, hydrological modeling, hydraulic modeling, HEC-RAS, HEC-HMS, Hydrognomon.

I INTRODUCCIÓN

Las inundaciones son uno de los desastres naturales más comunes y devastadores de la Tierra, por lo que nuestro país no está exento de ello. Existen muy pocos sitios donde no haya problemas de inundaciones, pues cualquier zona que reciba lluvia es propensa a sufrir este tipo de desastre natural. Estos eventos ocurren cuando el agua inunda tierras normalmente secas y en la gran mayoría de casos se tardan horas o incluso días en ocurrir, dando tiempo a los pobladores para prepararse o evacuar, mientras que en otros casos se generan de forma súbita. (Nunez, 2022)

Las inundaciones provocan pérdidas a nivel económico, social, ambiental, como sucede en el distrito de Lurigancho – Chosica, donde en época húmeda, en los meses de diciembre a marzo, las quebradas son susceptibles a activarse, siendo Quirio una de ellas, la cual en la parte baja de su microcuenca se encuentra establecido el Pueblo Joven Nicolás de Piérola, siendo el afectado directo cuando se desarrollan las inundaciones, pues estos eventos en la zona llegan a paralizar, obstruir las vías de acceso principales y afectan las viviendas aledañas a la quebrada. Es por ello que, en vista a la problemática descrita, la presente tesis tiene como objetivo proponer medidas de control a través de la gestión de inundaciones por caudales máximos en la microcuenca Quirio con la finalidad de ayudar a mitigar los riesgos y mejorar la calidad de vida del Pueblo Joven Nicolás de Piérola. Para ello se planteó los siguientes objetivos específicos: (i) Determinar los caudales máximos que ocasionarían inundaciones en la parte baja de la microcuenca Quirio para periodos de retorno de 10, 20, 50, 100 y 200 años, (ii) Identificar las zonas inundables en la parte baja de la microcuenca Quirio para tiempos de retorno de 10, 20, 50, 100 y 200 años, (iii) Proponer acciones para la reducción de riesgo por inundaciones la parte baja de la microcuenca Quirio.

La presente tesis está dividida en 7 capítulos:

En el capítulo 1, tenemos la descripción y formulación del problema, los antecedentes, el objetivo, la justificación e importancia y la formulación de la hipótesis de la investigación.

En el capítulo 2, se detallan conceptos teóricos de importancia para el estudio.

En el capítulo 3 se muestra que el tipo de investigación de esta tesis tiene un enfoque transversal con un diseño metodológico transeccional correlacional – causa; el ámbito temporal abarca desde 1964 hasta el 2018 (55 años); el ámbito espacial corresponde a la microcuenca de la Quebrada Quirio.

En el capítulo 4 tenemos los resultados de la investigación, para lo cual se realizó una caracterización de la zona de estudio, el cálculo de parámetros geomorfológicos, una evaluación hidrometereológica, cálculo de curva número, un modelamiento hidrológico e hidráulico, la identificación y determinación de peligros, análisis de vulnerabilidad, estimación de riesgo y propuesta de estrategias para la reducción de riesgo por inundaciones.

En el capítulo 5 se presenta la discusión de resultados donde se compara los resultados obtenidos en la presente tesis con los de otros investigadores.

En el capítulo 6 se presentan las conclusiones, mientras que en capítulo 7 las recomendaciones. Así mismo en el capítulo 8 se muestra las referencias bibliográficas usadas para la investigación y en el capítulo 9 los anexos.

1.1 Descripción y formulación del problema

1.1.1 Descripción del problema

El territorio del Perú es propenso a sufrir muchos tipos de desastres causados por la naturaleza como inundaciones, debido a su ubicación en el extremo este del Anillo de Fuego del Pacífico, a los Andes y su geografía. (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo [CENEPRED], 2014). Por otro lado, la presencia de El Niño en ciertos años aumenta aún más la probabilidad de daños significativos, trayendo consigo pérdidas económicas y humanas. Así mismo, el hombre también desempeña un papel crucial, ya que sus acciones tienen un efecto perjudicial como consecuencia de su desconocimiento y la poca planificación de nuestras autoridades al permitir el establecimiento de viviendas en el cauce de quebradas, aumentando así el riesgo y afectación en los habitantes.

Una de las microcuencas más importantes de la ciudad de Chosica es la quebrada Quirio, la que se alimenta de diversos afluentes en sus márgenes izquierda y derecha, tanto en la estación seca como en la húmeda; pero es durante este último período de diciembre a marzo que el flujo puede llegar a tener un incremento significativo, trayendo consigo un aumento en el nivel de agua y provocando como consecuencia inundaciones en la población del Pueblo Joven Nicolás de Piérola, asentados en la parte baja de la microcuenca.

Por lo motivos mencionados este estudio se centrará en la gestión de inundaciones por máximas avenidas en la sección inferior de la microcuenca Quirio, con el fin de sugerir medidas de control para disminuir los estragos causantes de las inundaciones.

1.1.2 *Formulación del problema*

1.1.2.1 Problema principal

¿De qué forma la gestión de inundaciones por caudales máximos de la parte baja de la microcuenca Quirio podría ayudar a mitigar los riesgos y a mejorar la calidad de vida del Pueblo Joven Nicolás de Piérola?

1.1.2.2 Problemas secundarios

- ¿Cuáles son los caudales máximos que ocasionarían inundaciones en la parte baja de la microcuenca Quirio para periodos de retorno de 10, 20, 50, 100 y 200 años?
- ¿Cuáles son las zonas inundables en la parte baja de la microcuenca Quirio para tiempos de retorno de 10, 20, 50, 100 y 200 años?
- ¿Qué acciones se van a proponer para la reducción de riesgo por inundaciones en la parte baja de la microcuenca Quirio?

1.2 Antecedentes

1.2.1 *Antecedentes nacionales*

Guzmán (2022) en su investigación **“Modelamiento Hidrológico entre las avenidas Panamericana Sur y la avenida Malasquez Chacaltana, para identificar zonas inundables en los distritos de Lurin y Pachacamac, provincia de Lima, año 2019”**, tuvo como objetivo determinar zonas inundables usando el programa HEC-RAS. Teniendo como resultado en periodos de recurrencia de 100, 200 y 500 años las áreas inundables serán de 107.72, 67.3 y 46.81 hectáreas respectivamente. Finalmente se concluyó que para la ocurrencia de inundaciones en periodos de recurrencia de 100, 200 y 500 años son necesarios caudales de 101.96, 120.09 y 155.67 m³/s respectivamente.

Montenegro (2019) en su tesis titulada **“Gestión de inundaciones por caudales máximos en la parte baja del río Chillón. Caso: Tramo urbano del distrito de Comas”**,

tuvo como objetivo analizar las lluvias máximas durante varios periodos de recurrencia utilizando la técnica Gumbel para obtener caudales máximos con fines de control de inundaciones. Como resultado se encontraron caudales máximos de 162,8, 197,2, 211,4, 224,9, 234,3, 263,5 y 292,2 m³/s para periodos de recurrencia de 5, 10, 15, 20, 25, 50 y 100 años, correspondientemente. Se concluyó que para reducir el riesgo por inundaciones son necesarias 4 medias con un costo estimado de S/ 19,847,767 para una defensa ribereña, S/ 129,200 para limpieza - acopio de desechos sólidos y rocas, S/ 89,900 para un sistema de alertas de inundaciones y S/ 25,000 para un programa de educación ambiental, respectivamente.

Narciso (2018) en su tesis **“Gestión de inundación por caudales máximos en la parte baja de la quebrada Pedregal - Chosica”** su objetivo fue utilizar estrategias de control de inundaciones basadas en caudales máximos para mejorar la vida de la población local. Como resultado se encontraron caudales de 8, 12, 15, 17, 19, 23 y 28 m/s³ para periodos de recurrencia de 5, 10, 15, 20, 25, 50 y 100 años correspondientemente. Adicionalmente se estimó que la subcuenca del Pedregal tiene un riesgo muy alto, alto, medio y bajo. Como conclusión propuso cuatro alternativas de prevención de inundaciones, entre las que se encuentran la reforestación de la subcuenca en la zona central, la edificación de terrazas y un sistema de alerta ante riesgos en caso de inundaciones, además de la recogo de desechos y rocas que se encuentran en el cauce.

Chanca y Inga (2018) en su tesis **“Influencia de la inundación en el riesgo de desastre del distrito de Moya de la provincia y departamento de Huancavelica 2017”** su objetivo fue establecer la peligrosidad y vulnerabilidad ante inundaciones del lugar, con el fin de caracterizar el efecto que tienen las inundaciones ante riesgo de catástrofe. Como resultado, se determinó que en el distrito de Moya se caracteriza por poseer un peligro alto (61%), y que el distrito en su conjunto presenta una vulnerabilidad alta ante inundacione (82%). Finalmente, se determinó que el distrito de Moya es muy susceptible a las inundaciones debido al alto nivel

de sensibilidad y al fuerte impacto que las inundaciones tienen sobre el riesgo de catástrofe en la zona.

Martínez (2017) en su tesis titulada “ **Evaluación de riesgo por inundaciones, en el barrio bajo del distrito de Yuracyacu, provincia de Rioja, región San Martín**” su objetivo consistió en estimar el alcance del riesgo de inundación y las regiones sensibles que pueden protegerse contra el peligro utilizando el enfoque del modelo matricial de Saaty y el análisis multicriterio. Como resultado, la región investigada se dividió en sectores de riesgo extremadamente alto, alto, medio y bajo. Concluyendo que en el Barrio Bajo del Distrito de Yuracyacu, los grados de posibilidad de daño y vulnerabilidad son extremadamente altos, lo que llevó al autor a recomendar medidas de control tanto estructurales como no estructurales.

Castejón (2017) en su investigación “**Análisis de vulnerabilidad ante precipitaciones extremas en la microcuenca Cashahuacra, Santa Eulalia**” tuvo como objetivo evaluar la vulnerabilidad frente a las lluvias máximas, mediante el análisis de métodos estadísticos, un modelamiento hidráulico y la aplicación de los SIG. Teniendo como resultado que con un caudal de 154m³/s se identificaron las zonas vulnerables ante inundaciones. Finalmente se concluyó que los sectores mas vulnerables a inundaciones están en las progresivas: 0+600 – 0+400 y 0+300 – 0+000.

Peña (2017) en su investigación “**Modelamiento geoespacial para evaluar la vulnerabilidad ambiental ante la ocurrencia de inundaciones, en la cuenca baja del río Chillón**”. El objetivo en este estudio fue utilizar SIG y estudios de campo para construir un modelo geoespacial de la parte baja de la cuenca del río Chillón e identificar las zonas expuestas a inundación. El resultado final de este proceso fueron mapas de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo. En las conclusiones determinó que las zonas de Chuquitanta, los Huertos de Pro, Márquez, el fundo Victoria, y la sección superior de la cuenca baja del río Chillón corren peligro de inundación.

Mendoza (2017) en su investigación denominada **“Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada Romero, del distrito de Cajamarca, periodo 2011-2016”** indica que en la quebrada se debía evaluar el riesgo de inundación de acuerdo con los lineamientos establecidos en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales del CENEPRED. Después de una cuidadosa consideración, como conclusión, se calculó que tanto el peligro como la vulnerabilidad en la zona de estudio son altas.

Quincho (2015) en su investigación titulada **“Gestión de inundaciones por caudales máximos en la cuenca baja de la quebrada del río Huaycoloro – Río Rímac”**. Esta investigación fue realizada con el fin de ayudar a las comunidades de Cajamarquilla, Jicamarca y Huachipa a prepararse y responder a las inundaciones que los excesivos niveles de agua provocaron en la subcuenca baja del río Huaycoloro. Por lo tanto, como resultado se identificaron zonas de muy alto y alto riesgo mediante un diagnóstico en las regiones con gran peligrosidad y vulnerables. Finalmente se concluyó que respecto a la vulnerabilidad se determinó que en el asentamiento humano de Cajamarquilla es “muy alta”, en el centro poblado Cajamarquilla mayormente es “alta”, en la periferie del centro poblado Huachipa es “media” y en las zonas más alejadas como el centro poblado Jicamarca es “baja/nula”. Así mismo se planteron 5 propuestas de mitigación, de las cuales cuatro (4) fueron de protección y uno (1) de conservación.

Celmi (2010) en su artículo titulado **“Aplicación del análisis de multicriteria(MCA) en la planificación para la mitigación de inundaciones en la parte baja del río Chillón”** tuvo como objetivo usar el Análisis Multicriteria (MCA) para escoger la opción estratégica más conveniente y de ese modo disminuir los efectos que puede conllevar las inundaciones en la zona urbana de la cuenca baja del río Chillón. Como resultado se realizó un modelamiento hidráulico, diseño de un mapa de vulnerabilidad y amenaza con el empleo de la técnica MCA. Concluyendo finalmente que el sector más perjudicado por inundaciones es el “Sector 2”, así

como también se determinó que la alternativa mas conveniente es la “C” que consiste en la participación social para la edificación o mejora de defensas ribereñas.

Martinez (2004) en su tesis titulada **“Zonificación del peligro en sub cuenca Quirio - Chosica”** tuvo como objetivo zonificar el peligro en la sub cuenca Quirio, mediante la utilización de un modelo el cual tiene como fin identificar las zonas mas sensibles o propensas y las menos propensas a ser afectadas por inundaciones. Teniendo como resultado que existía peligro alto se ubicaba en la parte baja de la subcuenca, el peligro medio o moderado está comprendido a partir de la entrada de Quirio, el peligro bajo se da en la parte media de la subcuenca sin registrar mayor problema y el peligro nulo está comprendido en la parte alta de la subcuenca donde el peligro es casi imperceptible. Finalmente se concluyó que los peligros que tienen mayor relevancia en la Subcuenca Quirio son los huaycos, la inestabilidad de los taludes y la inundación que podría ocurrir al caer un huayco al río Rímac.

Gomez (2000) en su tesis titulada **“Gestión de inundaciones del Río Rímac”** tuvo como objetivo contribuir al desarrollo sostenido en la cuenca del río Rímac mediante la prevención de desastres naturales por inundaciones y contribuir al ordenamiento territorial de la cuenca. Teniendo como resultado que la precipitación media anual en la cuenca del rio Rimac es de 470mm, donde el 70% corresponde a los meses lluviosos, con una precipitación máxima en 24horas en promedio de 18mm, cuyas intensidades de lluvia dan un factor de erosión de 47.8 que explica la erodabilidad de lluvias para áreas deforestadas, así mismo, se calculó el caudal promedio del río Rimac $28\text{m}^3/\text{s}$, donde marzo es el mes con mayor caudal con un valor de $72.8\text{m}^3/\text{s}$, el caudal máximo histórico es de $500\text{m}^3/\text{s}$ que corresponden a un periodo de recurrencia de 200 años. Finalmente se determinó que el nivel de alta inundación en la cuenca del rio Rimac tiene un área de 130Km^2 , representando el 4% del total de cuenca, este peligro generalmente se ubica en los valles y conos deyección del Río Rimac donde se encuentran asentados los centros urbanos y el área urbana de la capital.

1.2.2 Antecedentes internacionales

Hernández et al. (2017) en su artículo titulado **“Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac”**. El objetivo de este estudio fue utilizar modelos deterministas y paramétricos como herramientas complementarias para crear un enfoque de análisis del riesgo de inundación que pudiera aplicarse a las cuencas en zonas urbanas. Como resultado se elaboraron mapas de inundaciones y los perjuicios para periodos de recurrencia de 50 y 100 años tras definir las zonas de riesgo y alta vulnerabilidad por segmentos del río Atemajac basándose en los rasgos peculiares del río durante extensión de su curso. Por último, como conclusión se determinó que los criterios de un alto riesgo y una alta vulnerabilidad a las inundaciones se encuentran presentes en el segmento T2.

Moreno y Bermúdez (2016) en su tesis titulado **“Análisis del riesgo por inundación utilizando herramientas SIG para la cuenca del Río Quito”**. En el estudio su objetivo fue usar los SIG para examinar el riesgo ante inundaciones en el Río Quito. Resultado del análisis se obtuvo zonas de riesgo y de alta vulnerabilidad, generados a partir de mapas temáticos. Finalmente se concluyó que a causa de los desniveles bajos predominantes en la llanura fluvial de la cuenca del Río Quito existe una amenaza baja.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Proponer medidas de control a través de la gestión de inundaciones por caudales máximos en la microcuenca Quirio con la finalidad de ayudar a mitigar los riesgos y mejorar la calidad de vida del Pueblo Joven Nicolás de Piérola.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar los caudales máximos que ocasionarían inundaciones en la parte baja de la microcuenca Quirio para periodos de retorno de 10, 20, 50, 100 y 200 años.

- Identificar las zonas inundables en la parte baja de la microcuenca Quirio para tiempos de retorno de 10, 20, 50, 100 y 200 años.
- Proponer acciones para la reducción de riesgo por inundaciones la parte baja de la microcuenca Quirio.

1.4 Justificación

Como se mencionó anteriormente, las inundaciones son perjudiciales para las poblaciones cercanas como para el medio ambiente. Frente a la problemática descrita en esta investigación se sustenta que en la parte baja de la microcuenca Quirio año tras año se presentan inundaciones en época húmeda, lo que conlleva a pérdidas sociales, económicas y ambientales; es por ello que esta investigación puede ser considerada un aporte en la Gestión de Inundaciones en la parte inferior de la microcuenca Quirio y cuyos resultados pueden servir de apoyo para la prevención y mitigación de inundaciones en ésta área, así como también servirá como antecedente para futuras investigaciones.

Dado que las inundaciones son un problema recurrente en el distrito de Chosica y en otras partes de nuestro país, este estudio está dirigido a las autoridades nacionales, en particular a las autoridades locales y regionales, ya que son los entes competentes en la toma de decisiones para proponer medidas y hacer frente a este problema.

1.5 Hipótesis

La gestión de inundaciones por caudales máximos en la parte baja de la microcuenca Quirio ayudará a mitigar los riesgos y mejorar la calidad de vida del Pueblo Joven Nicolás de Piérola.

II MARCO TEÓRICO

2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1 *Inundación*

El Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2012) señala que las inundaciones son sucesos donde la zona libre de agua de un río o mar se eleva debido a la precipitación (lluvia, nieve o granizo), oleaje, marea de tempestad o daño en ciertas estructuras hidráulicas, provocando la entrada o salida de agua en áreas donde hay normalmente hay agua, que muchas veces provoca daños a la población, la agricultura, la ganadería y la infraestructura. Así mismo, para CENEPRED (2014) las inundaciones ocurren cuando las lluvias intensas o prolongadas exceden la capacidad de campo y de carga máxima del río, provocando el desborde del lecho principal y sumergiendo los terrenos aledaños.

2.1.2 *Tipos de inundaciones*

2.1.2.1 Según su duración

A. Inundaciones dinámicas o rápidas: Son producidas como consecuencia de las fuertes lluvias en la zona en los ríos caracterizados por poseer pendientes pronunciadas dentro de su cuenca. Estas avenidas en los ríos son los que más perjuicios provocan en los habitantes locales y sus edificaciones, ya que se producen de manera rápida y súbita. (Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI], 2011)

B. Inundaciones estáticas o lentas: Por lo general, ocurren cuando se producen lluvias prolongadas y generalizadas, haciendo que el caudal y el río aumenten gradualmente hasta que exceda su capacidad máxima de carga, lo que ocasiona desborde del río e inundación de las áreas planas cercanas conocidas como llanuras inundables. (INDECI, 2011)

2.1.2.2 Según su origen.

A. Inundaciones pluviales: Es provocado por la lluvia acumulada en una zona geográfica determinada y se produce después de lluvias fuertes o prolongadas, es decir, una gran cantidad de lluvia concentrada en un período corto de tiempo, o una lluvia moderada y sostenida durante un período de tiempo más largo en suelos poco permeables. (INDECI, 2011)

B. Inundaciones fluviales: Para INDECI (2011) es provocada por la crecida en ríos y arroyos. Es atribuida al aumento brusco del volumen de agua más allá de lo que un lecho o cauce es capaz de transportar sin desbordarse, durante lo que se denomina crecida.

C. Inundaciones por operaciones incorrectas de obras de infraestructura hidráulica o rotura: Las fallas o desperfectos en una presa podrían devastaría a los residentes, sino que también perjudicaría sus activos, infraestructura y medio ambiente. Así como también, las fugas pueden ser causadas por el bloqueo de canales naturales o artificiales, debido a la acumulación de troncos y sedimentos. Y en otras ocasiones se agrava el problema cuando los propios puentes tienden a retener las boyas que lleva el río, impidiendo que el agua fluya. (INDECI, 2011)

2.1.3 *Gestión de riesgo de desastres*

Se define como un proceso ordenado para reducir los efectos adversos de los desastres naturales y la probabilidad de que ocurran, para ello se utilizan principios administrativos, organismos, habilidades y competencias para implementar políticas y reforzar las capacidades de respuesta. (Comisión Económica para América y el Caribe [CEPAL], 2014)

2.1.4 *Riesgo de desastre*

Son las pérdidas en potencia que un desastre puede causar, así como las pérdidas que pueden ocurrir en el futuro en una determinada población. (International Strategy for Disaster Reduction [ISDR], 2009)

2.1.5 Peligro

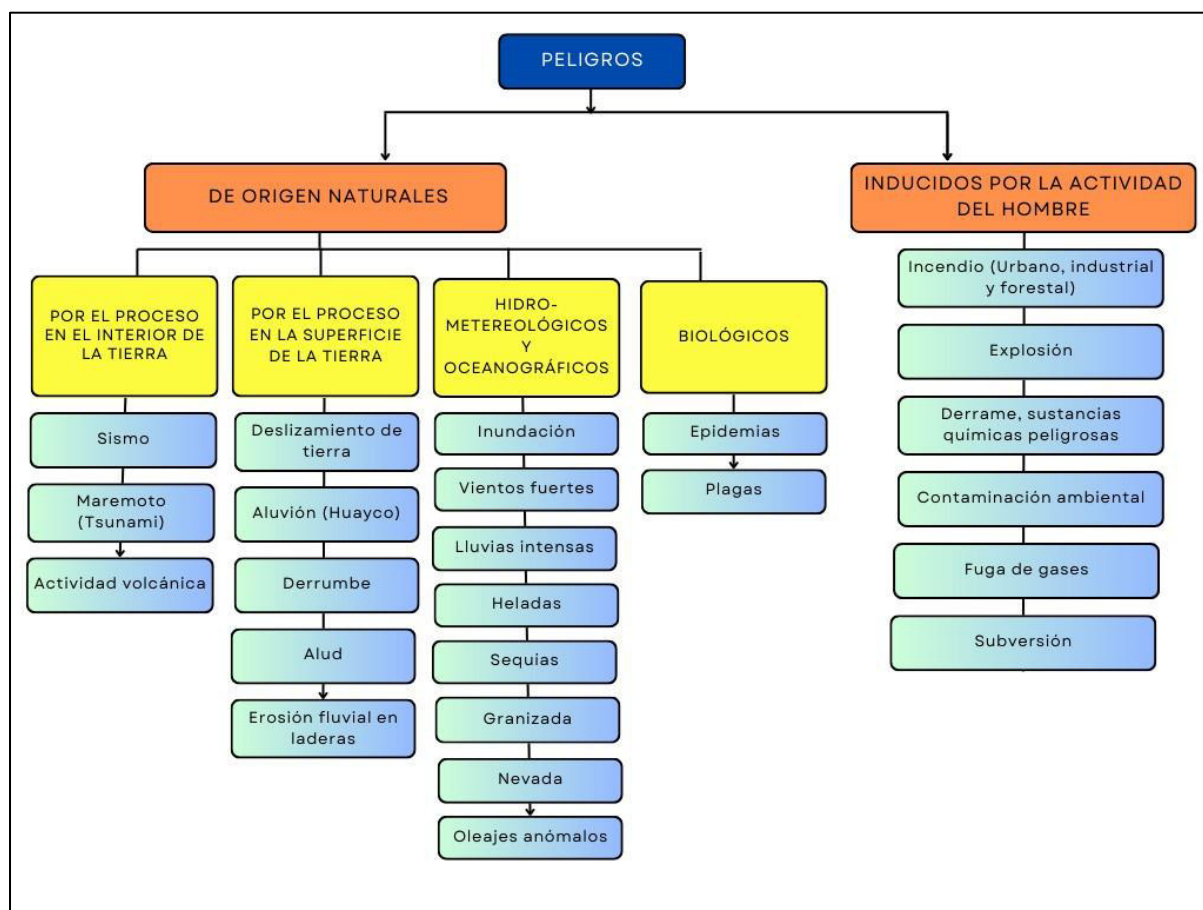
El peligro es la posibilidad de que un fenómeno natural o provocado por el hombre en una zona determinada puede ser catastrófico a cierta magnitud, afectando la población, edificaciones y el entorno natural. (INDECI, 2006)

2.1.5.1 Clasificación

Para INDECI (2006) se puede dividir los riesgos según su origen en dos categorías: naturales y tecnológicos (creados por actividad humana).

Figura 1

Clasificación de los principales peligros



Nota. Adaptado de *Clasificación de los principales peligros*, por Centro de Operaciones de Emergencia Nacional, 2005, como se citó en INDECI, 2006.

http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc319/doc319_contenido.pdf

2.1.6 *Suceptibilidad*

Este término está referido a la tendencia de un evento que podría ocurrir en un lugar determinado. Así mismo, la susceptibilidad ante inundación es la probabilidad de que por las condiciones del entorno se produzca una inundación. (Soldano, 2009)

2.1.7 *Amenaza*

Es un fenómeno peligroso que puede causar la muerte, heridas u otros problemas de salud, también puede ocasionar daños a la economía, sociales y en el ambiente. (ISDR, 2009)

2.1.8 *Vulnerabilidad*

Es el grado de exposición donde uno o más componentes puedan sufrir daños humanos y materiales ante un peligro natural o inducido de determinada magnitud. La vulnerabilidad, es entonces un requisito previo para emerger durante los desastres, cuando las inversiones en medidas o acciones de prevención y mitigación no fueron lo suficiente, asumiéndose altos niveles de riesgo. Para el análisis, la vulnerabilidad debería facilitar la identificación y caracterización de aquellos elementos expuestos a los efectos adversos de las diferentes amenazas en una zona determinada. (INDECI, 2006)

2.1.8.1 Tipos de Vulnerabilidad

A. Vulnerabilidad ambiental y ecológica. Según INDECI (2006) es el grado de resistencia del medio ambiente y de los organismos que componen un determinado ecosistema, frente a la diversidad de climas.

B. Vulnerabilidad física. Viene a ser la calidad o tipo de materiales utilizados, así como también el tipo de construcción de viviendas, comercios, industrias, servicios, edificaciones socioeconómicas, para absorber el impacto generado por el peligro. Otro aspecto igualmente importante a considerar es la calidad de suelo y la ubicación de las poblaciones cercanos a fallas geológicas, laderas de montaña, borde de ríos, faja marginal, laderas de una

cuenca hidrográfica, situación que incrementa significativamente su nivel de vulnerabilidad. (INDECI, 2006)

C. Vulnerabilidad económica. Crea acceso a activos económicos para los residentes de un centro densamente poblado, lo que se refleja en la capacidad de hacer frente a los desastres. Básicamente, está determinada por el nivel de ingresos o la capacidad de satisfacer las necesidades básicas de la población, como se puede observar en un centro densamente poblado y estadísticamente disponible en los mapas de pobreza elaborados por diversas organizaciones públicas, como INEI y FONCODES. (INDECI, 2006)

D. Vulnerabilidad social. Según INDECI (2006) analiza los niveles de organización comunitaria y participación en la prevención y respuesta a emergencias. Las sociedades organizadas, tanto formales como informales, tienen más probabilidades de superar las consecuencias de los desastres que las sociedades no organizadas y, por lo tanto, tienen una capacidad más eficaz y rápida para prevenir y responder a las emergencias.

E. Vulnerabilidad educativa. Para INDECI (2006) se refiere a la plena implementación de un marco curricular en los diferentes niveles de la educación formal que incluya temas relacionados con la prevención y atención de desastres, con el objetivo de preparar a los estudiantes para responder a emergencias y educar para crear una cultura de prevención con efecto multiplicador social.

F. Vulnerabilidad cultural e ideológica. Se refiere a la percepción que los individuos o grupos de personas tienen de sí mismos como sociedad o comunidad, la cual determina su respuesta ante amenazas de origen natural o tecnológico y está influenciada por su nivel de conocimientos, creencias, costumbres, actitudes, miedos, mitos, entre otros. (INDECI, 2006)

2.1.8.2 Factores de vulnerabilidad.

A. Exposición: Según CENEPRED (2014) se refiere a decisiones y prácticas que colocan a las personas y sus medios de vida en zonas de impacto peligrosas. Las exposiciones ocurren como resultado de condiciones ambientales inapropiadas, que pueden estar relacionadas con procesos de crecimiento demográfico no planificado, procesos de migración no organizada, procesos de urbanización sin un manejo adecuado de la tierra y/o políticas de desarrollo económico no sostenible. Cuando exista una mayor exposición, existirá una mayor vulnerabilidad.

B. Fragilidad: Se refiere a situaciones en las que las personas y sus medios de subsistencia están en desventaja o son relativamente vulnerables, cuando están en riesgo. En general, se enfoca en las condiciones materiales de una comunidad o sociedad y tiene orígenes internos tales como: forma construida, incumplimiento de las normas constructivas y/o materiales existentes, etc. Cuando mayor es la fragilidad, mayor será la vulnerabilidad. (CENEPRED, 2014)

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

2.1.9 *Gestión Ambiental*

Es definido como una estrategia para el desenvolvimiento armonioso de las intervenciones humanas con el ambiente. Así mismo, también se define como: lo que hay que hacer de forma óptima para tomar decisiones sobre cómo disfrutar los bienes y servicios medioambientales, así como también sobre cómo preservar y ayudar en la mejora de la calidad del entorno ambiental, de ese modo la población esté lo mejor informada y ello se comparta lo más ampliamente posible. (Estevan, 1994; Buroz, 1998, como se citó en D'Angelo et al., 2022)

2.1.10 Cuenca hidrográfica

Son espacios del territorio definidos por líneas divisorias ubicadas en la cima de las colinas (también conocidas como parteaguas). En estos espacios, toda la escorrentía de los arroyos o ríos convergen y descargan a el punto de salida de la cuenca, que puede ser un lago o el océano. Las cuencas hidrológicas permiten una comprensión espacial del ciclo hidrológico y cuantifican e identifican los efectos acumulativos de las actividades humanas o factores externos en los sistemas o redes hidrológicas existentes. (SEMANAT, 2013)

Se considera que las cuencas hidrográficas constituyen la unidad de planificación más útil para llevar a cabo una gestión integrada del agua y de la tierra debido a que la vegetación y los suelos están fuertemente relacionados al ciclo del agua. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], s.f.)

2.1.11 Precipitación

La precipitación comprende la lluvia, la nieve y procesos que hacen que el agua caiga sobre la superficie de la tierra, como el granizo y la aguanieve. La formación de la precipitación requiere un aumento de las masas de agua en la atmósfera, lo que hace que ésta se enfríe y condense la humedad. (Chow et al., 1994)

Desde una perspectiva hidrológica la precipitación es la variable de la hidrometeorología más relevante porque es la principal fuente de entrada de agua a la cuenca y, por lo tanto, el principal contribuyente de agua dulce a la superficie de la Tierra. (Sierra, 2019, como se citó en Quijada, 2020)

2.1.12 *Análisis Estadístico de datos hidrológicos*

2.1.12.1 Prueba de datos dudosos

Es habitual descubrir puntos de datos que se desvían visiblemente de la línea de frecuencia media al analizar los datos de eventos pluviométricos. Los datos dudosos son datos que difieren significativamente del resto de ellos, su inserción o supresión de tales datos puede influir cuantiosamente la magnitud de los parámetros estadísticos estimados para los datos, principalmente en muestras minúsculas. Los procedimientos para manejar datos sospechosos requieren un juicio que involucra consideraciones matemáticas e hidrológicas. Según el Consejo de Recursos Hídricos (WRC), si el sesgo de una estación es superior a +0,4, considere probar primero los datos altamente sospechosos; si el sesgo de la estación es inferior a -0,4, considere probar primero los datos de baja incertidumbre. Si la desviación está dentro de $\pm 0,4$, se debe realizar una verificación de datos sospechosos altos y bajos antes de eliminar los datos sospechosos del total. (Fuentes, 2016)

2.1.12.2 Análisis de frecuencia

Es considerado una herramienta estadística que se usa para estimar el caudal o la precipitación vinculado con situaciones extremas en un lugar determinado, en función de los datos históricos de caudal o precipitación; calcula la magnitud de la variable en estudio relativa al período de retorno, que estima la frecuencia o probabilidad de eventos pasados o futuros. Por lo tanto, las gráficas de probabilidad son un método de análisis de frecuencia con o sin supuestos sobre la distribución de probabilidad. (Santana, 2007, como se citó en Gomero, 2019)

2.1.12.3 Distribución de probabilidad

Es una función que expresa la probabilidad de ocurrencia de una variable al azar. Al ajustar distribuciones a conjuntos de datos hidrológicos, una gran cantidad de información

probabilística en las muestras se puede resumir de manera concisa como funciones y sus parámetros asociados. (Chow et al., 1994)

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2008) el propósito del análisis de frecuencia es estimar la precipitación, la intensidad o el caudal máximo para diferentes periodos de retorno utilizando un modelo probabilístico (que puede ser discreto o continuo). Estadísticamente existen varias funciones teóricas de distribución de probabilidad; las que se indican a continuación son las más utilizadas y recomendadas:

- Normal.
- Log Normal 2 parámetros.
- Log Normal 3 parámetros.
- Gamma 2 parámetros.
- Gamma 3 parámetros.
- Log Pearson tipo III.
- Gumbel.
- Log Gumbel.

2.1.13 *Curvas Intensidad – Duración - Frecuencia*

La intensidad se mide por la proporción de agua que cae producto de la lluvia y la rapidez con que lo hace (en milímetros por hora). Puede ser intensidad instantánea o intensidad media durante la precipitación. Las curvas intensidad – duración – frecuencia son un elemento de diseño que relacionan la intensidad de la lluvia, la duración de esta y la frecuencia con la que se puede presentar, es decir su probabilidad de ocurrencia o el periodo de retorno. Para determinar estas curvas IDF, es necesario registrar la precipitación en el lugar de interés y seleccionar las precipitaciones más fuertes de diferentes duraciones por año para realizar estudios de frecuencia para cada serie creada. (MTC, 2008)

2.1.14 Caudal máximo

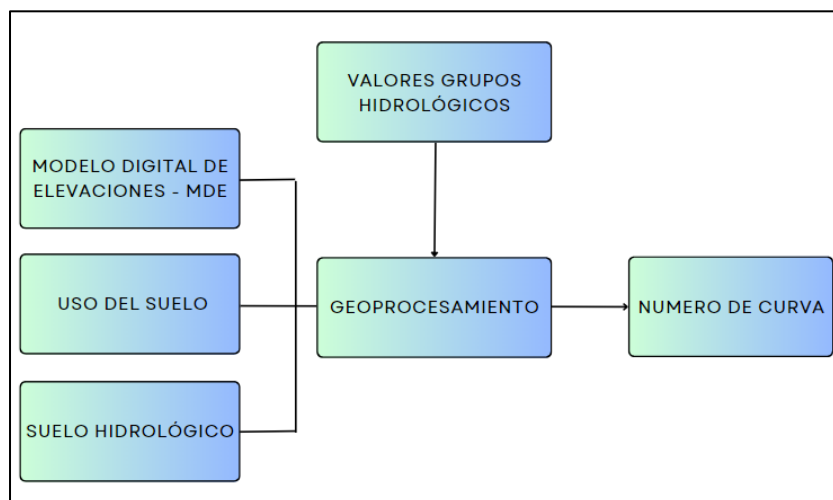
Es el valor máximo de un río en respecto a su caudal normal. Éstos caudales pueden causar inundaciones, dañando las infraestructuras y ocasionando perjuicios en las personas que viven en la ribera de los ríos. (Krochin, 1982, como se citó en Tinoco, 2017)

2.1.15 Tiempo de retorno

En promedio, éste es el tiempo que debe pasar antes de que pueda ocurrir un evento de cierta magnitud o mayor, por lo general, este tiempo es medido en años. Es importante recalcar que el evento analizado no ocurre exactamente en el número de años especificado del periodo de retorno, ya que puede ocurrir el año próximo o en muchos años después. (CNA, 1993, como se citó en CENAPRED, 2004)

2.1.16 Curva número

El parámetro hidrológico conocido como número de curva se utiliza para definir la capacidad de escorrentía de una cuenca hidrográfica en función de factores como el tipo, la densidad y la gestión de la cubierta terrestre del territorio, así como su grupo hidrológico de suelos. (Natural Resources Conservation Service [NRCS], 2004, como se citó en Diaz y Mercado, 2017). Para el cálculo de la curva número se procede siguiendo el modelo conceptual:

Figura 2*Modelo Conceptual*

Nota. Adaptada de “*Modelo Conceptual*”, por Portuguese y Verano, 2016, *Apuntes de Ciencia y Sociedad*, 6(1).

III MÉTODO

3.1 Tipo de investigación

Para esta investigación se utilizó un enfoque transversal, ya que “para su análisis recopila datos en un tiempo puntual” (Liu, 2008 y Turcker, 2004, como se citó en Hernández, 2014, p. 154). Así mismo, posee un diseño metodológico transeccional correlacional – causa, donde se “describe las relaciones entre dos o más variables en un momento determinado. A veces, únicamente en términos correlacionales, otras en función de la relación causa – efecto” (Hernández, 2014, p. 157).

3.2 Ámbito temporal y espacial

Este estudio abarca desde 1964 hasta el 2018 (55 años), desde los cuales se posee información meteorológica, siendo la cantidad de años total un tiempo prudente para que tenga validez la información que se pueda generar a partir de las mismas.

El área cubierta es del mismo tamaño que la microcuenca de la quebrada Quirio, en el distrito de Lurigancho, de la provincia de Lima, correspondiente al departamento de Lima.

3.3 Variables

Tabla 1

Variables dependientes e independientes

VARIABLE		INDICADORES	UNIDADES
VARIABLE INDEPENDIENTE	Caudales máximos	Precipitaciones máximas	mm
		Tiempo de retorno	años
		Tiempo de concentración	horas
		Caudal	m ³ /s
VARIABLE DEPENDIENTE	Inundación	Geología	Clasificación geológica
		Geomorfología	adimensional
		Pendiente	%
		Cobertura Vegetal	%
		Suelos	Clasificación de suelos
		Población	N° de individuos

3.4 Población y muestra

La microcuenca Quebrada Quirio, en el distrito de Lurigancho Chosica, sirvió de población o universo del estudio, mientras que el Pueblo Joven Nicolás de Piérola asentada en la base de la cuenca, fue considerada muestra.

3.5 Instrumentos

3.5.1 *Materiales*

- Plano catastral de ciudad de Chosica obtenido de la Plataforma Geoespacial “SIGRID” del CENEPRED

- Información cartográfica obtenida del Sistema de información geológica y catastral minero “GEOCATMIN” y del Geoservidor del Ministerio del Ambiente.
- Ortofoto de la Quebrada Quirio.
- Información hidrometereológica (Tabla 2).

Tabla 2*Estaciones Hidrometereológicas*

Estación	Coordenadas UTM – WGS 84		Altitud (msnm)	Años
	Este (m)	Norte (m)		
Ñaña	299446.6	8674165.1	543	1964-2021
Chosica	311238.5	8680228.1	867	1989-2021
Santa Eulalia	318489.4	8681992.8	944	1964-2018
Antioquía	336744.6	8663784.1	1839	1964-2018
Autisha	324924.8	8702231.5	2171	1964-2018

Nota. Adaptada de *Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos*, por Autoridad Nacional del Agua [ANA], s.f. (<https://snirh.ana.gob.pe/SCCRH/Forms/S2/Cantidad/frmDescarga.aspx>).

- Información socioeconómica
- Software
 - Arcgis 10.7, software que se usará para la elaboración de mapas temáticos.
 - Hydrognomon, para el análisis y procesamiento de data hidrológica.
 - HEC-HMS, para el generar los hidrogramas y caudales por diferentes tiempos de retorno
 - HEC – RAS, software para realizar el modelamiento hidráulico.
 - Word

- Excel
- Equipos:
 - Laptop
 - Cámara fotográfica
 - GPS

3.6 Procedimientos

3.6.1 *Fase 1: Caracterización de la zona de estudio*

Para la caracterización de la zona de estudio se identificó la localización de la microcuenca. Así mismo, se realizó un diagnóstico físico, donde se procedió a la delimitación de la microcuenca y el cálculo de parámetros geomorfológicos. También se identificó y describió la geología, geomorfología, zonas de vida, tipo de suelo y cobertura vegetal. Por último, se realizó un diagnóstico socioeconómico para conocer las características principales de su población, viviendas y salud.

3.6.2 *Fase 2: Evaluación hidrometereológica*

En esta fase se realizó el análisis pluviométrico, utilizando información de las estaciones hidrometereológicas próximas a la zona de estudio, con las cuales a través del software Hydrognomon se analizó y procesó la data, del cual las precipitaciones y los caudales se calcularon para una serie de periodos de recurrencia.

3.6.3 *Fase 3: Modelamiento hidráulico*

Las zonas inundables se determinaron mediante modelización hidráulica con el programa HEC-RAS basándose en los caudales máximos.

3.6.4 Fase 4: Elaboración de mapas base

Se elaboraron los siguientes mapas base: mapas de altitud, isoyetas, pendientes, zonas de vida, suelos, cubierta vegetal y geomorfológico.

3.6.5 Fase 5: Evaluación del riesgo por inundaciones

Se elaboraron los mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgo de inundaciones de la zona de estudio.

3.6.6 Propuestas para mitigar el riesgo por inundaciones

Se realizaron las propuestas sobre las medidas estructurales y no estructurales para mitigar el riesgo por inundaciones de la microcuenca Quirio

3.7 Análisis de datos

La modelización hidráulica en HEC-RAS se utilizó para crear simulaciones de inundaciones después de analizar y procesar los datos de precipitaciones máximas con Hydrognomon. Se calcularon los caudales máximos para varios periodos de retorno (10, 20, 50, 100 y 200 años). Las evaluaciones de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo de la región investigada se basaron en los mapas temáticos que se crearon.

IV RESULTADOS

4.1 Caracterización de la zona de estudio

4.1.1 Características generales

4.1.1.1 Localización. La quebrada Quirio, se encuentra ubicado al lado derecho del río Rímac, en el distrito de Lurigancho – Chosica (Tabla 3).

Tabla 3

Localización de la Quebrada Quirio

DISTRITO	COORDENADA	CENTROIDE	
		E	N
LURIGANCHO	UTM Zona 18S	312057.40	8681698.60

Cuenca: Río Rimac

SubCuenca: Jicamarca – Santa Eulalia

Microcuenca: Quebrada Quirio

Departamento: Lima

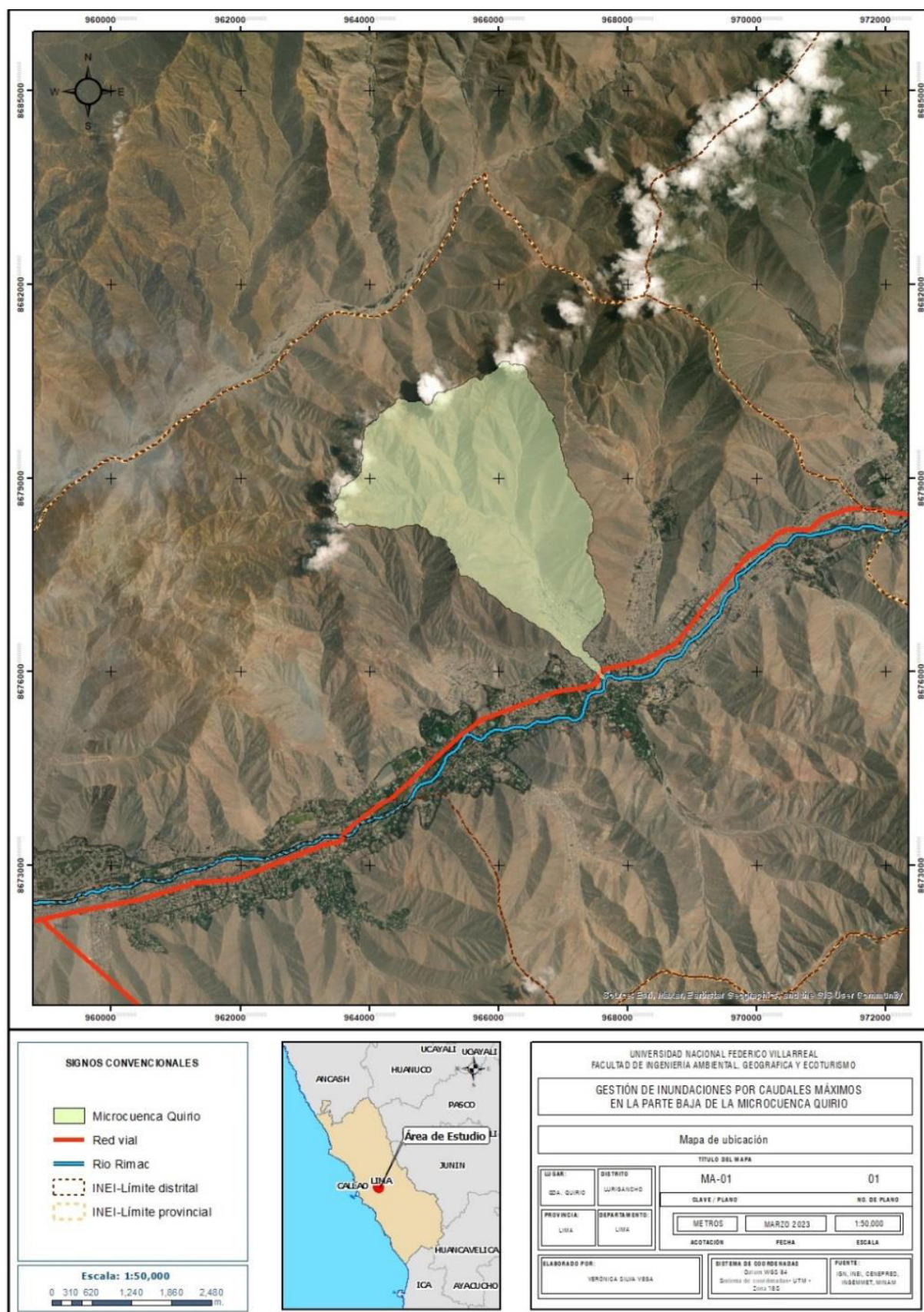
Provincia: Lima

Distrito: Lurigancho

Sector: Quebrada Quirio

Figura 3

Mapa de ubicación



4.1.1.2 Accesibilidad. Para llegar a la quebrada Quirio, se parte de la Ciudad de Lima hacia Chosica, a 34 Km aproximadamente y 2 h en carro, de donde nos dirigimos hacia el Pueblo Joven Nicolás de Piérola a aproximadamente 5 min.

4.1.2 Características físicas

4.1.2.1 Geología. La Quebrada Quirio se caracteriza geológicamente por poseer rocas aflorantes de tipo ígneas intrusivas pertenecientes a la Superunidad Santa Rosa de la familia granodiorita-granítica, de color pálido (claro) y estructura cristalina (Ver Anexo E). Dentro de esta clasificación tenemos a la Gabrodiorita, que posee una estructura de grano medio a grueso y es de color oscuro parecido al negro. Así mismo tenemos a la subunidad Tonalita – dioritas, que posee un color gris oscuro y a la Tonalita – granodioritas que son gris claro. (Barrueta, s.f.) Por otro lado, la microcuenca posee características de la Formación Yangas, como una “serie volcanosedimentaria constituida por una gruesa secuencia de lavas andesíticas, lodotitas, margas silicificadas y chert” (Palacios et al., 1992, como se citó en INGEMMET, 2021, p. 20).

4.1.2.2 Geomorfología. Las unidades geomorfológicas detalladas a continuación fueron identificadas en la microcuenca de la quebrada Quirio (Ver Anexo E).

A. Montaña en roca intrusiva. Son masas de rocas ígnea constituidas por dioritas, tonalitas, gabros, granodioritas y monzogranitos, que corresponden a diferentes pulsaciones magmáticas que se disponen como diques, sills, lacolitos que configuran la super unidad intrusiva denominada Batolito de la Costa de edad Cretácico superior – Paleógeno. (Cobbing y Sánchez, 1996, como se citó en INGEMMET, 2020)

B. Montaña en roca volcano – sedimentaria. Poseen superficies planas y onduladas que forman amplias mesetas volcánicas, con frentes empinados. Los movimientos de masa asociados son derrumbes, deslizamiento, desprendimiento de rocas y erosión de laderas. (CENEPRED, 2018)

C. Terraza indiferenciada. Consiste en valles con canales estrechos que son indistinguibles en la escala de trabajo. Presenta terrazas discontinuas y contiguas sobre la planicie de inundación del río. Esto se debe a la erosión del río y a los deslizamientos de terreno. (CENEPRED, 2018)

D. Vertiente o piedemonte aluvio – torrencial. Consiste en llanuras de pendiente a pendientes suaves, a menudo anchas en las estribaciones de los Andes y las montañas. Es una acumulación de sedimentos transportados por caudales anormales de agua provocados por precipitaciones anormales, generalmente asociados a “El Niño”. (Cobbing y Sánchez, 1996, como se citó en INGEMMET, 2020)

E. Cauce del río. En la zona de estudio, tenemos al Río Rimac.

4.1.2.3 Suelo. La microcuenca Quirio se caracteriza por suelo conocido como Leptosol lítico - Afloramiento lítico (Ver Anexo E), caracterizado porque su desarrollo se da muy superficialmente. Sus materiales litológicos provienen principalmente de cuarcitas, lulitas, areniscas, rocas volcánicas y calizas. (Nima, 2020)

4.1.2.4 Cobertura Vegetal. Con la utilización del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal se pudo lograr identificar los siguientes tipos de cobertura vegetal que existen en el dominio de la microcuenca Quirio (Ver Anexo E).

A. *Agricultura costera y andina.* Esta cobertura incluye todos los valles que atraviesan el vasto desierto costero y las vertientes occidentales de los Andes hasta llegar al límite con el pajonal altoandino, así como todas las regiones donde se desarrolla o se desarrolló actividad agrícola. Además, las tierras bajas y laderas de los valles entre los Andes y el altiplano. Se incluyen tanto los cultivos anuales como los perennes que necesitan riego o lluvia para crecer. (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2015)

B. *Área urbana.* Consiste en el casco urbano del distrito de Lurigancho, principalmente del Pueblo Joven Nicolás de Piérola

C. *Cardonal.* El desierto costero y el matorral arbustivo restringen está cubierta vegetal a una larga y estrecha franja a lo largo de las laderas bajas occidentales de los Andes. Debido al clima seco, las comunidades suculentas de la familia Cactaceae están ampliamente distribuidas en el terreno accidentado y montañoso que conforma esta unidad de cobertura vegetal. (MINAM, 2015)

D. *Desierto costero.* Existe escasa o nula vegetación.

E. *Matorral arbustivo.* Se encuentra ubicada en algunos sectores en contacto con el pajonal andino. Es una cubierta conformada por una asociación de especies arbustivas, como *Miconia andina.*, *Lupinus sp.*, *Berberis sp.*, *Monnina sp.*, *Gynoxis sp.*, *Hesperomeles sp.*, *Bocconia sp.*, etc. (MINAM, 2015)

4.1.3 Características Socioeconómicas

4.1.3.1 Población total. El Pueblo Joven Nicolás de Piérola (Tabla 4), según el duodécimo Censo del 2017, la población es de 15 498, incluidas 7996 mujeres y 7502 varones.

Tabla 4*Características de población*

Categoría	Total
Número de viviendas	4430
Número de habitantes	15498
Varones	7502
Mujeres	7996

Nota. Información de las características de la población del Pueblo Joven Nicolás de Piérola.

Adaptada de Instituto Nacional de Estadística [INEI], 2017 (<https://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>).

4.1.3.2 Población según grupo etario. En la Tabla 5 se evidencia que los niños y adolescentes son el grupo etario más numeroso en el Pueblo Joven Nicolás de Piérola, con un 28,69% del total de la población, mientras que la población senil representa la parte más pequeña, con sólo un 16,371% del total.

Tabla 5*Población según grupo etario*

Población según grupo etario	%
0 a 14 años	28.694
15 a 29 años	26.467
30 a 44 años	25.014
45 a 64 años	19.825

Población según grupo etario	%
Mayor a 65 años	16.371

Nota. Adaptada de INEI, 2017 (<https://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>).

4.1.3.3 Vivienda. La Población del Pueblo Joven Nicolás de Piérola (Tabla 6) en su mayoría posee casa independiente, correspondiente a 4073 habitantes, representado por el 93.421% de la población total y en su minoría vivienda en casa de vecindad a 28 habitantes con el 0.635%.

Tabla 6

Características de vivienda por tenencia

Características	%
Casa independiente	92.421
Departamento en edificio	4.493
Vivienda en quinta	1.770
Vivienda en casa de vecindad	0.635
Vivienda improvisada	0.681

Nota. Adaptada de INEI, 2017 (<https://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>).

En la Tabla 7 se evidencia que las paredes de las viviendas del Pueblo Joven Nicolás de Piérola se caracterizan en su mayor parte por ser ladrillo o bloque de cemento en un 85.72% del total de viviendas, y en su minoría por ser de triplay, calamina, estera 1.18% del total de viviendas.

Tabla 7*Tipo de paredes de vivienda*

Características	%
Triplay / calamina / estera	1.181
Madera (poma, tornillo, etc.)	7.085
Quincha - Tapia - Adobe - Piedra con barro	3.650
Piedra o sillar con cal o cemento	2.362
Ladrillo o bloque de cemento	85.722

Nota. Adaptada de INEI, 2017 (<https://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>).

El piso de las viviendas del Pueblo Joven Nicolás de Piérola (Tabla 8) es en su mayor parte 68.33% correspondiente a Tierra/ Cemento y en su minoría madera, correspondiente a un 0.46% del total.

Tabla 8*Piso de viviendas*

Características	%
Tierra/ cemento	94.192
Madera (poma, tornillo, etc.)	0.629
Láminas asfálticas, vinílicos o similares	1.887
Parquet o madera pulida	3.293

Características	%
Losetas, terrazos, ceramica	68.33

Nota. Adaptada de INEI, 2017 (<https://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>).

4.1.3.4 Tipo de abastecimiento de agua. En la Tabla 9, se observa que el 77,18% de los hogares del P. J. Nicolás de Piérola obtienen el agua de la red pública dentro de la vivienda, mientras que sólo el 0.22% lo hace de pilón o pileta de uso público.

Tabla 9

Tipo de abastecimiento de agua

Características	%
Red pública dentro de la vivienda	77.18
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	20.28
Pilón o pileta de uso público	0.22
Camión - cisterna u otro similar	1.42
Pozo (Agua subterránea)	0.90

Nota. Adaptada de INEI, 2017 (<https://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>).

4.1.3.5 Servicios básicos. La mayoría de las viviendas del Pueblo Joven Nicolás de Piérola (Tabla 10) están conectadas a la red pública de alcantarillado, lo que supone el 75,59% del total, mientras que el 1,78% satisface sus necesidades sanitarias en los campos cercanos o al aire libre y un 1.37% cuenta con pozo séptico.

Tabla 10

Red de desagüe

Características	%
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	75.59
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	19.57
Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	1.37
Pozo ciego o negro	1.70
Campo abierto o al aire libre	1.78

Nota. Adaptada de INEI, 2017 (<https://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>).

4.1.3.6 Alumbrado eléctrico. En la Tabla 11, se presenta que el 94,23% de los habitantes de Nicolás de Piérola están conectados a la red eléctrica pública, mientras que el 5,77% no lo están.

Tabla 11

Alumbrado eléctrico

Características	%
Si Alumbrado eléctrico por red pública 1/	94.23
No Alumbrado eléctrico por red pública 1/	5.77

Nota. Adaptada de INEI, 2017 (<https://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>).

4.1.3.7 Nivel educativo. Los habitantes del P. J. Nicolás de Piérola (Tabla 12) poseen en un 36.47% educación superior (Universitaria o Técnica), y un 3.12% del total de habitantes son iletrados.

Tabla 12

Nivel educativo

Características	%
Sin nivel	3.12
Inicial	4.98
Primaria	18.24
Secundaria	37.18
Superior	36.47

Nota. Adaptada de INEI, 2017 (<https://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>).

4.1.3.8 Tipo de seguro social. En la Tabla 13, se observa que el 37.10% población del Pueblo Joven Nicolás de Piérola se encuentra asegurada en EsSalud y el 2.52% posee un seguro privado.

Tabla 13

Tipo de seguro social

Características	%
Sin seguro	23.90
SIS	33.46

Características	%
Essalud	37.10
Seguro privado	2.52
Otro seguro	3.01

Nota. Adaptada de INEI, 2017 (<https://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>).

4.2 Parámetros Geomorfológicos

Para caracterizar la microcuenca de la quebrada Quirio se determinaron sus parámetros geomorfológicos (Tabla 14), la cual nos muestra información relevante de la cuenca, dándonos una visión general de los parámetros de forma, los parámetros del relieve y los parámetros de la red hidrológica de la cuenca.

Tabla 14

Parámetros geomorfológicos

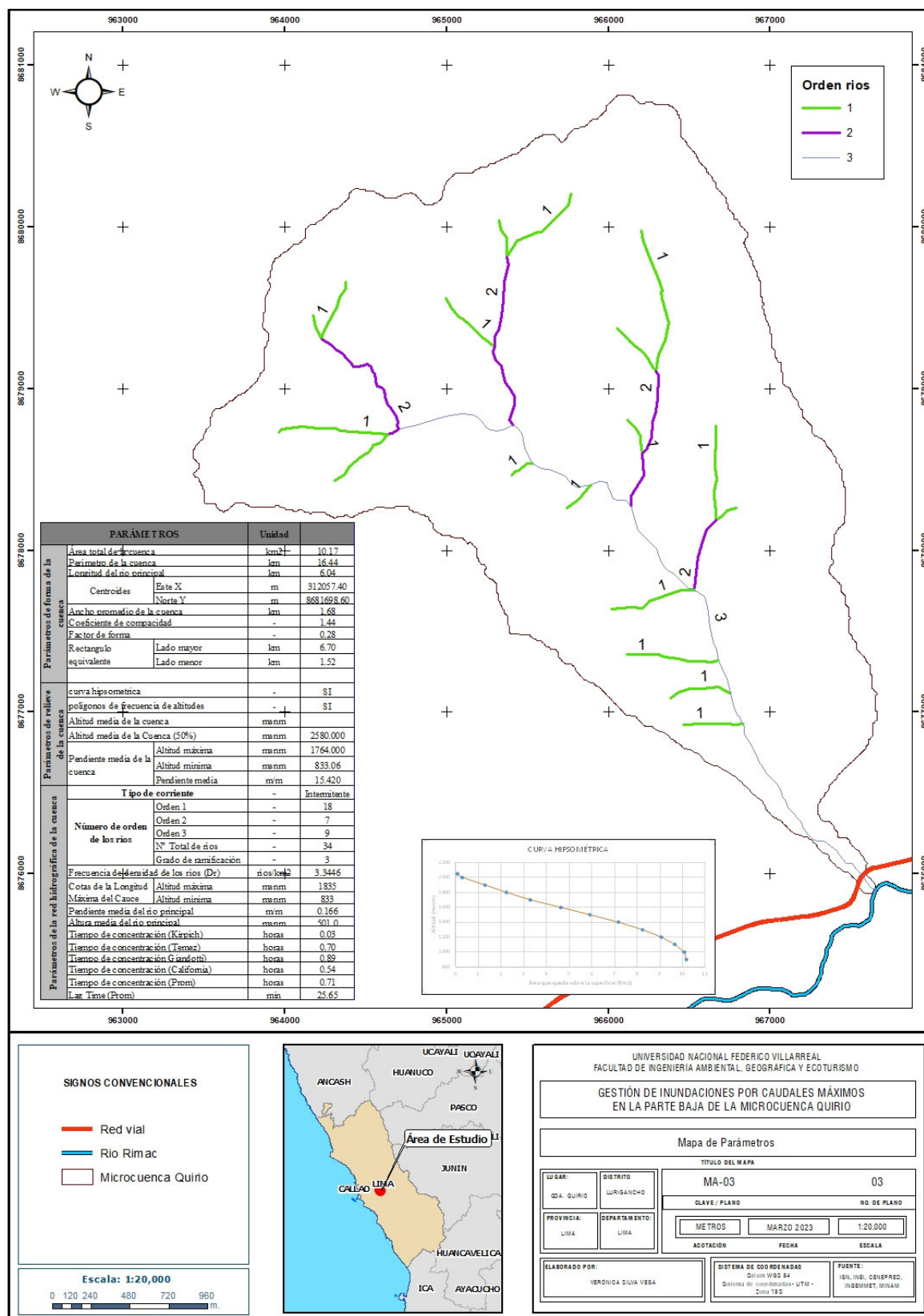
PARÁMETROS		Unidad	
Parámetros de forma de la cuenca	Área total de la cuenca	Km ²	10.17
	Perímetro de la cuenca	Km	16.44
	Longitud del río principal	Km	6.04
	Centroides Este X	m	312057.4
	Centroides Norte Y	m	8681698.8
	Ancho promedio de la cuenca	Km	1.68
	Coeficiente de compacidad	-	1.44
	Factor de forma	-	0.28

PARÁMETROS		Unidad		
	Rectángulo	Lado mayor	Km	6.70
	equivalente	Lado menor	Km	1.52
Parámetros de relieve de la cuenca	Curva hipsométrica		-	SI
	Polígonos de frecuencia de altitudes		-	SI
	Altitud media de la cuenca		msnm	
	Altitud media de la Cuenca (50%)		msnm	2580.000
	Pendiente media de	Altitud máxima	msnm	1764.000
	la cuenca	Altitud mínima	msnm	833.06
		Pendiente media	m/m	15.420
Parámetros de la red hidrográfica de la cuenca	Tipo de corriente		-	Intermitente
	Número de orden de los ríos	Orden 1	-	18
		Orden 2	-	7
		Orden 3	-	9
		Nº Total de ríos	-	34
		Grado de ramificación	-	3
	Frecuencia de densidad de los ríos (Dr)		ríos/Km2	3.3446
	Cotas de la Longitud	Altitud máxima	msnm	1835
	Máxima del Cauce	Altitud mínima	msnm	833
	Pendiente media del río principal		m/m	0.166
	Altura media del río principal		msnm	501.0
	Tiempo de concentración (Kirpich)		horas	0.03
	Tiempo de concentración (Temez)		horas	0.70

PARÁMETROS	Unidad	
Tiempo de concentración Giandotti)	horas	0.89
Tiempo de concentración (California)	horas	0.54
Tiempo de concentración (Prom)	horas	0.71
Lag Time (Prom)	min	25.65

Figura 4

Mapa de parámetros geomorfológicos

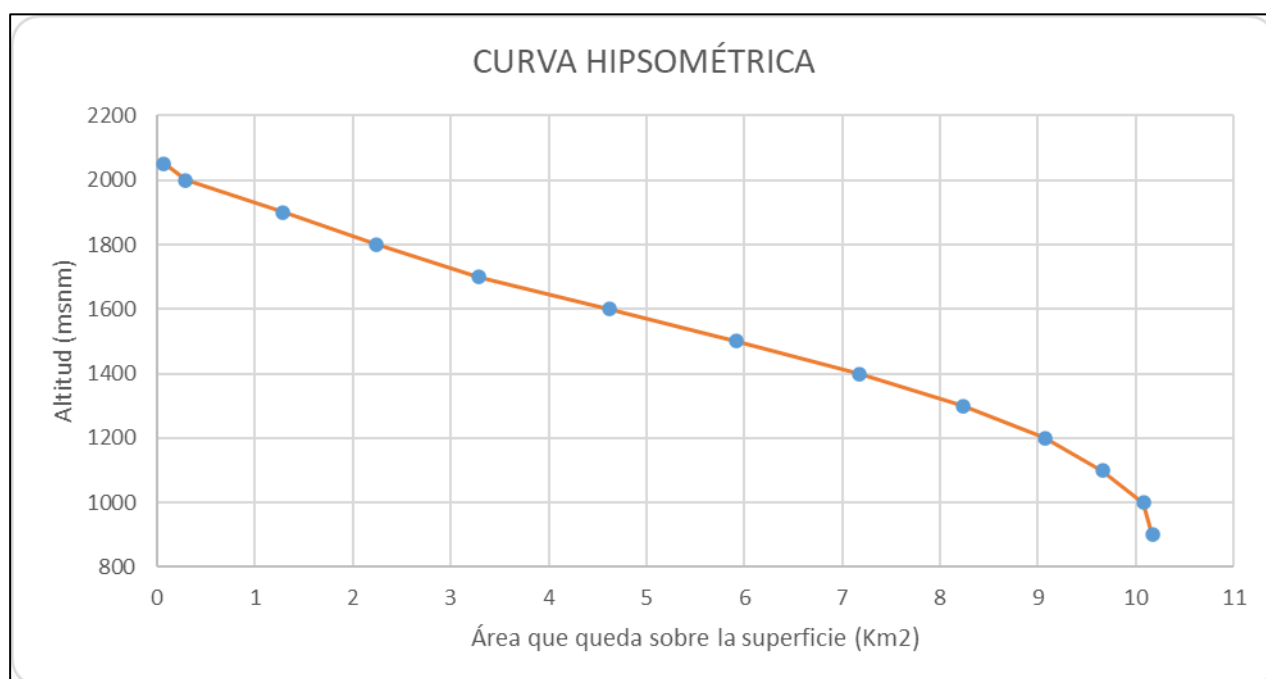


4.2.1 Curva Hipsométrica

La curva Hipsométrica de la microcuenca Quirio nos indica que está en su fase de madurez y está en equilibrio, por otro lado, ésta posee una tendencia sedimentaria

Figura 5

Curva Hipsométrica de la microcuenca Quirio



4.3 Evaluación hidrometeorológica

Tomando en cuenta las estaciones más próximas a la cuenca de estudio, se analizó el registro de precipitaciones máximas en 24h (Tabla 15). La información recopilada corresponde a 5 estaciones pluviométricas, comprendiendo el periodo de 1964-2018 (Ver Anexo B).

Tabla 15

Precipitación máxima en 24 horas (mm) – Periodo 1964 – 2018 de las estaciones meteorológicas del área de influencia de la Microcuenca Quirio.

Año	Chosica	Santa Eulalia	Antioquia	Autisha	Ñaña
1964	S/D	5.4	0	S/D	0.6
1965	S/D	1.2	18.3	S/D	0.6
1966	S/D	26	13	S/D	2
1967	S/D	29.8	21.3	S/D	3.6
1968	S/D	0.5	1	S/D	0
1969	S/D	10	32	S/D	3
1970	S/D	39.8	32.9	S/D	0
1971	S/D	11.5	5.5	S/D	0
1972	S/D	20	14.5	S/D	
1973	S/D	19.2	37	S/D	0
1974	S/D	6	12	S/D	0.8
1975	S/D	8.8	18.3	S/D	4.5
1976	S/D	38	29	S/D	8
1977	S/D	5	21	S/D	1.6
1978	S/D	6.8	2.5	S/D	1.5
1979	S/D	10	50.6	S/D	2.9
1980	S/D	10	5	7.5	0
1981	S/D	10	28.5	14.8	0
1982	S/D	5.6	5.5	11.2	0
1983	S/D	8	17.5	7.1	0
1984	S/D	10.5	13	14	0
1985	S/D	0.4	13.3	6.1	0
1986	S/D	2	7.3	4.3	0
1987	S/D	1	5.1	11.6	0
1988	S/D	9.7	21.8	9.8	1.4
1989	4.1	27.6	9	25	1.6
1990	3.2	6.5	9.5	18.2	0
1991	3.7	3	7.5	25.7	0.3
1992	2.3	0.5	3.4	6.3	0
1993	2.4	2	7.4	23.3	0
1994	16	13.5	21.8	11.2	0.6
1995	3	3.8	13.2	9.3	0
1996	5.8	4.5	7.9	18.4	0
1997	0.5	4.9	11.6	15	0
1998	6.5	6	9.8	34.9	0
1999	6.5	14.7	17.5	22.1	0
2000	6	6.4	12.6	8.9	4.2

Año	Chosica	Santa Eulalia	Antioquia	Autisha	Ñaña
2001	5.2	8	10.3	15	0.9
2002	16.7	25.9	12.6	16.3	13.4
2003	2.8	4.1	5.6	25.5	0
2004	1.6	2.5	11.5	14.4	0
2005	1.2	1.5	1.2	11.7	0
2006	5.6	7.8	14.8	30.8	0
2007	7.7	4.1	7.2	27.8	0
2008	4	5.3	13.4	19.9	0
2009	8	11.2	16.5	15.3	0
2010	0.8	4.5	5.8	14.3	0
2011	5.7	5.0	3.3	14.4	0
2012	37	12.5	4.5	21.3	4.4
2013	2.3	8.5	25.1	18	3.2
2014	6.2	3.5	11.1	9	3.4
2015	18.3	17.2	9.2	17	2.4
2016	5.3	3.0	3.9	17.4	0
2017	19.5	22.9	9.6	9.9	4.2
2018	9.4	8.3	8.8	S/D	2.8
2019	6	S/D	S/D	S/D	2.4
2020	12	S/D	S/D	S/D	1.2
2021	5	S/D	S/D	S/D	1.2
Ppmax	37.0	39.8	50.6	34.9	13.4
Ppmedia	7.28	9.90	13.30	15.86	1.35
Ppmin	0.5	0.5	1	4.3	1.2

Nota. Adaptada de *Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos*, por ANA, s.f.

(<https://snirh.ana.gob.pe/SCCRH/Forms/S2/Cantidad/frmDescarga.aspx>).

Tabla 16*Registro de precipitación máxima de 24 horas*

REGISTRO DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE 24 HORAS (mm)														
Estación:	Santa Eulalia						Latitud:	-11.92				Dpto:	Lima	
Parámetro:	Precipitación Máxima 24 hr						Longitud:	-76.67				Prov:	Lima	
	(mm)						Altitud	982				Dist:	Lurigancho	
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Pmax 24	Log (P24hr)
1964	1.3	5.4	4.1	1.9	0	S/D	0	0	S/D	S/D	S/D	S/D	5.4	0.73
1965	S/D	S/D	S/D	0.2	0.3	0	0	0	0	1.1	0.6	1.2	1.2	0.08
1966	26	0.3	25	0.2	1.5	0	0	0	0	10.2	0	0	26.0	1.41
1967	10.5	29.8	26	0	0	0	0	0	0.2	0.2	S/D	0.2	29.8	1.47
1968	S/D	S/D	S/D	S/D	0.5	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	0.5	-0.30
1969	6	2.4	10	0	0	0	0	0	0	0.2	0.9	5	10.0	1.00
1970	39.8	5	10	0	0	0	0	0	10	1.5	1.5	0	39.8	1.60
1971	0	10	11.5	0	0	0	0	0	0	0	0	3.6	11.5	1.06
1972	6.8	10	20	0	0	0	0	0	0	0	0	3	20.0	1.30
1973	19.2	0	10.2	0	0	0	0	0	2	0.5	0	5	19.2	1.28
1974	3	3.5	6	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6.0	0.78
1975	1.8	8.8	8	0	0	0	0	0	0	0	2	3.5	8.8	0.94
1976	3	38	5.6	0.2	0	0	0	0	0	0	0	1.8	38.0	1.58
1977	5	3.8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.0	0.70
1978	5.0	0.0	6.8	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	6.8	0.83

1979	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	10.0	1.00
1980	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	10.0	1.00
1981	1.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0.8	10.0	1.00
1982	S/D	5.2	2.5	1.7	0.0	0	0	0	0	0	0	5.6	5.6	0.75
1983	0.0	S/D	8.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	8.0	0.90
1984	0.0	10.5	2.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	10.5	1.02
1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0.4	0.4	-0.40
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	2	0	0	0	2	2.0	0.30
1987	S/D	S/D	1.0	0.4	0.0	0	0	0	0	0	0	0	1.0	0.00
1988	9.7	4.5	2.5	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	4	9.7	0.99
1989	4.3	27.6	3.2	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	27.6	1.44
1990	3.0	0.0	6.5	0.0	0.0	0	0	0	0	0	1	3	6.5	0.81
1991	0.0	1.5	3.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	3.0	0.48
1992	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	-0.30
1993	0.5	0.3	2.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	2.0	0.30
1994	2.8	13.5	0.0	0.0	3.9	0	0	0	0.3	0	0	0.7	13.5	1.13
1995	3.8	0.0	2.5	0.5	0.4	0	0	0	0.2	0	1.3	0	3.8	0.58
1996	3	4.5	4	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.5	4.5	0.65
1997	2.2	2.6	0.4	0	0	0.2	0	0	0	0.6	0.6	4.9	4.9	0.69
1998	6	5.3	5	0	0	0	0	0	0	0	0.2	2.2	6.0	0.78
1999	3.7	14.7	1.9	0.3	0	0	0	0	0.2	0.1	0	0.8	14.7	1.17
2000	6.4	3.8	1.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	6.4	0.81
2001	8	7.6	3.7	1.3	0	0	0	0	0	0.1	1	0	8.0	0.90
2002	0.7	25.9	1.1	0.1	0.3	0	0	0	0.1	0.1	0.2	0.5	25.9	1.41
2003	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	0	0	0	0	0	4.1	4.1	0.61
2004	0	2.5	2.4	2.1	0	0	0	0	0.5	0	0	1.8	2.5	0.40
2005	1.2	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1	1.5	0.18
2006	6.3	7.8	4.6	0.6	0	0	0	0	0	0.2	0.5	2.7	7.8	0.89
2007	2.8	2.8	2.7	4.1	0	0	0	0	0	0	0.6	1	4.1	0.61
2008	3.9	3.5	5.3	0	0	0	0	0	0	0	0.7	0	5.3	0.72
2009	4.4	11.2	4.3	0.8	0	0	0	0	0	1.1	0.6	1.1	11.2	1.05
2010	4.5	0.7	1.8	0	0	0	0	0	0.4	0.6	0	1.7	4.5	0.65

2011	5	4.2	1.5	0.8	0	0	0	0	0	0	2.5	5	5.0	0.70
2012	0	12.5	3.1	5.5	0.5	0	0	0	0	1.4	0.5	1.5	12.5	1.10
2013	0	3.5	1	0	0.5	0	0	0	0	0	0	8.5	8.5	0.93
2014	3.5	2.2	1.4	0.6	0	0	0	0	0	0	0.7	1.2	3.5	0.54
2015	1.4	4.7	17.2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	17.2	1.24
2016	0.5	3	0.7	2.8	0	0	0	0	0	0	0	0.5	3.0	0.48
2017	22.9	1.6	15.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.9	1.36
2018	5.1	8.3	0	0.3	0	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	8.3	0.92

Nota. Adaptada de *Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos*, por Autoridad Nacional del Agua [ANA], s.f.

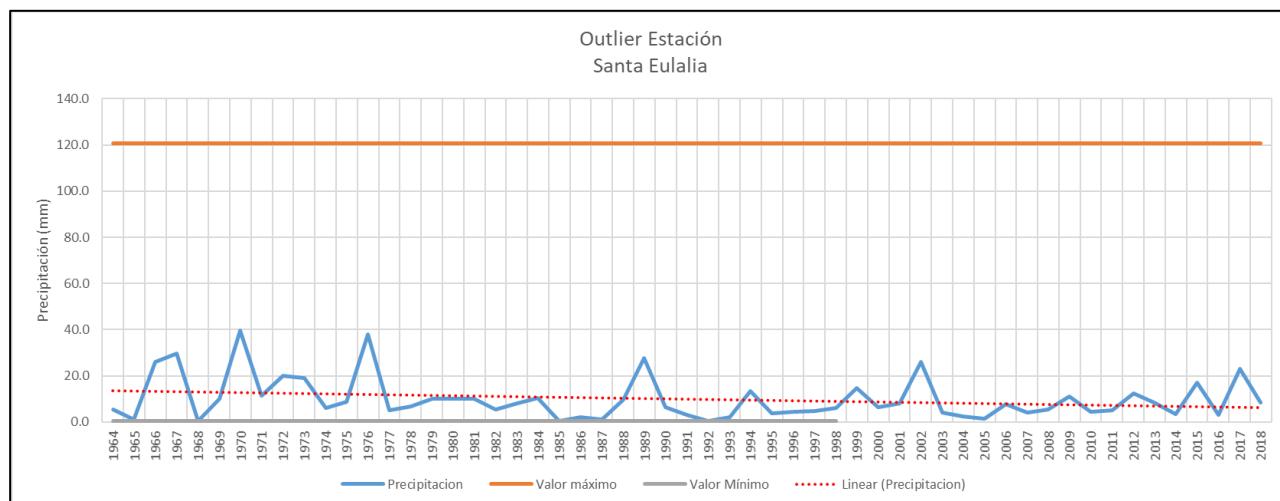
(<https://snirh.ana.gob.pe/SCCRH/Forms/S2/Cantidad/frmDescarga.aspx>).

Mediante la Prueba de datos dudosos (prueba Outlier) se pudo identificar si existe algún dato que esté sobreestimado en cada serie de datos de cada estación meteorológica.

Figura 6

Prueba de datos dudosos (Método Water Resource) para la estación Santa Eulalia

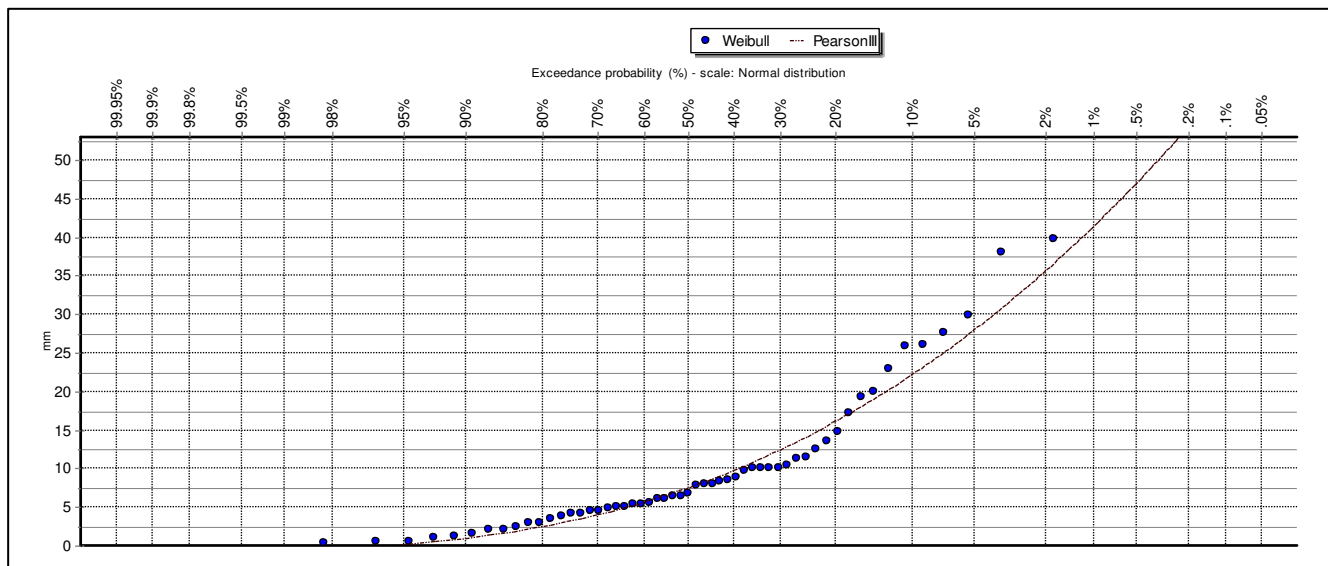
$n = 55.00$ $Kn = 2.804$ Kn : Valor recomendado, varía según el valor de n (significancia: 10%)		
Umbral de datos dudosos altos (x_H : unidad. Logaritmicas)		
$x_H = \bar{x} + k_n \cdot s$	$x_H =$	2.08
Precipitación máxima aceptada		
$PH = 10^{x_H}$	$PH =$	120.66 mm
NO EXISTEN DATOS DUDOSOS ALTO DE LA MUESTRA		
Umbral de datos dudosos bajos (x_L : unidad. Logaritmicas)		
$x_L = \bar{x} - k_n \cdot s$	$x_L =$	-0.47
Precipitación mínima aceptada		
$PL = 10^{x_L}$	$PL =$	0.34 mm
NO EXISTEN DATOS DUDOSOS MINIMO DE LA MUESTRA		

Figura 7*Gráfica Outlier Estación Santa Eulalia*

Al realizar las pruebas Smirnov-Kolgomorov y Chi-Cuadrado, así como también se hace uso del software Hidrognomon se determinó cuál es la distribución teórica que más se ajustaba a nuestro registro de datos. En el caso de la estación Santa Eulalia la distribución teórica Person II fue la que tenía un mejor ajuste.

Figura 8

Tendencia de la distribución Person II de la Estación Santa Eulalia



A la par de los análisis en Hidrognomon, se realizó los cálculos mediante fórmulas en Excel, para poder comparar los resultados con los que nos arrojaba el software Hidrognomon, verificando que efectivamente ambos coincidían.

Figura 9

Prueba de bondad de ajuste

PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE KOLMOGOROV - SMIRNOV														
m	P=X (m3/s)	P (X) =m/n+1	F(x _m) Normal	F _o (x _m)-F(x _n) Normal	F(x _m) LogNormal	F _o (x _m)-F(x _n) LogNormal	F(x _m) Pearson III	F _o (x _m)-F(x _n) Pearson III	F(x _m) LogPearson III	F _o (x _m)-F(x _n) LogPearson III	F(x _m) Gumbel	F _o (x _m)-F(x _n) Gumbel	F(x _m) LogGumbel III	F _o (x _m)-F(x _n) LogGumbel
1	0.40	0.0179	0.1504	0.133	0.0041	0.0137	0.0701	0.0522	0.000	0.0179	0.1205	0.10260	0.0000	0.0179
2	0.50	0.0357	0.1530	0.117	0.0076	0.0281	0.0760	0.0403	0.000	0.0357	0.1240	0.08833	0.0000	0.0357
3	0.50	0.0536	0.1530	0.099	0.0076	0.0460	0.0760	0.0224	0.000	0.0535	0.1240	0.07048	0.0000	0.0536
4	1.00	0.0714	0.1662	0.095	0.0385	0.0329	0.1067	0.0353	0.013	0.0589	0.1428	0.07137	0.0044	0.0670
5	1.20	0.0893	0.1717	0.082	0.0555	0.0338	0.1193	0.0301	0.027	0.0621	0.1507	0.06138	0.0131	0.0762
6	1.50	0.1071	0.1802	0.073	0.0836	0.0235	0.1386	0.0315	0.058	0.0494	0.1628	0.05570	0.0368	0.0703
7	2.00	0.1250	0.1948	0.070	0.1342	0.0092	0.1712	0.0462	0.121	0.0044	0.1841	0.05905	0.0981	0.0269
8	2.00	0.1429	0.1948	0.052	0.1342	0.0087	0.1712	0.0283	0.121	0.0222	0.1841	0.04120	0.0981	0.0448
9	2.50	0.1607	0.2102	0.049	0.1857	0.0249	0.2040	0.0433	0.187	0.0264	0.2063	0.04560	0.1708	0.0101
10	3.00	0.1786	0.2262	0.048	0.2357	0.0572	0.2367	0.0581	0.251	0.0721	0.2295	0.05093	0.2432	0.0646
11	3.00	0.1964	0.2262	0.030	0.2357	0.0393	0.2367	0.0403	0.251	0.0543	0.2295	0.03307	0.2432	0.0467
12	3.50	0.2143	0.2429	0.029	0.2833	0.0690	0.2690	0.0547	0.309	0.0948	0.2535	0.03917	0.3101	0.0958
13	3.80	0.2321	0.2533	0.021	0.3104	0.0783	0.2882	0.0560	0.341	0.1092	0.2681	0.03600	0.3469	0.1147
14	4.10	0.2500	0.2638	0.014	0.3365	0.0865	0.3071	0.0571	0.372	0.1216	0.2830	0.03303	0.3810	0.1310
15	4.10	0.2679	0.2638	0.004	0.3365	0.0686	0.3071	0.0392	0.372	0.1038	0.2830	0.01517	0.3810	0.1132
16	4.50	0.2857	0.2783	0.007	0.3695	0.0837	0.3319	0.0462	0.409	0.1232	0.3031	0.01741	0.4227	0.1370
17	4.50	0.3036	0.2783	0.025	0.3695	0.0659	0.3319	0.0284	0.409	0.1053	0.3031	0.00044	0.4227	0.1192
18	4.90	0.3214	0.2931	0.028	0.4005	0.0791	0.3563	0.0348	0.443	0.1216	0.3234	0.00201	0.4603	0.1389
19	5.00	0.3393	0.2968	0.042	0.4080	0.0687	0.3623	0.0230	0.451	0.1118	0.3285	0.01074	0.4691	0.1298
20	5.00	0.3571	0.2968	0.060	0.4080	0.0508	0.3623	0.0051	0.451	0.0939	0.3285	0.02860	0.4691	0.1120
21	5.30	0.3750	0.3082	0.067	0.4297	0.0547	0.3801	0.0051	0.474	0.0992	0.3439	0.03109	0.4942	0.1192
22	5.40	0.3929	0.3121	0.081	0.4367	0.0438	0.3859	0.0069	0.482	0.0887	0.3490	0.04382	0.5022	0.1093
23	5.60	0.4107	0.3198	0.091	0.4504	0.0397	0.3976	0.0132	0.496	0.0851	0.3593	0.05141	0.5174	0.1067
24	6.00	0.4286	0.3356	0.093	0.4765	0.0480	0.4203	0.0082	0.523	0.0940	0.3799	0.04871	0.5458	0.1172
25	6.00	0.4464	0.3356	0.111	0.4765	0.0301	0.4203	0.0261	0.523	0.0761	0.3799	0.06657	0.5458	0.0993
26	6.40	0.4643	0.3516	0.113	0.5011	0.0368	0.4425	0.0218	0.547	0.0828	0.4004	0.06391	0.5715	0.1072
27	6.50	0.4821	0.3556	0.127	0.5070	0.0248	0.4480	0.0342	0.553	0.0708	0.4055	0.07665	0.5775	0.0954
28	6.80	0.5000	0.3679	0.132	0.5241	0.0241	0.4641	0.0359	0.570	0.0697	0.4208	0.07920	0.5948	0.0948
29	7.80	0.5179	0.4096	0.108	0.5759	0.0580	0.5152	0.0026	0.619	0.1009	0.4711	0.04678	0.6445	0.1266
30	8.00	0.5357	0.4181	0.118	0.5853	0.0496	0.5250	0.0107	0.628	0.0918	0.4809	0.05477	0.6532	0.1175
31	8.00	0.5536	0.4181	0.135	0.5853	0.0318	0.5250	0.0286	0.628	0.0740	0.4809	0.07263	0.6532	0.0996
32	8.30	0.5714	0.4309	0.141	0.5990	0.0275	0.5393	0.0321	0.640	0.0686	0.4956	0.07581	0.6656	0.0941
33	8.50	0.5893	0.4395	0.150	0.6077	0.0184	0.5487	0.0406	0.648	0.0587	0.5053	0.08399	0.6734	0.0841
34	8.80	0.6071	0.4524	0.155	0.6204	0.0132	0.5624	0.0447	0.659	0.0523	0.5197	0.08749	0.6845	0.0774
35	9.70	0.6250	0.4914	0.134	0.6552	0.0302	0.6016	0.0234	0.690	0.0653	0.5614	0.06357	0.7143	0.0893
36	10.00	0.6429	0.5044	0.138	0.6658	0.0230	0.6140	0.0289	0.700	0.0567	0.5749	0.06796	0.7232	0.0803
37	10.00	0.6607	0.5044	0.156	0.6658	0.0051	0.6140	0.0468	0.700	0.0389	0.5749	0.08582	0.7232	0.0624
38	10.00	0.6786	0.5044	0.174	0.6658	0.0128	0.6140	0.0646	0.700	0.0210	0.5749	0.10368	0.7232	0.0446
39	10.00	0.6964	0.5044	0.192	0.6658	0.0306	0.6140	0.0825	0.700	0.0031	0.5749	0.12153	0.7232	0.0267
40	10.50	0.7143	0.5261	0.188	0.6826	0.0317	0.6339	0.0804	0.714	0.0002	0.5968	0.11751	0.7369	0.0226
41	11.20	0.7321	0.5564	0.176	0.7042	0.0279	0.6602	0.0719	0.733	0.0004	0.6262	0.10597	0.7541	0.0220
42	11.50	0.7500	0.5693	0.181	0.7128	0.0372	0.6710	0.0790	0.740	0.0102	0.6383	0.11168	0.7609	0.0109
43	12.50	0.7679	0.6116	0.156	0.7393	0.0285	0.7047	0.0631	0.762	0.0058	0.6768	0.09106	0.7814	0.0135
44	13.50	0.7857	0.6526	0.133	0.7626	0.0231	0.7353	0.0504	0.781	0.0045	0.7121	0.07358	0.7989	0.0132
45	14.70	0.8036	0.6995	0.104	0.7870	0.0166	0.7682	0.0354	0.801	0.0024	0.7504	0.05313	0.8168	0.0133
46	17.20	0.8214	0.7868	0.035	0.8279	0.0064	0.8249	0.0035	0.834	0.0129	0.8167	0.00471	0.8462	0.0248
47	19.20	0.8393	0.8445	0.005	0.8533	0.0140	0.8606	0.0213	0.855	0.0156	0.8580	0.01875	0.8642	0.0249
48	20.00	0.8571	0.8644	0.007	0.8621	0.0049	0.8729	0.0157	0.862	0.0048	0.8720	0.01490	0.8704	0.0132
49	22.90	0.8750	0.9216	0.047	0.8885	0.0135	0.9092	0.0342	0.883	0.0084	0.9127	0.03773	0.8890	0.0140
50	25.90	0.8929	0.9593	0.066	0.9093	0.0164	0.9361	0.0433	0.900	0.0076	0.9417	0.04886	0.9038	0.0109
51	26.00	0.9107	0.9603	0.050	0.9099	0.0009	0.9369	0.0262	0.901	0.0097	0.9425	0.03179	0.9042	0.0065
52	27.60	0.9286	0.9731	0.045	0.9188	0.0098	0.9478	0.0192	0.908	0.0201	0.9537	0.02518	0.9106	0.0179
53	29.80	0.9464	0.9849	0.038	0.9292	0.0172	0.9598	0.0134	0.917	0.0291	0.9658	0.01935	0.9183	0.0281
54	38.00	0.9643	0.9989	0.035	0.9556	0.0087	0.9851	0.0208	0.941	0.0236	0.9890	0.02470	0.9387	0.0256
55	39.80	0.9821	0.9994	0.017	0.9596	0.0225	0.9880	0.0059	0.944	0.0377	0.9914	0.00928	0.9419	0.0402
n	55		Dmáx	0.19200		0.0865		0.08246		0.12321		0.1215		0.13890
a	0.05		Dcrítico > Dmax	No se ajusta		Si se ajusta		Si se ajusta		Si se ajusta		Si se ajusta		Si se ajusta
Δ crítico	0.183		Mejor Ajuste	5		2		1		3		3		4

Figura 10*Pueba de Smirnov - Kolgomorov*

PRUEBA SMIRNOV-KOLGOMOROV					
Kolmogorov-Smirnov test for: All data	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a	DMax
GEV-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.94%	0.04891
Exponential	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	98.84%	0.06025
Exponential (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	97.36%	0.06517
GEV-Min (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	95.70%	0.0688
Gamma	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	95.31%	0.06951
EV3-Min (Weibull)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	93.97%	0.07174
Pareto	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	93.58%	0.07233
EV3-Min (Weibull, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	93.14%	0.07297
GEV-Min	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	87.99%	0.07928
GEV-Max (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	87.56%	0.07973
GEV-Max (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	87.45%	0.07985
Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	84.86%	0.08246
Pareto (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	75.18%	0.09106
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	74.14%	0.09192
Galton	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	67.59%	0.09723
GEV-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	61.84%	0.10183
EV1-Max (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	39.40%	0.12123
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	39.11%	0.12152
Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	37.41%	0.12321
EV2-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	25.57%	0.13667
Normal (L-Moments)	ACCEPT	REJECT	REJECT	3.54%	0.19152
Normal	ACCEPT	REJECT	REJECT	3.47%	0.192
GEV-Min (kappa specified, L-Moments)	REJECT	REJECT	REJECT	0.79%	0.22419
GEV-Min (kappa specified)	REJECT	REJECT	REJECT	0.78%	0.22466
EV2-Max	REJECT	REJECT	REJECT	0.20%	0.25048
EV1-Min (Gumbel, L-Moments)	REJECT	REJECT	REJECT	0.11%	0.26194
EV1-Min (Gumbel)	REJECT	REJECT	REJECT	0.10%	0.26223

Figura 11*Prueba de Chi - Cuadrado*

PRUEBA CHI-CUADRADO					
Número de Clases				6.0	
X-Square test for All data ▼	a=1% ▼	a=5% ▼	a=10% ▼	Attained ▼	Pearson Param. ▼
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	56.12%	2.05455
GEV-Max (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	43.87%	2.70909
GEV-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	35.80%	2.05455
GEV-Max (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	25.95%	4.01818
Exponential (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	23.70%	4.23636
Gamma	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	23.70%	4.23636
EV3-Min (Weibull)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	23.70%	4.23636
EV3-Min (Weibull, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	23.70%	4.23636
Exponential	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	16.40%	5.10909
EV1-Max (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	16.40%	5.10909
EV2-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	12.37%	5.76364
Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	12.03%	4.23636
Pareto	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	12.03%	4.23636
GEV-Max	ACCEPT	ACCEPT	REJECT	9.67%	4.67273
GEV-Min (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	REJECT	7.77%	5.10909
Pareto (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	REJECT	7.77%	5.10909
Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	REJECT	6.97%	5.32727
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	REJECT	5.73%	7.50909
GEV-Min	ACCEPT	REJECT	REJECT	4.50%	6.2
Galton	ACCEPT	REJECT	REJECT	3.25%	6.85455
Normal (L-Moments)	REJECT	REJECT	REJECT	0.11%	16.0182
Normal	REJECT	REJECT	REJECT	0.02%	19.9455
EV1-Min (Gumbel, L-Moments)	REJECT	REJECT	REJECT	0.00%	24.3091
EV2-Max	REJECT	REJECT	REJECT	0.00%	28.2364
GEV-Min (kappa specified, L-Moments)	REJECT	REJECT	REJECT	0.00%	28.4545
EV1-Min (Gumbel)	REJECT	REJECT	REJECT	0.00%	30.8545
GEV-Min (kappa specified)	REJECT	REJECT	REJECT	0.00%	33.9091

Utilizando el programa Hidrognomon, determinamos la distribución teórica que se adecúa mejor a la serie de datos de precipitación en varios tiempos de retorno y, por último, aplicamos el factor de corrección 1,13 que recomienda la Organización Meteorológica Mundial.

Figura 12

Precipitaciones Diarias Máximas probables para distintas frecuencias de la Estación Santa Eulalia.

Precipitaciones Diarias Máximas Probables para distintas frecuencias			
Factor de ajuste	1.13	Número de observaciones por día =	1
Periodo de Retorno T (años)	Hydrognomon Pmax (mm)	Pmax Corregido (mm)	Probabilidad de no excedencia P
10	22.074	24.944	0.900000
20	27.964	31.600	0.950000
50	35.596	40.223	0.980000
100	41.288	46.655	0.990000
200	46.931	53.031	0.995000

Después de estimar los datos de precipitación durante varios tiempos de retorno, para cada estación se procedió a interpolar los resultados de las 5 estaciones por el método de isoyetas para de ese modo obtener la precipitación media para los periodos de recurrencia de 10, 20, 50, 100 y 200 años.

Tabla 17*Precipitaciones medias para distintos tiempos de retorno*

Tr (Años)	PP (mm)					PP Media
	Autisha	Antioquia	Santa Eulalia	Chosica	Ñaña	
10	28.80	30.16	24.94	16.91	6.51	13.24
20	32.75	38.45	31.60	22.87	8.72	17.25
50	37.53	50.53	40.22	32.13	12.12	21.22
100	40.92	60.63	46.66	40.31	15.09	28.37
200	44.16	71.64	53.03	49.61	18.44	33.34

Se determinaron las precipitaciones máximas de duración usando el Modelo de Dick Peschke para cada precipitación en los diferentes tiempos de retorno.

Figura 13*Modelo de Dick Peschke*

Duración (Minutos)	Precipitación en 24 horas (mm)				
	13.24	17.25	21.22	28.37	33.34
	Periodo de Retorno (Años)				
	10	20	50	100	200
	Precipitación (mm)				
5	3.21	4.19	5.15	6.89	8.09
10	3.82	4.98	6.12	8.19	9.62
15	4.23	5.51	6.78	9.06	10.65
20	4.55	5.92	7.28	9.74	11.44
25	4.81	6.26	7.70	10.30	12.10
30	5.03	6.55	8.06	10.78	12.66
35	5.23	6.81	8.38	11.20	13.16
40	5.41	7.04	8.66	11.58	13.61
45	5.57	7.25	8.92	11.93	14.02
50	5.72	7.45	9.16	12.25	14.39
55	5.85	7.63	9.38	12.54	14.74
60	5.98	7.79	9.59	12.82	15.06
120	7.11	9.27	11.40	15.24	17.91
180	7.87	10.26	12.61	16.87	19.82
240	8.46	11.02	13.56	18.13	21.30
300	8.95	11.65	14.33	19.17	22.52
360	9.36	12.20	15.00	20.06	23.57
420	9.73	12.68	15.59	20.85	24.50
480	10.06	13.11	16.12	21.56	25.33
540	10.36	13.50	16.60	22.20	26.09
600	10.64	13.86	17.05	22.79	26.78
660	10.90	14.19	17.46	23.34	27.43
720	11.13	14.50	17.84	23.86	28.03
780	11.36	14.80	18.20	24.34	28.60
840	11.57	15.07	18.54	24.79	29.13
900	11.77	15.34	18.86	25.22	29.64
960	11.97	15.59	19.17	25.63	30.12
1020	12.15	15.82	19.46	26.03	30.58
1080	12.32	16.05	19.74	26.40	31.02
1140	12.49	16.27	20.01	26.76	31.44
1200	12.65	16.48	20.27	27.11	31.85
1260	12.81	16.68	20.52	27.44	32.24
1320	12.96	16.88	20.76	27.76	32.62
1380	13.10	17.07	20.99	28.07	32.98
1440	13.24	17.25	21.22	28.37	33.34

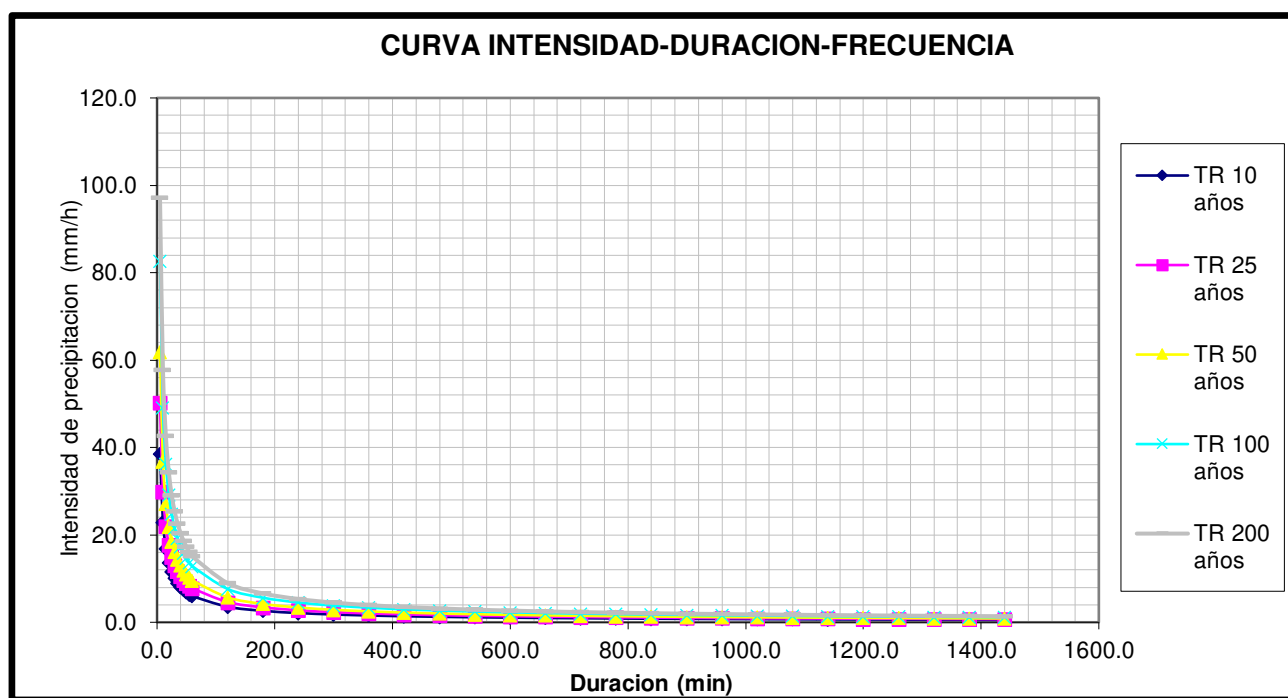
Figura 14*Intensidad de precipitación*

Intensidad de Precipitación						
Duracion (Horas)	Duracion (min)	Periodo de Retorno (Años)				
		10.00	20.00	50.00	100.00	200.00
		Intensidad (mm/hr)				
0.083	5	38.57	50.24	61.80	82.64	97.10
0.167	10	22.94	29.88	36.75	49.14	57.74
0.250	15	16.92	22.04	27.11	36.25	42.60
0.333	20	13.64	17.76	21.85	29.22	34.33
0.417	25	11.54	15.03	18.48	24.71	29.04
0.500	30	10.06	13.11	16.12	21.56	25.33
0.583	35	8.96	11.68	14.36	19.20	22.56
0.667	40	8.11	10.56	12.99	17.37	20.41
0.750	45	7.42	9.67	11.89	15.90	18.69
0.833	50	6.86	8.93	10.99	14.70	17.27
0.917	55	6.39	8.32	10.23	13.68	16.08
1.000	60	5.98	7.79	9.59	12.82	15.06
2.000	120	3.56	4.63	5.70	7.62	8.96
3.000	180	2.62	3.42	4.20	5.62	6.61
4.000	240	2.12	2.76	3.39	4.53	5.32
5.000	300	1.79	2.33	2.87	3.83	4.50
6.000	360	1.56	2.03	2.50	3.34	3.93
7.000	420	1.39	1.81	2.23	2.98	3.50
8.000	480	1.26	1.64	2.02	2.69	3.17
9.000	540	1.15	1.50	1.84	2.47	2.90
10.000	600	1.06	1.39	1.70	2.28	2.68
11.000	660	0.99	1.29	1.59	2.12	2.49
12.000	720	0.93	1.21	1.49	1.99	2.34
13.000	780	0.87	1.14	1.40	1.87	2.20
14.000	840	0.83	1.08	1.32	1.77	2.08
15.000	900	0.78	1.02	1.26	1.68	1.98
16.000	960	0.75	0.97	1.20	1.60	1.88
17.000	1020	0.71	0.93	1.14	1.53	1.80
18.000	1080	0.68	0.89	1.10	1.47	1.72
19.000	1140	0.66	0.86	1.05	1.41	1.65
20.000	1200	0.63	0.82	1.01	1.36	1.59
21.000	1260	0.61	0.79	0.98	1.31	1.54
22.000	1320	0.59	0.77	0.94	1.26	1.48
23.000	1380	0.57	0.74	0.91	1.22	1.43
24.000	1440	0.55	0.72	0.88	1.18	1.39

Se generó curvas Intensidad-Duración y Frecuencia en base a la intensidad en varios tiempos de retorno (10, 20, 50, 100 y 200 años).

Figura 15

Curva I-D-F



El histograma pluviométrico se elaboró mediante el método de bloques alternos tras calcular las intensidades y realizar un análisis de regresión múltiple de cada periodo de retorno.

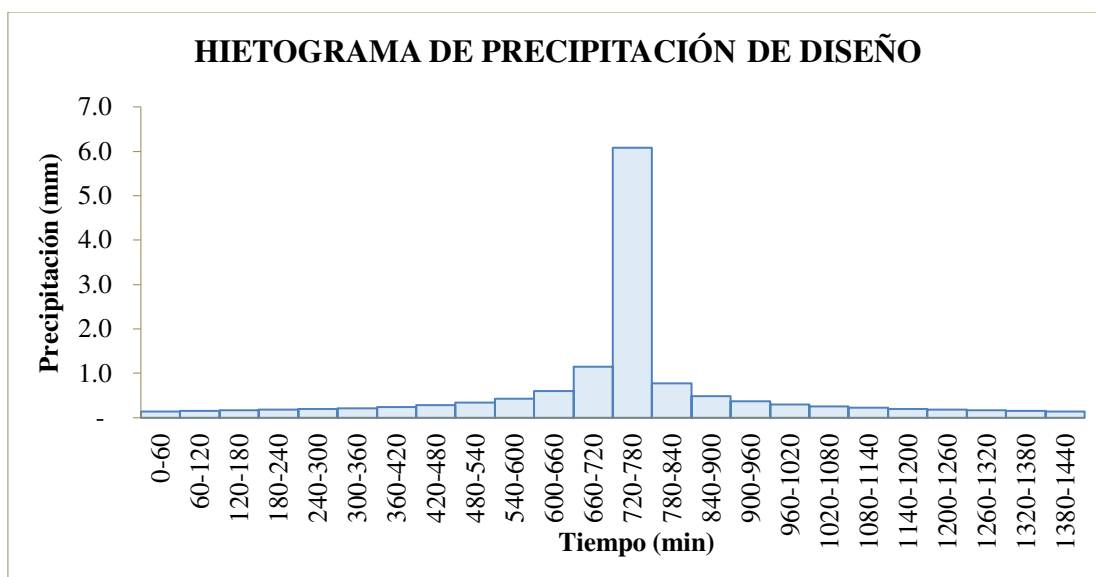
Figura 16

Hidrograma por el método del bloque alterno para un TR = 10 años

METODO DEL BLOQUE ALTERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDA ACUMULADA	PROFUNDIDA D	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
60	6.082	6.082	6.082	0-60	0.142
120	3.617	7.233	1.151	60-120	0.152
180	2.668	8.005	0.772	120-180	0.164
240	2.150	8.602	0.597	180-240	0.178
300	1.819	9.095	0.493	240-300	0.195
360	1.587	9.519	0.424	300-360	0.216
420	1.413	9.893	0.374	360-420	0.244
480	1.279	10.229	0.336	420-480	0.281
540	1.171	10.535	0.306	480-540	0.336
600	1.082	10.816	0.281	540-600	0.424
660	1.007	11.077	0.261	600-660	0.597
720	0.943	11.321	0.244	660-720	1.151
780	0.888	11.549	0.229	720-780	6.082
840	0.840	11.765	0.216	780-840	0.772
900	0.798	11.970	0.205	840-900	0.493
960	0.760	12.165	0.195	900-960	0.374
1020	0.726	12.350	0.186	960-1020	0.306
1080	0.696	12.528	0.178	1020-1080	0.261
1140	0.668	12.699	0.170	1080-1140	0.229
1200	0.643	12.863	0.164	1140-1200	0.205
1260	0.620	13.020	0.158	1200-1260	0.186
1320	0.599	13.173	0.152	1260-1320	0.170
1380	0.579	13.320	0.147	1320-1380	0.158
1440	0.561	13.462	0.142	1380-1440	0.147

Figura 17

Hietograma de precipitación de diseño para un Tr de 10 años.

**Tabla 18**

Hietogramas por tiempo de retorno - Modelo Dyck - Peschke

Hietogramas - Modelo Dyck -Peschke					
Duración	Tr = 10 años	Tr = 20 años	Tr = 50 años	Tr = 100 años	Tr = 200 años
60	0.142	0.176	0.234	0.289	0.358
120	0.152	0.189	0.250	0.309	0.383
180	0.164	0.203	0.269	0.333	0.412
240	0.178	0.220	0.292	0.361	0.447
300	0.195	0.241	0.319	0.395	0.489
360	0.216	0.267	0.354	0.439	0.543
420	0.244	0.301	0.400	0.495	0.612
480	0.281	0.348	0.461	0.571	0.707
540	0.336	0.416	0.551	0.682	0.844
600	0.424	0.525	0.696	0.861	1.066

Hietogramas - Modelo Dyck -Peschke					
Duración	Tr = 10 años	Tr = 20 años	Tr = 50 años	Tr = 100 años	Tr = 200 años
660	0.597	0.739	0.979	1.212	1.500
720	1.151	1.424	1.888	2.337	2.892
780	6.082	7.528	9.979	12.351	15.286
840	0.772	0.955	1.266	1.567	1.939
900	0.493	0.611	0.810	1.002	1.240
960	0.374	0.463	0.614	0.759	0.940
1020	0.306	0.378	0.502	0.621	0.768
1080	0.261	0.323	0.428	0.530	0.655
1140	0.229	0.283	0.375	0.465	0.575
1200	0.205	0.253	0.336	0.416	0.514
1260	0.186	0.230	0.305	0.377	0.467
1320	0.170	0.211	0.280	0.346	0.428
1380	0.158	0.195	0.259	0.321	0.397
1440	0.147	0.182	0.242	0.299	0.370

4.4 Curva Número

Se determinó que el CN de la zona de investigación es 88 a través del uso del Modelo Conceptual de la Autoridad Nacional del Agua. Para ello se utilizó el mapa de pendiente, el mapa de suelo y el mapa de vegetación. Además, para el estudio se eligió un CN para una cuenca húmeda, que se basa en situaciones cuando las precipitaciones son intensas.

Figura 18*Curva Número de la microcuenca Quirio*

CURVA NUMERO		
PARÁMETROS	Unidad	
Área de la cuenca	km2	0.8916
		3.7124
		5.5615
<i>Descripción del uso de la tierra</i>	-	<i>Area urbana</i>
		<i>Cardonal</i>
		<i>Desierto costero</i>
<i>Tipo Suelo - Grupo Hidro.</i>	-	<i>B</i>
<i>CN - II</i>	-	85.000
	-	66.000
	-	81.000
	-	75.873
<i>CN - III</i>	-	88.000
<i>CN - I</i>	-	57.000

4.5 Modelamiento Hidrológico

Todos los datos pertinentes para la cuenca considerada se cargaron en el programa HEC-HMS para la modelización hidrológica, obteniéndose los caudales de diseño para los periodos de retorno de 10, 20, 50, 100 y 200 años.

Figura 19

HEC-HMS

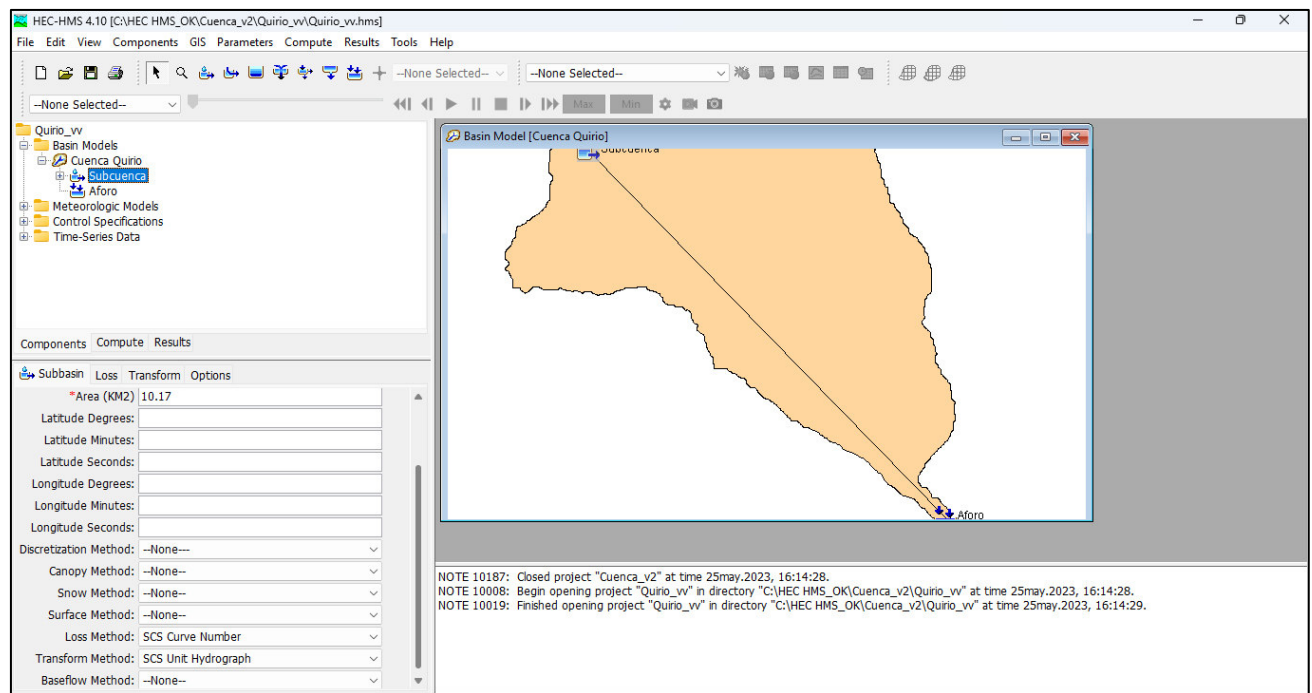


Figura 20

Ingresando valores.

Components Compute Results

Subbasin Loss Transform Options

Basin Name: Cuenca Quirio
Element Name: Subcuenca

Initial Abstraction (MM)

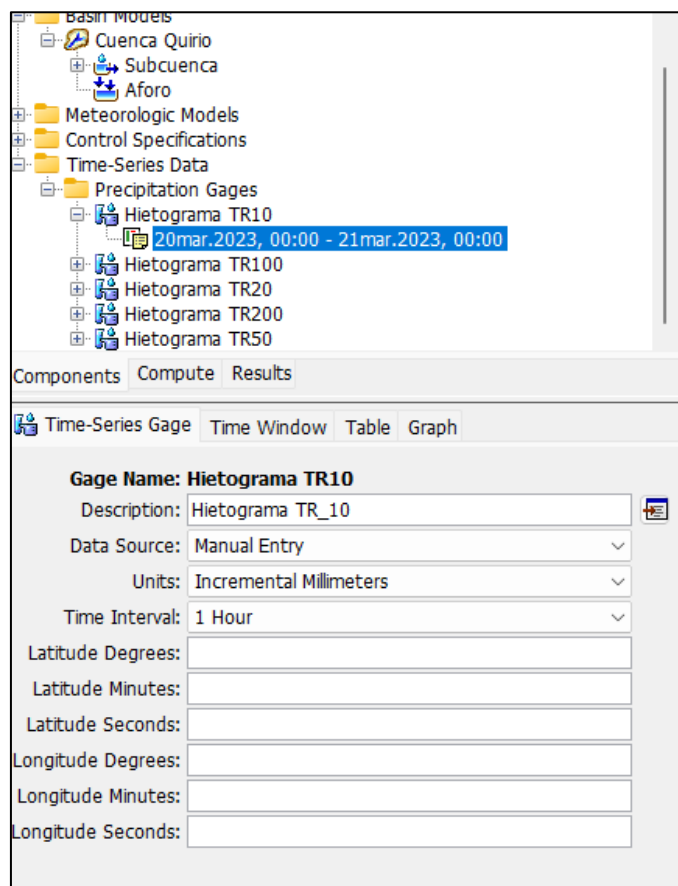
*Curve Number:

*Impervious (%)

Basin Name: Cuenca Quirio
Element Name: Subcuenca

Graph Type:

*Lag Time (MIN)

Figura 21*Times series data*

En las especificaciones de control se establece las fechas de inicio y de fin del modelo hidrológico, donde se consideró el 20/03/2023 como fecha de inicio y al 21/03/2023 como fecha de fin.

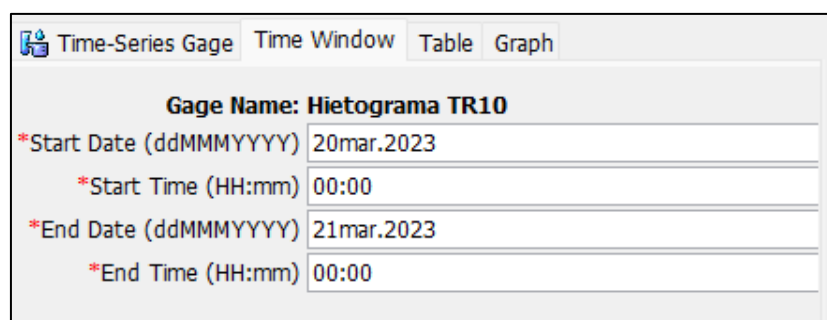
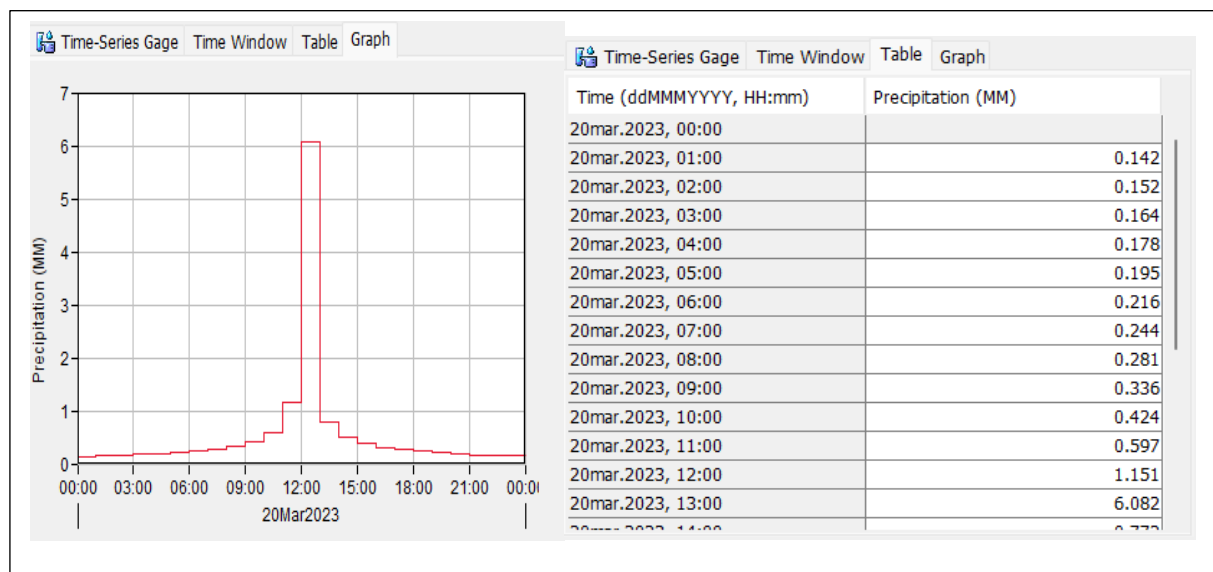
Figura 22*Ingresando las fechas de inicio y fin*

Figura 23*Valores de distribución de las precipitaciones***Figura 24***Control de especificaciones*

Quirio_vv

- Basin Models
 - Cuenca Quirio
 - Subcuenca
 - Aforo
- Meteorologic Models
 - Control Specifications
 - Control 10**
- Time-Series Data

Components Compute Results

Control Specifications

Name: Control 10

Description:

*Start Date (ddMMYYYY) 20mar.2023

*Start Time (HH:mm) 00:00

*End Date (ddMMYYYY) 21mar.2023

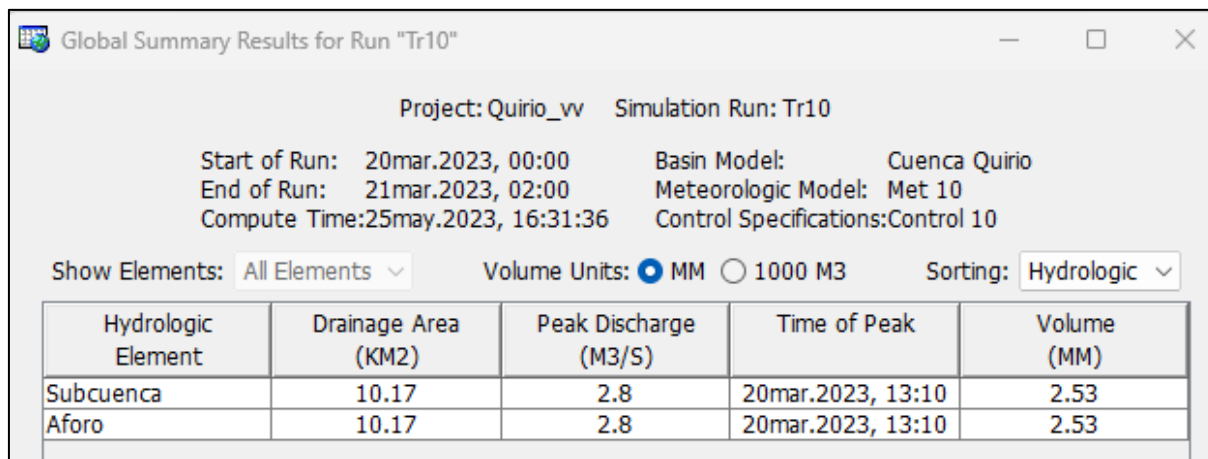
*End Time (HH:mm) 02:00

Time Interval: 5 Minutes

Después de haber ingresado todos los datos se procedió a realizar las simulaciones del modelo hidrológico, obteniendo los caudales, para cada tiempo de retorno.

Figura 25

Caudal calculado en HEC-HMS para $Tr=10$ años



Global Summary Results for Run "Tr10"

Project: Quirio_vv Simulation Run: Tr10

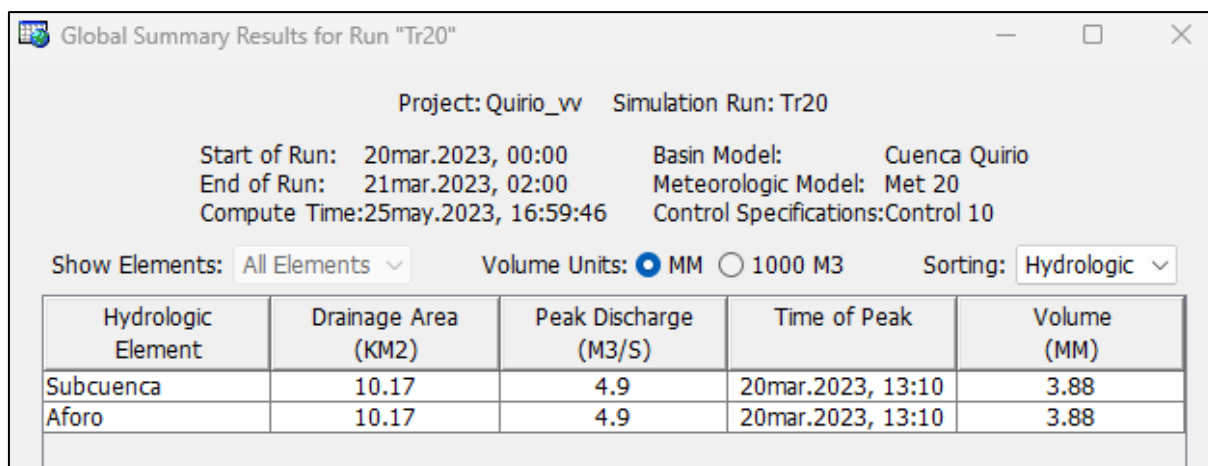
Start of Run: 20mar.2023, 00:00 Basin Model: Cuenca Quirio
 End of Run: 21mar.2023, 02:00 Meteorologic Model: Met 10
 Compute Time: 25may.2023, 16:31:36 Control Specifications: Control 10

Show Elements: All Elements Volume Units: ☒ MM ☐ 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subcuenca	10.17	2.8	20mar.2023, 13:10	2.53
Aforo	10.17	2.8	20mar.2023, 13:10	2.53

Figura 26

Caudal calculado en HEC-HMS para $Tr=20$ años



Global Summary Results for Run "Tr20"

Project: Quirio_vv Simulation Run: Tr20

Start of Run: 20mar.2023, 00:00 Basin Model: Cuenca Quirio
 End of Run: 21mar.2023, 02:00 Meteorologic Model: Met 20
 Compute Time: 25may.2023, 16:59:46 Control Specifications: Control 10

Show Elements: All Elements Volume Units: ☒ MM ☐ 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subcuenca	10.17	4.9	20mar.2023, 13:10	3.88
Aforo	10.17	4.9	20mar.2023, 13:10	3.88

Figura 27

Caudal calculado en HEC-HMS para $Tr=50$ años

Global Summary Results for Run "Tr50"

Project: Quirio_vv Simulation Run: Tr50

Start of Run: 20mar.2023, 00:00 Basin Model: Cuenca Quirio
 End of Run: 21mar.2023, 02:00 Meteorologic Model: Met 50
 Compute Time: 25may.2023, 17:00:29 Control Specifications: Control 10

Show Elements: All Elements Volume Units: ☒ MM ☐ 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subcuenca	10.17	9.2	20mar.2023, 13:10	6.71
Aforo	10.17	9.2	20mar.2023, 13:10	6.71

Figura 28

Caudal calculado en HEC-HMS para $Tr=100$ años

Global Summary Results for Run "Tr100"

Project: Quirio_vv Simulation Run: Tr100

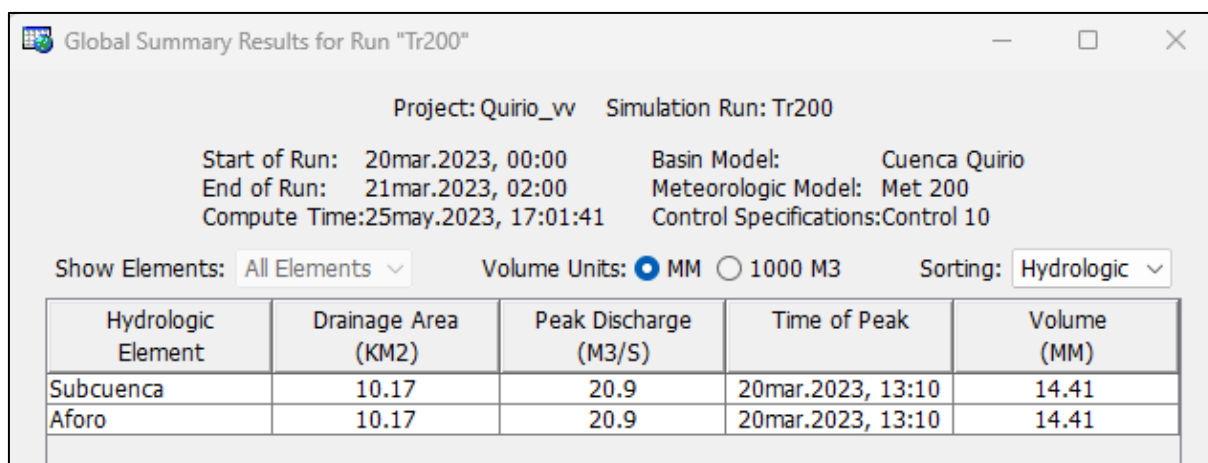
Start of Run: 20mar.2023, 00:00 Basin Model: Cuenca Quirio
 End of Run: 21mar.2023, 02:00 Meteorologic Model: Met 100
 Compute Time: 25may.2023, 17:01:07 Control Specifications: Control 10

Show Elements: All Elements Volume Units: ☒ MM ☐ 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subcuenca	10.17	14.2	20mar.2023, 13:10	9.94
Aforo	10.17	14.2	20mar.2023, 13:10	9.94

Figura 29

Caudal calculado en HEC-HMS para $Tr=200$ años



The screenshot shows the 'Global Summary Results for Run "Tr200"' window. It displays project information: Project: Quirio_vv, Simulation Run: Tr200. Run details include Start of Run: 20mar.2023, 00:00; End of Run: 21mar.2023, 02:00; Compute Time: 25may.2023, 17:01:41. Model settings are Basin Model: Cuenca Quirio, Meteorologic Model: Met 200, and Control Specifications: Control 10. The interface includes filters for 'Show Elements' (All Elements), 'Volume Units' (MM selected, 1000 M3 unselected), and 'Sorting' (Hydrologic). A table below summarizes the results for two elements: Subcuenca and Aforo.

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subcuenca	10.17	20.9	20mar.2023, 13:10	14.41
Aforo	10.17	20.9	20mar.2023, 13:10	14.41

Tabla 19

Resumen de caudales por tiempo de retorno

Tiempo de retorno (años)	Caudal (m3/s)
10	2.8
20	4.9
50	9.2
100	14.2
200	20.9

4.6 Modelamiento hidráulico

Para el modelamiento hidráulico se hizo uso del software HEC-RAS 6.1, sin embargo, previamente se digitalizaron los diferentes tipos de superficie que existen en nuestra área de trabajo, tales como vegetación, urbano, suelo desnudo, rio, quebrada, asfalto y se les asigna su coeficiente de Manning, según la clasificación de Ven Te Chow.

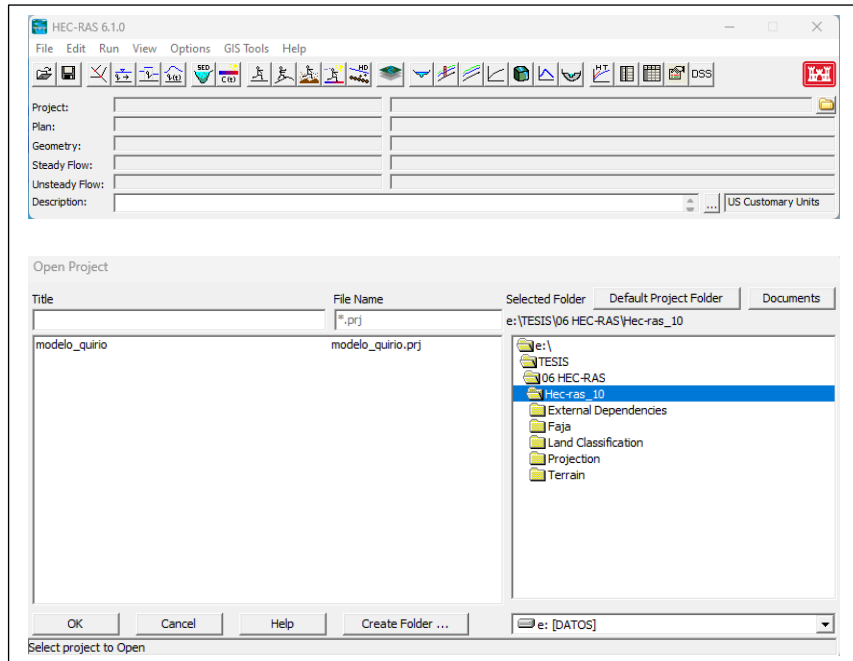
Figura 30*Áreas digitalizadas***Figura 31***Tabla de atributos con valores manning asignados*

Maning_2						
	FID	Shape *	OBJECTID	n	manning	Field
▶	0	Polygon	1	Urbano	0.018	3
	1	Polygon	2	Urbano	0.018	3
	2	Polygon	3	Vegetacion	0.1	4
	3	Polygon	4	Rio	0.045	6
	4	Polygon	5	Suelo desnudo	0.023	2
	5	Polygon	6	Urbano	0.018	3
	6	Polygon	7	Asfalto	0.02	5
	7	Polygon	8	Suelo desnudo	0.023	2
	8	Polygon	9	Urbano	0.018	3
	9	Polygon	10	Asfalto	0.02	5
	10	Polygon	11	Vegetacion	0.04	4
	11	Polygon	12	Urbano	0.018	3
	12	Polygon	13	Vegetacion	0.1	4
	13	Polygon	14	Vegetacion	0.04	4
	14	Polygon	15	Asfalto	0.02	5
	15	Polygon	16	Urbano	0.018	3
	16	Polygon	17	Urbano	0.018	3
	17	Polygon	18	Urbano	0.018	3
	18	Polygon	19	Urbano	0.018	3
	19	Polygon	20	Urbano	0.018	3
	20	Polygon	21	Urbano	0.018	3
	21	Polygon	22	Asfalto	0.02	5
	22	Polygon	23	Suelo desnudo	0.023	2

Posteriormente abrimos el HEC-RAS y seleccionamos la carpeta donde se generará el modelamiento y se asignó un nombre “modelo_quirio” como nombre del proyecto.

Figura 32

HEC -RAS



Abrimos RAS-Mapper y cargamos el modelo digital de elevación.

Figura 33

Cargamos el modelo de elevación digital

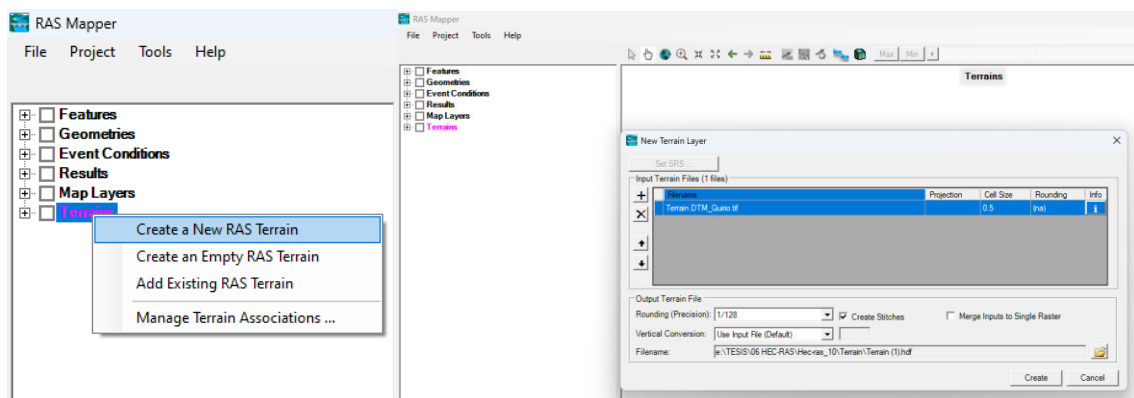
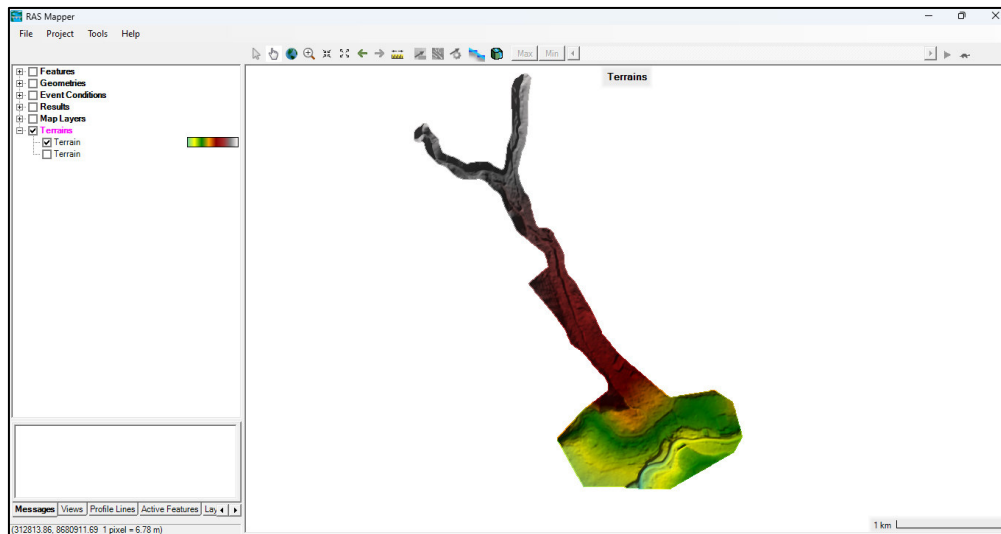


Figura 34*Modelo de elevación digital*

Digitalizamos el perímetro y se asignan los puntos computacionales 5x5, hacemos un refinado de malla de 2x2 y se da las condiciones al entorno del proyecto.

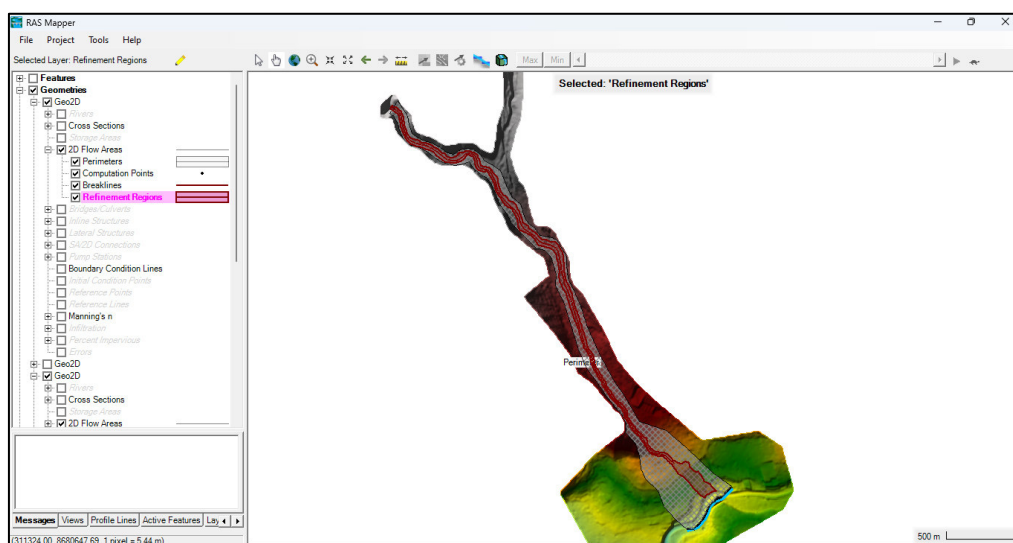
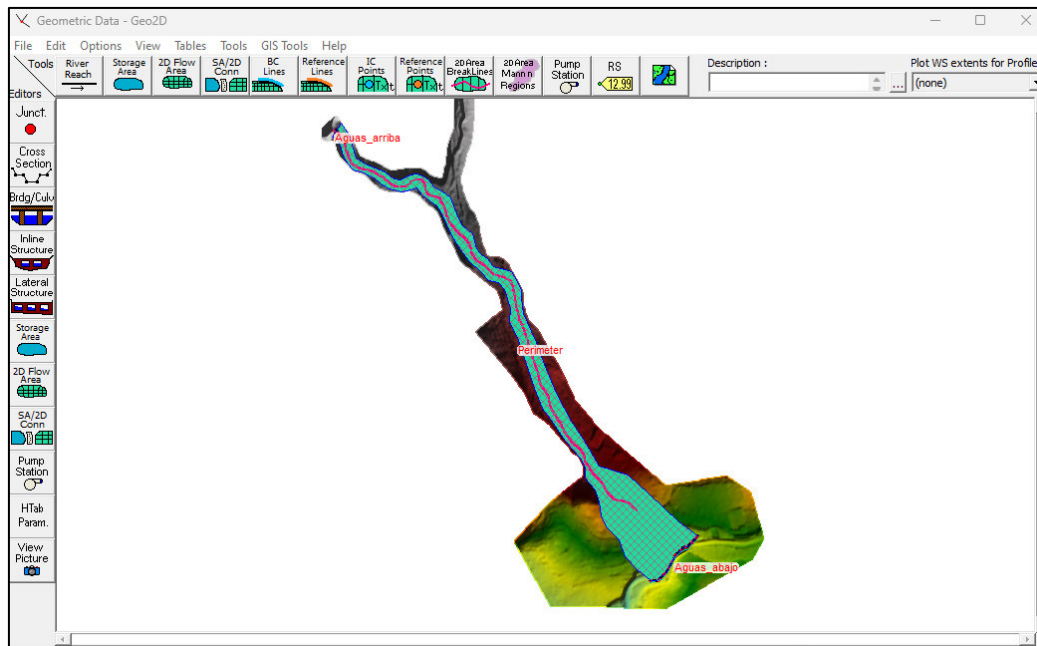
Figura 35*Perímetro, refinado de malla y condiciones del proyecto*

Figura 36*Visualización en Geometric Data- Geo 2D*

Para las condiciones aguas arriba y aguas abajo, se ingresan los valores en Unsteady Flow Data, donde para las condiciones aguas arriba se considera los valores del hidrograma calculado en HEC-HMS, mientras que para las condiciones aguas abajo se considera la pendiente predominante en dicha zona, lo cual es de 0.19.

Figura 37

Para condiciones aguas arriba

Unsteady Flow Data - flow

File Options Help

Description: [] [Apply Data]

Boundary Conditions | Initial Conditions | Meteorological Data | Observed Data

Boundary Condition Types

Stage Hydrograph	Flow Hydrograph	Stage/Flow Hydr.	Rating Curve
Normal Depth	Lateral Inflow Hydr.	Uniform Lateral Inflow	Groundwater Interflow
T.S. Gate Openings	Elev Controlled Gates	Navigation Dams	IB Stage/Flow
Rules	Precipitation		

Add Boundary Condition Location

Add RS ... Add SA/2D Flow Area ... Add SA/2D Area Conn ... Add Pump Station ...

Select Location in table then select Boundary Condition Type

River	Reach	RS	Boundary Condition

Storage/2D Flow Areas

		Boundary Condition
1	Perimeter BCLine: Aguas_arriba	Flow Hydrograph
2	Perimeter BCLine: Aguas_abajo	Normal Depth

Flow Hydrograph

2D: Perimeter BCLine: Aguas_arriba

☐ Read from DSS before simulation [Select DSS file and Path]

File: [] Path: []

☒ Enter Table Data time interval: 10 Minute

Select/Enter the Data's Starting Time Reference

☒ Use Simulation Time: Date: 17MAR2023 Time: 00:00

☐ Fixed Start Time: Date: 18MAR2023 Time: 00:00

No. Ordinates Interpolate Missing Values Del Row Ins Row

	Date	Simulation Time (hours)	Flow (m3/s)
1	16Mar2023 2400	00:00:00	0.4
2	17Mar2023 0010	00:10:00	0.5
3	17Mar2023 0020	00:20:00	0.8
4	17Mar2023 0030	01:30:00	1.2
5	17Mar2023 0040	01:40:00	1.6
6	17Mar2023 0050	01:50:00	2
7	17Mar2023 0100	01:00:00	2.4
8	17Mar2023 0110	01:10:00	2.8
9	17Mar2023 0120	01:20:00	2.6
10	17Mar2023 0130	02:30:00	2
11	17Mar2023 0140	02:40:00	1.4
12	17Mar2023 0150	02:50:00	1
13	17Mar2023 0200	02:00:00	0.8
14	17Mar2023 0210	02:10:00	0.7
15	17Mar2023 0220	02:20:00	0.6

Time Step Adjustment Options ("Critical" boundary conditions)

☐ Monitor this hydrograph for adjustments to computational time step

Max Change in Flow (without changing time step): []

Min Flow: [] Multiplier: [] EG Slope for distributing flow along BC Line: 0.15 ☐ TW C

Plot Data OK Cancel

Figura 38

Condiciones aguas abajo

Normal Depth Downstream Boundary

2D: Perimeter BCLine: Aguas_abajo

Friction Slope: 0.19

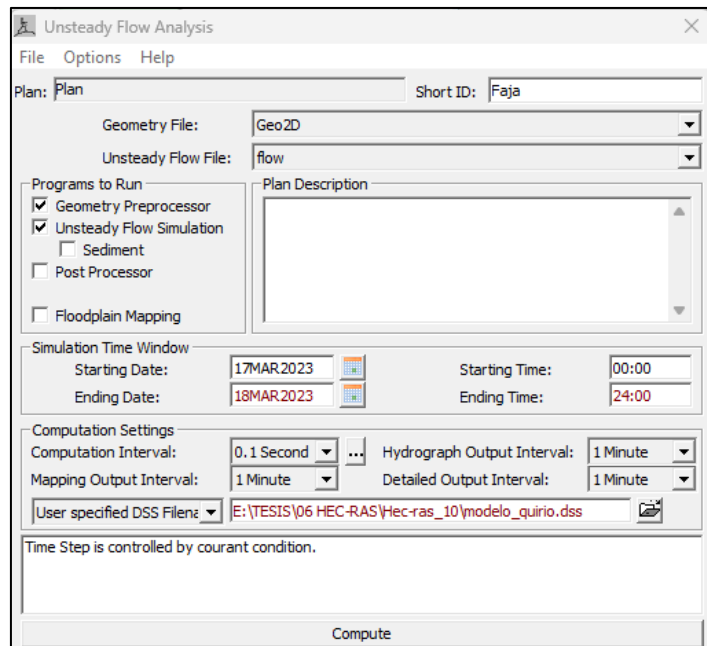
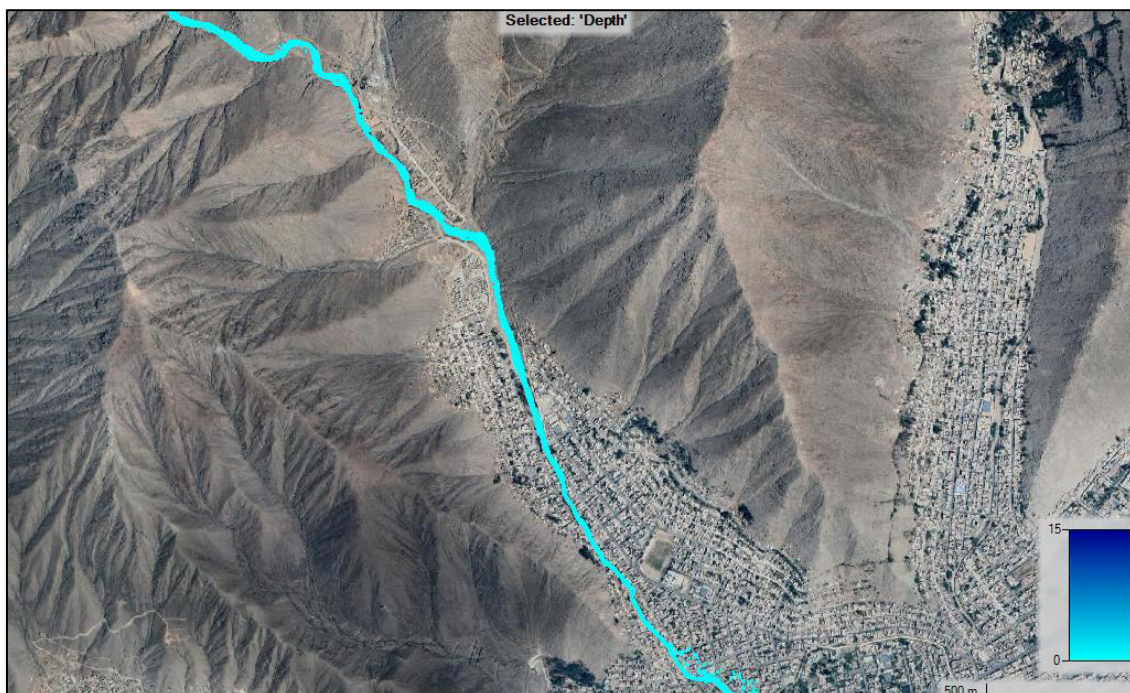
2D Flow Area Boundary Condition Parameters

☒ Compute separate water surface elevation per face along BC Line

☐ Compute single water surface for entire BC Line

OK Cancel

Finalmente, después de haber ingresado todos los valores anteriores se procede a correr el modelo en “Unsteady Flow Análisis”, la que al finalizar abriendo el Ras Mapper nos mostró la simulación hidráulica.

Figura 39*Unsteady Flow Analysis***Figura 40***Simulación hidráulica para un Tr 10 años*

Las áreas de las zonas inundadas para cada tiempo de retorno se pueden visualizar en los mapas del anexo E. Así mismo, se especifican a continuación:

Tabla 20

Áreas de zonas inundadas

Tiempos de retorno	Área inundada (m2)	Km2	Ha
10	28361.489	0.028	2.84
20	31881.260	0.032	3.19
50	37648.152	0.038	3.77
100	39402.825	0.039	3.94
200	44030.559	0.044	4.40

4.7 Identificación y determinación de peligros

La evaluación de la susceptibilidad y el análisis de los factores desencadenantes y condicionantes se realizó después de establecer el grado de peligrosidad por inundación en la base de la microcuenca Quirio, utilizando la metodología del Manual para la Evaluación de Riesgos producidos por Fenómenos Naturales del CENEPRED”.

4.7.1 Suceptibilidad

Para evaluar la susceptibilidad a las amenazas de inundaciones pluviales, se han tenido en cuenta el análisis de los siguientes aspectos:

Tabla 21

Factores de susceptibilidad de la parte baja de la Microcuenca Quirio

Factor Desencadenante		Factores Condicionante(s)	
Precipitación máxima	Pendiente	Geología	Geomorfología

A partir de los parámetros de evaluación mencionados anteriormente, se realizó la matriz de comparación de pares, cuyos valores son base para el cálculo de la normalización. Dicha información es mostrada a continuación, dónde también se muestra el índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC).

Tabla 22

Matriz de comparación de pares.

FACTORES CONDICIONANTES	PENDIENTE	GEOMOR FOLOGÍA	GEOLOGÍA
PENDIENTE	1.00	3.00	5.00
GEOMORFOLOGÍA	0.33	1.00	3.00
GEOLOGÍA	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.53	4.33	9.00
1/SUMA	0.65	0.23	0.11

Tabla 23

Matriz de normalización de pares de los parámetros de evaluación

FACTORES CONDICIONANTES	MATRIZ DE NORMALIZACION			VECTOR DE PRIORIZACION
PENDIENTE	0.65	0.69	0.56	0.63
GEOMORFOLOGÍA	0.22	0.23	0.33	0.26
GEOLOGÍA	0.13	0.08	0.11	0.11
SUMA	1.00	1.00	1.00	1.00

Figura 41*Índice y relación de consistencia*

IC =	0.007
RC=	0.006

4.7.2 Factor desencadenante

4.7.2.1 Precipitaciones. Los resultados del análisis del parámetro de precipitación se expresan mediante una matriz de comparación por pares, en la que se evaluó la precipitación en el ámbito de la zona de investigación:

Tabla 24*Matriz de comparación de pares del parámetro precipitación.*

PRECIPITACIÓN MAXIMA EN 24H	P24 > 14 mm	13 mm ≤ P24 < 14 mm	12 mm ≤ P24 < 13 mm	11 mm ≤ P24 < 12 mm	P24 < 11 mm.
P24 > 14 mm	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
13 mm ≤ P24 < 14 mm	0.33	1.00	3.00	4.00	6.00
12 mm ≤ P24 < 13 mm	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
11 mm ≤ P24 < 12 mm	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
P24 < 11 mm.	0.13	0.17	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.88	4.75	8.58	14.33	22.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.12	0.07	0.05

Tabla 25

Matriz de normalización de pares del parámetro precipitación.

PRECIPITACIÓN MAXIMA EN 24H	MATRIZ DE NORMALIZACION					VECTOR DE PRIORIZACION
P24 > 14 mm	0.53	0.63	0.47	0.42	0.36	0.48
13 mm ≤ P24 < 14 mm	0.18	0.21	0.35	0.28	0.27	0.26
12 mm ≤ P24 < 13 mm	0.13	0.07	0.12	0.21	0.18	0.14
11 mm ≤ P24 < 12 mm	0.09	0.05	0.04	0.07	0.14	0.08
P24 < 11 mm.	0.07	0.04	0.03	0.02	0.05	0.04
SUMA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 26

Índice y relación de consistencia

IC =	0.059
RC=	0.053

4.7.3 Factores condicionnates

4.7.3.1 Geología. A continuación, se presenta el resultado del análisis de la Matriz de comparación de pares del parámetro geología.

Tabla 27*Matriz de comparación de pares del parámetro Geomorfología*

UNIDAD TIPO GEOLÓGICO	Depósito aluvial (Qp-al)	Formación Yangas (Ki-y)	Super Unidad Santa Rosa - tonalita, granodiorita (Ks-bc/ sr- tn, gd	Super Unidad Santa Rosa- tonalita - diorita (Ks- bc/sr-tn, di)	Super Unidad Patp - gabrodiorita (Ks-bc/pt- gbdi)
Depósito aluvial (Qp-al)	1.00	2.00	4.00	6.00	9.00
Formación Yangas (Ki-y)	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Super Unidad Santa Rosa - tonalita, granodiorita (Ks-bc/ sr-tn, gd	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Super Unidad Santa Rosa- tonalita - diorita (Ks-bc/sr-tn, di)	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
Super Unidad Patp - gabrodiorita (Ks- bc/pt-gbdi)	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	22.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Tabla 28*Matriz de normalización de pares del parámetro geomorfológico*

UNIDAD TIPO GEOLÓGICO	MATRIZ DE NORMALIZACION					VECTOR DE PRIORIZACION
Depósito aluvial (Qp-al)	0.49	0.51	0.52	0.44	0.41	0.47
Formación Yangas (Ki-y)	0.24	0.26	0.26	0.30	0.27	0.27
Super Unidad Santa Rosa - tonalita, granodiorita (Ks- bc/ sr-tn, gd	0.12	0.13	0.13	0.15	0.18	0.14
Super Unidad Santa Rosa- tonalita - diorita (Ks-bc/sr- tn, di)	0.08	0.06	0.06	0.07	0.09	0.07
Super Unidad Patp - gabrodiorita (Ks-bc/pt- gbdi)	0.06	0.04	0.03	0.04	0.05	0.04
SUMA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 29*Índice y relación de consistencia*

IC =	0.016
RC=	0.015

4.7.3.2 Geomorfología. Los resultados de la matriz de comparación de pares donde se analiza las unidades geomorfológicas se muestran a continuación:

Tabla 32*Índice y relación de consistencia*

IC =	0.007
RC=	0.006

4.7.3.3 Pendiente. Se realizó un análisis para los siguientes rangos de pendiente: 0°-8°, 8°-15°, 25°-15°, 25°-50° y más de 50° mediante una matriz de comparación por pares, cuyos resultados son:

Tabla 33*Matriz de comparación de pares del parámetro pendiente.*

PENDIENTE	0°-8°	8°-15°	25°-15°	25°-50°	Mayor a 50°
0°-8°	1.00	2.00	3.00	6.00	7.00
8°-15°	0.50	1.00	2.00	3.00	6.00
25°-15°	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
25°-50°	0.17	0.33	0.50	1.00	2.00
Mayor a 50°	0.14	0.17	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.14	4.00	6.83	12.50	19.00
1/SUMA	0.47	0.25	0.15	0.08	0.05

Tabla 34

Matriz de normalización de pares del parámetro pendiente.

PENDIENTE	MATRIZ DE NORMALIZACION					VECTOR DE PRIORIZACION
0°-8°	0.47	0.50	0.44	0.48	0.37	0.45
8°-15°	0.23	0.25	0.29	0.24	0.32	0.27
25°-15°	0.16	0.13	0.15	0.16	0.16	0.15
25°-50°	0.08	0.08	0.07	0.08	0.11	0.08
Mayor a 50°	0.07	0.04	0.05	0.04	0.05	0.05
SUMA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 35

Índice y relación de consistencia

IC =	0.009
RC=	0.008

4.7.4 Evaluación del fenómeno

4.7.4.1 Porcentaje de agua saturada. A continuación, se muestra el producto de la variable “porcentaje de agua saturada” mediante la matriz de comparación por pares, se analizaron los porcentajes que se encontraban en los rangos de: 0-0.1%, 0.1-0.4%, 0.4-11.2%, 11.2-56.0% y 56.0-100%.

Tabla 36

Matriz de comparación de pares del parámetro porcentaje de agua saturada

PORCENTAJE DE AGUA SATURADA	0-0.1%	0.1-0.4%	0.4-11.2%	11.2-56.0%	56.0-100%
0-0.1%	1.00	3.00	4.00	7.00	8.00
0.1-0.4%	0.33	1.00	3.00	4.00	7.00
0.4-11.2%	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
11.2-56.0%	0.14	0.25	0.33	1.00	3.00
56.0-100%	0.13	0.14	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.85	4.73	8.58	15.33	23.00
1/SUMA	0.54	0.21	0.12	0.07	0.04

Tabla 37

Matriz de normalización de pares del parámetro porcentaje de agua saturada

PORCENTAJE DE AGUA SATURADA	MATRIZ DE NORMALIZACION					VECTOR DE PRIORIZACION
0-0.1%	0.54	0.63	0.47	0.46	0.35	0.49
0.1-0.4%	0.18	0.21	0.35	0.26	0.30	0.26
0.4-11.2%	0.14	0.07	0.12	0.20	0.17	0.14
11.2-56.0%	0.08	0.05	0.04	0.07	0.13	0.07
56.0-100%	0.07	0.03	0.03	0.02	0.04	0.04
SUMA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

4.7.5 Nivel de peligrosidad

A través del Proceso de Análisis Jerárquico se obtuvo los rangos y niveles de peligro que se muestran a continuación, valores los que posteriormente servirán para realizar el mapa de peligro.

Figura 42

Niveles de peligrosidad

NIVELES DE PELIGROSIDAD	RANGOS		
PELIGRO MUY ALTO	0.263	$\leq P \leq$	0.467
PELIGRO ALTO	0.145	$\leq P <$	0.263
PELIGRO MEDIO	0.080	$\leq P <$	0.145
PELIGRO BAJO	0.045	$\leq P <$	0.080

4.7.6 Estratificación del nivel de peligro

Los niveles de peligro se han determinado en base a las características del evento y la evaluación

Figura 43

Estratificación del nivel de peligro

NIVEL	DESCRIPCIÓN
VULNERABILIDAD MUY ALTA	PORCENTAJE DE AREA SATURADA: 0-0.1%. PRECIPITACIÓN MAXIMA EN 24H: $P_{24} > 14$ mm. UNIDAD GEOMORFOLOGICO: Cauce del río (Rio). PENDIENTE: 0°-8°. UNIDAD TIPO GEOLÓGICO: Depósito aluvial (Qp-al)
PELIGRO ALTA	PORCENTAJE DE AREA SATURADA: 0.1-0.4%. PRECIPITACIÓN MAXIMA EN 24H: $13 \text{ mm} \leq P_{24} < 14$ mm. UNIDAD GEOMORFOLOGICO: Terraza indiferenciada (T _i). PENDIENTE: 8°-15°. UNIDAD TIPO GEOLÓGICO: Formación Yangas (K _i -y)
PELIGRO MEDIA	PORCENTAJE DE AREA SATURADA: 0.4-11.2%. PRECIPITACIÓN MAXIMA EN 24H: $12 \text{ mm} \leq P_{24} < 13$ mm. UNIDAD GEOMORFOLOGICO: Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at). PENDIENTE: 25°-15°. UNIDAD TIPO GEOLÓGICO: Super Unidad Santa Rosa - tonalita, granodiorita (Ks-bc/sr-tn, gd)
PELIGRO BAJA	PORCENTAJE DE AREA SATURADA: 11.2-56.0%. PRECIPITACIÓN MAXIMA EN 24H: $11 \text{ mm} \leq P_{24} < 12$ mm. UNIDAD GEOMORFOLOGICO: Montaña en roca intrusiva (Rm-ri). PENDIENTE: 25°-50°. UNIDAD TIPO GEOLÓGICO: Super Unidad Santa Rosa- tonalita - diorita (Ks-bc/sr-tn, di)

4.7.7 Mapa de peligro

Tras analizar los factores condicionantes y desencadenantes en la evaluación de la susceptibilidad, la evaluación del fenómeno dio lugar al mapa de peligro de inundación (Ver Anexo E).

4.8 Análisis de vulnerabilidad

Se analizaron aspectos sociales, físicos y económicos para estimar la vulnerabilidad del sector en estudio.

4.8.1 *Análisis de la exposición en la dimensión social*

4.8.1.1 Población expuesta por manzana. A continuación, se presentan los resultados del análisis de la Matriz de comparación de pares del parámetro población expuesta por manzanas: 251-455 habitantes, 151-250 habitantes, 101-150 habitantes, 51-100 habitantes y 1-50 habitantes:

Tabla 38

Comparación de pares del parámetro población expuesta por manzana

POBLACION EXPUESTA POR MANZANA	251-455	151-250	101-150	51-100	1-50
251-455	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
151-250	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
101-150	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
51-100	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00
1-50	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.95	3.84	8.70	15.50	24.00
1/SUMA	0.51	0.26	0.11	0.06	0.04

Tabla 39

Matriz de normalización de parámetro de población expuesta por manzana

POBLACION EXPUESTA POR MANZANA	251-455	151-250	101-150	51-100	1-50	Vector priorización
251-455	0.51	0.52	0.56	0.45	0.38	0.49
151-250	0.26	0.26	0.23	0.32	0.29	0.27
101-150	0.10	0.13	0.12	0.13	0.21	0.14
51-100	0.07	0.05	0.06	0.07	0.08	0.07
1-50	0.06	0.04	0.02	0.03	0.04	0.04

Tabla 40

Índice y relación de consistencia

IC	0.021
RC	0.019

4.8.1.2 Grupo etario. A continuación, se muestran los resultados del análisis de la Matriz de comparación de pares del parámetro Grupo Etario: 0 a 14 años, mayores a 65 años, 45 a 64 años, 30 a 44 años y 15 a 29 años:

Tabla 41*Matriz de comparación de pares del parámetro grupo etario*

GRUPO ETARIO	0 a 14 años	mayores a 65 años	45 a 64 años	30 a 44 años	15 a 29 años
0 a 14 años	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
mayores a 65 años	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
45 a 64 años	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
30 a 44 años	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00
15 a 29 años	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.95	3.84	8.70	15.50	24.00
1/SUMA	0.51	0.26	0.11	0.06	0.04

Tabla 42*Matriz de normalización de parámetro grupo etario*

GRUPO ETARIO	0 a 14 años	mayores a 65 años	45 a 64 años	30 a 44 años	15 a 29 años	Vector priorización
0 a 14 años	0.51	0.52	0.58	0.45	0.38	0.49
mayores a 65 años	0.26	0.26	0.23	0.32	0.29	0.27
45 a 64 años	0.10	0.13	0.12	0.13	0.21	0.14
30 a 44 años	0.07	0.05	0.06	0.07	0.08	0.07
15 a 29 años	0.06	0.04	0.02	0.03	0.04	0.04

Tabla 43*Índice y relación de consistencia*

IC	0.021
RC	0.019

4.8.2 Análisis de la fragilidad social

4.8.2.1 Abastecimiento de agua. A continuación, se muestran los resultados del análisis de la Matriz de comparación de pares del parámetro:

Tabla 44*Matriz de consistencia de pares del parámetro abastecimiento de agua*

ABSTECIEMIENTO DE AGUA	Camión - cisterna u otro similar	Pozo	Pilón o pileta de uso público	Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	Red pública dentro de la vivienda
Camión - cisterna u otro similar	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Pozo	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Pilón o pileta de uso público	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Red pública dentro de la vivienda	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 45*Matriz de normalización del parámetro abastecimiento de agua*

ABSTECIMIENTO DE AGUA	Camión - cisterna u otro similar	Pozo	Pilón o pileta de uso público	Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	Red pública dentro de la vivienda	Vector priorización
Camión - cisterna u otro similar	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.50
Pozo	0.19	0.21	0.32	0.31	0.28	0.26
Pilón o pileta de uso público	0.11	0.07	0.11	0.18	0.20	0.13
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	0.08	0.04	0.04	0.06	0.12	0.07
Red pública dentro de la vivienda	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.04

Tabla 46*Índice y relación de consistencia*

IC	0.061
RC	0.05

4.8.2.2 Acceso a la red de desagüe. A continuación, se muestran los resultados del análisis de la Matriz de comparación de pares del parámetro:

Tabla 47

Matriz de comparación de pares del parámetro Acceso de la red de desagüe

ACCESO A LA RED DESAGUE	Campo abierto o aire libre	Pozo ciego o negro	Pozo séptico, Letrina (tratamiento)	Red pública de desagüe FUERA de la vivienda	Red pública de desagüe DENTRO de la vivienda
Campo abierto o aire libre	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Pozo ciego o negro	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Pozo séptico, Letrina (tratamiento)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Red pública de desagüe FUERA de la vivienda	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Red pública de desagüe DENTRO de la vivienda	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 48

Matriz de normalización del parámetro de acceso de la red de desagüe

ACCESO A LA RED DESAGUE	Campo abierto o aire libre	Pozo ciego o negro	Pozo séptico, Letrina (tratamiento)	Red pública de desagüe FUERA de la vivienda	Red pública de desagüe DENTRO de la vivienda	Vector priorización
Campo abierto o aire libre	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.50
Pozo ciego o negro	0.19	0.21	0.32	0.31	0.28	0.26
Pozo séptico, Letrina (tratamiento)	0.11	0.07	0.11	0.18	0.20	0.13
Red pública de desagüe FUERA de la vivienda	0.08	0.04	0.04	0.06	0.12	0.07
Red pública de desagüe DENTRO de la vivienda	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.04

Tabla 49*Índice y relación de consistencia*

IC	0.061
RC	0.05

4.8.2.3 Discapacidad. A continuación, se muestran los resultados del análisis de la Matriz de comparación de pares del parámetro:

Tabla 50*Matriz de comparación de pares del parámetro discapacidad*

DISCAPACIDAD	Visual	Motriz	Mental intelectual	Para oír y hablar	Ninguna
Visual	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Motriz	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Mental intelectual	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Para oír y hablar	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Ninguna	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 51*Matriz de normalización del parámetro discapacidad*

DISCAPACIDAD	Visual	Motriz	Mental intelectual	Para oír y hablar	Ninguna	Vector priorización
Visual	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.50
Motriz	0.19	0.21	0.32	0.31	0.28	0.26
Mental intelectual	0.11	0.07	0.11	0.18	0.20	0.13
Para oír y hablar	0.08	0.04	0.04	0.06	0.12	0.07
Ninguna	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.04

Tabla 52*Índice y relación de consistencia*

IC	0.061
RC	0.05

4.8.3 Resiliencia de la dimensión económica

4.8.3.1 Nivel educativo. A continuación, se presentan los resultados del análisis de la matriz de comparación por pares para el parámetro “Nivel educativo” (Ninguno, Inicial, Primario, Secundario y Superior):

Tabla 53*Matriz de comparación de pares del parámetro nivel educativo*

NIVEL EDUCATIVO	Ninguna	Inicial	Primaria	Secundaria	Superior
Ninguna	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Inicial	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Primaria	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Secundaria	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Superior	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 54*Matriz de normalización del parámetro nivel educativo*

NIVEL EDUCATIVO	Ninguna	Inicial	Primaria	Secundaria	Superior	Vector priorización
Ninguna	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.50
Inicial	0.19	0.21	0.32	0.31	0.28	0.26
Primaria	0.11	0.07	0.11	0.18	0.20	0.13
Secundaria	0.08	0.04	0.04	0.06	0.12	0.07
Superior	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.04

Tabla 55*Índice y relación de consistencia*

IC	0.061
RC	0.05

4.8.3.2 Vivienda por tipo de tenencia. A continuación, se muestran los resultados del análisis de la matriz de comparación por pares para el parámetro “vivienda” (propia sin título, alquilado, otra ocupación, propia con título):

Tabla 56*Matriz de comparación de pares del parámetro vivienda por tipo de tenencia*

VIVIENDA POR TIPO DE TENENCIA	Propia sin título	Alquilado	Otra ocupación	Cedida	Propia con título
Propia sin título	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Alquilado	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Otra ocupación	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Cedida	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Propia con título	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 57*Matriz de normalización del parámetro vivienda por tipo de tenencia*

VIVIENDA POR TIPO DE TENENCIA	Propia sin título	Alquilado	Otra ocupación	Cedida	Propia con título	Vector priorización
Propia sin título	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.50
Alquilado	0.19	0.21	0.32	0.31	0.28	0.26
Otra ocupación	0.11	0.07	0.11	0.18	0.20	0.13
Cedida	0.08	0.04	0.04	0.06	0.12	0.07
Propia con título	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.04

Tabla 58*Índice y relación de consistencia*

IC	0.061
RC	0.050

4.8.3.3 Tipo de seguro social. Los resultados del análisis de la Matriz de comparación por pares para el parámetro se presentan a continuación:

Tabla 59*Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de seguro social*

TIPO DE SEGURO SOCIAL	No tiene	SIS	ESSALUD	Seguro privado	Otro
No tiene	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
SIS	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
ESSALUD	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Seguro privado	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Otro	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 60*Matriz de normalización del parámetro tipo de seguro social*

TIPO DE SEGURO SOCIAL	No tiene	SIS	ESSALUD	Seguro privado	Otro	Vector priorización
No tiene	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.50
SIS	0.19	0.21	0.32	0.31	0.28	0.26
ESSALUD	0.11	0.07	0.11	0.18	0.20	0.13
Seguro privado	0.08	0.04	0.04	0.06	0.12	0.07
Otro	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.04

Tabla 61*Índice y relación de consistencia*

IC	0.061
RC	0.05

4.8.4 Análisis de exposición de la dimensión económica

4.8.4.1 Total de viviendas expuestas por manzana. En el cuadro se presenta el análisis del parámetro “viviendas expuestas por manzana” (Mas de 100 viviendas, Mas de 50 - menos de 100, Mas de 25 - menos de 50, Mas de 10 - menos de 25 y Menores de 10 viviendas) mediante una matriz de comparación por pares

Tabla 62

Matriz de comparación de pares del parámetro total de viviendas expuestas por manzana

TOTAL DE VIVIENDAS EXPUESTAS POR MANZANA	Mas de 100 viviendas	Mas de 50 y menos de 100	Mas de 25 y menos de 50	Mas de 10 y menos de 25	Menores de 10 viviendas
Mas de 100 viviendas	1.00	3.00	6.00	7.00	8.00
Mas de 50 y menos de 100	0.33	1.00	3.00	6.00	7.00
Mas de 25 y menos de 50	0.17	0.33	1.00	3.00	6.00
Mas de 10 y menos de 25	0.14	0.17	0.33	1.00	3.00
Menores de 10 viviendas	0.13	0.14	0.17	0.33	1.00
SUMA	1.77	4.64	10.50	17.33	25.00
1/SUMA	0.57	0.22	0.10	0.06	0.04

Tabla 63

Matriz de normalización del parámetro total de viviendas expuestas por manzana

TOTAL DE VIVIENDAS EXPUESTAS POR MANZANA	Mas de 100 viviendas	Mas de 50 y menos de 100	Mas de 25 y menos de 50	Mas de 10 y menos de 25	Menores de 10 viviendas	Vector priorización
Mas de 100 viviendas	0.57	0.65	0.57	0.40	0.32	0.50
Mas de 50 y menos de 100	0.19	0.22	0.29	0.35	0.28	0.26
Mas de 25 y menos de 50	0.09	0.07	0.10	0.17	0.24	0.14
Mas de 10 y menos de 25	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.07
Menores de 10 viviendas	0.07	0.03	0.02	0.02	0.04	0.04

Tabla 64

Índice y relación de consistencia

IC	0.086
RC	0.080

4.8.4.2 Acceso a red de desagüe. Como resultado del estudio sobre los parámetros de acceso a la red de alcantarillado figuran en la siguiente matriz de comparación por pares

Tabla 65

Matriz de comparación de pares del parámetro acceso a la red de desagüe

ACCESO A LA RED DESAGUE	Campo abierto o aire libre	Pozo ciego o negro	Letrina (tratamiento)	Red pública de desagüe FUERA de la vivienda	Red pública de desagüe DENTRO de la vivienda
Campo abierto o aire libre	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Pozo ciego o negro	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Letrina (tratamiento)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Red pública de desagüe FUERA de la vivienda	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Red pública de desagüe DENTRO de la vivienda	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 66

Matriz de normalización del parámetro acceso a la red de desagüe

ACCESO A LA RED DESAGUE	Campo abierto o aire libre	Pozo ciego o negro	Letrina (tratamiento)	Red pública de desagüe FUERA de la vivienda	Red pública de desagüe DENTRO de la vivienda	Vector priorización
Campo abierto o aire libre	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.50
Pozo ciego o negro	0.19	0.21	0.32	0.31	0.28	0.26
Letrina (tratamiento)	0.11	0.07	0.11	0.18	0.20	0.13
Red pública de desagüe FUERA de la vivienda	0.08	0.04	0.04	0.06	0.12	0.07
Red pública de desagüe DENTRO de la vivienda	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.04

Tabla 67*Índice y relación de consistencia*

IC	0.061
RC	0.050

4.8.4.3 Uso de vivienda. Se presentan los resultados del parámetro mediante una matriz de comparación por pares:

Tabla 68*Matriz de comparación de pares del parámetro uso de la vivienda*

USO DE LA VIVIENDA	Casa independiente	Departamento en edificio	Vivienda en quinta	Vivienda en casa de vecindad	Vivienda improvisada
Casa independiente	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Departamento en edificio	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Vivienda en quinta	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Vivienda en casa de vecindad	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Vivienda improvisada	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 69*Matriz de normalización del parámetro uso de la vivienda*

USO DE LA VIVIENDA	Casa independiente	Departamento en edificio	Vivienda en quinta	Vivienda en casa de vecindad	Vivienda improvisada	Vector priorización
Casa independiente	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.50
Departamento en edificio	0.19	0.21	0.32	0.31	0.28	0.26
Vivienda en quinta	0.11	0.07	0.11	0.18	0.20	0.13
Vivienda en casa de vecindad	0.08	0.04	0.04	0.06	0.12	0.07
Vivienda improvisada	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.04

Tabla 70*Índice y relación de consistencia*

IC	0.061
RC	0.050

4.8.5 Análisis de fragilidad económica

4.8.5.1 Material de paredes. Se presentan los resultados del análisis de la matriz de comparación por pares del parámetro “material de paredes”:

Tabla 71*Matriz de comparación de pares del parámetro material de paredes*

MATERIAL DE PAREDES	Triplay/ Calamina	Madera	Quincha- Tapia - Adobe	Piedra con cemento	Ladrillo o bloque de cemento
Triplay/ Calamina	1.00	3.00	6.00	7.00	8.00
Madera	0.33	1.00	3.00	6.00	7.00
Quincha- Tapia - Adobe	0.17	0.33	1.00	3.00	6.00
Piedra con cemento	0.14	0.17	0.33	1.00	3.00
Ladrillo o bloque de cemento	0.13	0.14	0.17	0.33	1.00
SUMA	1.77	4.64	10.50	17.33	25.00
1/SUMA	0.57	0.22	0.10	0.06	0.04

Tabla 72*Matriz de normalización del parámetro material de paredes*

MATERIAL DE PAREDES	Triplay/ Calamina	Madera	Quincha- Tapia - Adobe	Piedra con cemento	Ladrillo o bloque de cemento	Vector priorización
Triplay/ Calamina	0.57	0.65	0.57	0.40	0.32	0.50
Madera	0.19	0.22	0.29	0.35	0.28	0.26
Quincha- Tapia - Adobe	0.09	0.07	0.10	0.17	0.24	0.14
Piedra con cemento	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.07
Ladrillo o bloque de cemento	0.07	0.03	0.02	0.02	0.04	0.04

Tabla 73*Índice y relación de consistencia*

IC	0.086
RC	0.080

4.8.5.2 Material del piso. Los resultados del análisis de la Matriz de comparación por pares del parámetro “material del piso” se presentan a continuación:

Tabla 74*Matriz de comparación de pares del parámetro material de piso*

MATERIAL DEL PISO	Tierra/ cemento	Madera	Lamina asfáltica	Parquet o madera	Losetas, terrazos, cerámica
Tierra/ cemento	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Madera	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Lamina asfáltica	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Parquet o madera	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Losetas, terrazos, ceramica	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 75*Matriz de normalización del parámetro material de piso*

MATERIAL DEL PISO	Tierra/ cemento	madera	lamina asfáltica	parquet o madera	Losetas, terrazos, ceramica	Vector priorización
Tierra/ cemento	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.50
madera	0.19	0.21	0.32	0.31	0.28	0.26
lamina asfáltica	0.11	0.07	0.11	0.18	0.20	0.13
parquet o madera	0.08	0.04	0.04	0.06	0.12	0.07
Losetas, terrazos, ceramica	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.04

Tabla 76*Índice y relación de consistencia*

IC	0.061
RC	0.050

4.8.6 Resiliencia en la dimensión económica

4.8.6.1 Ingreso familiar. Los resultados de un estudio de matriz de comparación por pares realizado sobre el parámetro se presenta a continuación:

Tabla 77*Matriz de comparación de pares del parámetro ingreso familiar*

INGRESO FAMILIAR	< 1025	1025.00	950-1500	1500-3000	>3000
< 1025	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
1025.00	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
950-1500	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
1500-3000	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
>3000	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

Tabla 78*Matriz de normalización del parámetro ingreso familiar*

INGRESO FAMILIAR	< 1025	1025.00	950-1500	1500-3000	>3000	Vector priorización
< 1025	0.46	0.50	0.44	0.44	0.39	0.44
1025.00	0.23	0.25	0.29	0.26	0.28	0.26
950-1500	0.15	0.12	0.15	0.17	0.17	0.15
1500-3000	0.09	0.08	0.07	0.09	0.11	0.09
>3000	0.07	0.05	0.05	0.04	0.06	0.05

Tabla 79*Índice y relación de consistencia*

IC	0.007
RC	0.006

4.8.7 Niveles de vulnerabilidad

Los rangos de vulnerabilidad en cada nivel identificado (Ver Anexo E) se muestran a continuación:

Figura 44*Análisis de vulnerabilidad*

NIVEL	DESCRIPCIÓN
VULNERABILIDAD MUY ALTA	Grupo etáreo: de 0 a 5 años y mayor a 65 años. Con al menos un integrante de la familia con discapacidad: Visual. Accesibilidad: Sin acceso directo. Tipo de cimentación: No tiene. Emplazamiento para la vivienda: Debajo del nivel de la vereda. Tenencia de la vivienda: Posecionario sin documentos. Gobernanza local: No realiza ninguna campaña. Actitud frente al riesgo: Es indiferente. Conocimiento del peligro: No le interesa. Cercanía al peligro: En la zona de peligro. Servicios públicos: Agua. Uso de la vivienda: Inhabilitado. Estado de conservación de la vivienda: Deteriorado. Antigüedad de la vivienda: Mayor de 20 años. Material de la vivienda: Esteras y madera. Número de pisos de la vivienda: 1 piso. Protección de techo: No tiene. Muro de contención: No protege. Protección de la vivienda: Ninguna protección. Organización comunitaria: No le interesa.
VULNERABILIDAD ALTA	Grupo etáreo: de 5 a 12 años y de 60 a 65 años. Con al menos un integrante de la familia con discapacidad: Motriz. Accesibilidad: Trocha. Tipo de cimentación: Sobre pircado. Emplazamiento para la vivienda: Al nivel de la vereda. Tenencia de la vivienda: Constancia de posesión. Gobernanza local: Se entera por los medios de comunicación. Actitud frente al riesgo: Tiene poco interés. Conocimiento del peligro: No conoce los daños que ocasiona. Cercanía al peligro: Entre 0-10 metros de la zona de peligro. Servicios públicos: Servicio de alcantarillado. Uso de la vivienda: Solo negocio. Estado de conservación de la vivienda: En proceso de deterioro. Antigüedad de la vivienda: Entre 15 a 20 años. Material de la vivienda: Draywall/Machimbrado. Número de pisos de la vivienda: 2 pisos. Protección de techo: Esteras. Muro de contención: Baja protección. Protección de la vivienda: Costales provisionales. Organización comunitaria: Le interesa participar en las brigadas comunitarias.
VULNERABILIDAD MEDIA	Grupo etáreo: de 12 a 15 años y de 50 a 60 años. Con al menos un integrante de la familia con discapacidad: Mental Intelectual. Accesibilidad: Escaleras. Tipo de cimentación: Sobre adobe. Emplazamiento para la vivienda: Al nivel de la vereda con muro. Tenencia de la vivienda: Minuta de compra de propiedad. Gobernanza local: Comunica ocasionalmente mediante megafonos. Actitud frente al riesgo: Esta siendo capacitada. Conocimiento del peligro: Tiene conocimiento básico de los daños. Cercanía al peligro: Entre 10-20 metros de la zona de peligro. Servicios públicos: Disposición final. Uso de la vivienda: Alquiler para negocio. Estado de conservación de la vivienda: Con refacciones. Antigüedad de la vivienda: Entre 10 a 15 años. Material de la vivienda: Adobe. Número de pisos de la vivienda: 3 pisos. Protección de techo: Maderas. Muro de contención: Mediana protección. Protección de la vivienda: Muro de concreto menor a 1 m. Organización comunitaria: Conoce las rutas de evacuación.
VULNERABILIDAD BAJA	Grupo etáreo: de 15 a 30 años. Con al menos un integrante de la familia con discapacidad: Para oír y hablar. Accesibilidad: Pista afirmada. Tipo de cimentación: Mampostería. Emplazamiento para la vivienda: Por encima de la vereda. Tenencia de la vivienda: Título de propiedad y habitación aprobada. Gobernanza local: Elabora comunicados y avisos. Actitud frente al riesgo: Conoce de algunas medidas. Conocimiento del peligro: conoce los daños que ocasiona. Cercanía al peligro: Entre 20-50 metros de la zona de peligro. Servicios públicos: Energía eléctrica. Uso de la vivienda: Hogar. Estado de conservación de la vivienda: Regular estado. Antigüedad de la vivienda: Entre 5 a 10 años. Material de la vivienda: Quincha. Número de pisos de la vivienda: 4 pisos. Protección de techo: Calaminas o similares. Muro de contención: Relativamente alta protección. Protección de la vivienda: Muro de concreto entre 1 a 2 m. Organización comunitaria: Tiene brigadas comunitaria.

4.9 Estimación de riesgo

Los niveles de vulnerabilidad con sus respectivos rangos (Ver Anexo E), se muestran a continuación:

Figura 45

Estimación de riesgo

PMA	0.576	0.039	0.080	0.152	0.284
PA	0.317	0.022	0.044	0.084	0.156
PM	0.173	0.012	0.024	0.046	0.086
PB	0.095	0.006	0.013	0.025	0.047
		0.068	0.138	0.265	0.493
		VB	VM	VA	VMA

Figura 46

Rangos de riesgo

NIVEL DE RIESGO	RANGOS		
MUY ALTA	0.084	$\leq \text{RIESGO} \leq$	0.284
ALTA	0.024	$\leq \text{RIESGO} <$	0.084
MEDIA	0.006	$\leq \text{RIESGO} <$	0.024
BAJA	0.002	$\leq \text{RIESGO} <$	0.006

4.10 Estrategias de mitigación para la reducción de riesgo por inundaciones

4.10.1 Estrategia N° 01

Tabla 80

Estrategia N°01. Mantenimiento de barreras geodinámicas

ESTRATEGIA N° 01	
Nombre de la propuesta	Mantenimiento de barreras geodinámicas
Ubicación	Quebrada Quirio
Descripción	La microcuenca Quirio cuenta con barreras geodinámicas, las cuales están ubicadas de manera estratégica, sin embargo, si le damos mayor importancia a su mantenimiento se podría disminuir los impactos que los futuros desastres naturales conllevarán.
Objetivo	Reducir el efecto que producirían los futuros desastres naturales en la zona
Actividades	- Limpieza y descolmatación del material arrastrado y acumulado en las barreras geodinámicas. - Mantenimiento y revisión periódica por un personal especializado de los anillos de frenado, los anclajes, la red de anillo y protectores contra abrasión.
Beneficiarios	Población de Nicolás de Piérola
Instituciones participantes	Subgerencia de Gestión del Riesgo de Desastres de la Municipalidad de Lurigancho, Gobierno Regional, ANA.

4.10.2 Estrategia N° 02

Tabla 81

Estrategia N°02. Mantenimiento y reparación de muros de contención y diques

ESTRATEGIA N° 02	
Nombre de la propuesta	Mantenimiento y reparación de muros de contención y diques
Ubicación	Quebrada Quirio
Descripción	En la parte baja de la microcuenca Quirio existe la presencia de muros de contención, muchos de éstos deteriorados tras los últimos fenómenos suscitados.
Objetivo	Brindar mantenimiento y reparación a los muros de contención de la quebrada Quirio.
Actividades	- Verificar el estado situacional de los muros de contención, de este modo repararlo o cambiar la infraestructura en caso se encuentre en un estado inapropiado. - Limpieza y mantenimiento de los muros de contención y diques que se encuentran en el lecho del cauce.
Beneficiarios	Población de Nicolás de Piérola
Instituciones participantes	Subgerencia de Gestión del Riesgo de Desastres de la Municipalidad de Lurigancho, Gobierno Regional, ANA.

4.10.3 Estrategia N° 03

Tabla 82

Estrategia N°03. Programa de capacitación ante desastres por inundaciones

ESTRATEGIA N° 03	
Nombre de la propuesta	Programa de capacitación ante desastres por inundaciones
Ubicación	Pueblo Joven Nicolás de Piérola
Descripción	Teniendo en cuenta que la educación es parte importante para inculcar una cultura de prevención, se propone como estrategia un programa de capacitación ante desastres naturales, dirigido a niños, jóvenes y adultos del Pueblo Joven Nicolás de Piérola, en el cual se capacite sobre educación ambiental, mitigación de inundaciones y se realice un plan de contingencia en el que toda la población debe estar instruida e involucrada.
Objetivo	Capacitar a los pobladores de la zona en materia de desastres naturales
Actividades	- Realizar un programa anual de capacitaciones ante desastres naturales. - Elaboración de un plan de contingencia que se encuentre al alcance y entendimiento de la población.
Beneficiarios	Población de Nicolás de Piérola
Instituciones participantes	INDECI, Municipalidad distrital de Lurigancho, Instituciones educativas de nivel primaria y secundaria y universidades.

V DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En esta investigación se determinó que los caudales de 2.8 m³/s, 4.9 m³/s, 9.2 m³/s, 14.2 m³/s y 20.9 m³/s para periodos de recurrencia de 10, 20, 50, 100 y 200 años correspondientemente causarán inundaciones en la microcuenca Quirio. Estos resultados difieren de Martinez (2004) quién en su tesis “Zonificación del peligro en la Subcuenca Quirio” tuvo resultado indicando que, en tiempos de recurrencia de 5, 10, 25 y 50 años las precipitaciones máximas serían 14, 17, 22 y 24mm con caudales de 4.5m³/s, 6m³/s, 7.9 m³/s y 12.4m³/s respectivamente.

Así mismo, las zonas inundables en la parte baja de la microcuenca Quirio para periodos de recurrencia de 10, 20, 50, 100 y 200 años nos brindaron un área de afectación de 2.84Ha, 3.19Ha, 3.76Ha, 3.94Ha y 4.40Ha, mostrándonos un Riesgo Alto (61.11%) y un riesgo medio (38.89%). Estos resultados difieren de los resultados obtenidos por Narciso (2018), quien en su investigación “Gestión de inundación por caudales máximos en la parte baja de la quebrada Pedregal – Chosica” obtuvo un riesgo muy alto, alto, medio y bajo.

VI CONCLUSIONES

- A partir de información meteorológica de 5 estaciones entre los años 1964-2018, se calcularon los caudales de 2.8m³/s, 4.9 m³/s, 9.2 m³/s, 14.2 m³/s y 20.9 m³/s para periodos de recurrencia de 10, 20, 50, 100 y 200 años respectivamente, los cuales ocasionarían inundaciones en la parte baja de la microcuenca Quirio.
- Las inundaciones en la parte baja de la microcuenca Quirio afecta principalmente a zonas urbanas y vías de acceso, para tiempos de retorno de 10, 20, 50, 100 y 200 años donde se identificó un área de afectación de 2.84Ha, 3.19Ha, 3.76Ha, 3.94Ha y 4.40Ha respectivamente. Así mismo, se realizó el análisis de riesgo de inundaciones donde los resultados nos muestra un Riesgo Alto (61.11%), Riesgo Medio (38.89%)
- Según los resultados de nivel de riesgo por inundaciones se propusieron 3 estrategias para la reducción de riesgo por inundaciones en la parte baja de la microcuenca Quirio, las que consisten en el Mantenimiento de barreras geodinámicas, Mantenimiento y reparación de muros de contención y un Programa de capacitación ante desastres por inundaciones.

VII RECOMENDACIONES

- La mejor forma de estimar el caudal máximo es analizar los totales de precipitaciones en 24 horas más elevados de las últimas tres (3) décadas.
- Para el análisis de este tipo de investigación es recomendable realizar un vuelo de DRON, para poder tener un mejor detalle de superficie, por ende, un mejor análisis.
- El gobierno debería financiar la creación e implementación de un sistema de alerta de inundaciones para reducir la probabilidad de pérdidas catastróficas.
- En base a la información generada en esta tesis de investigación se recomienda que el municipio pueda consolidar y tener actualizados los planes de riesgo de desastres en la microcuenca Quirio.
- Es importante que el gobierno se preocupe por mantener las mallas geodinámicas descolmatadas, para así atenuar los impactos de los fenómenos recurrentes en la zona

VIII REFERENCIAS

- Autoridad Nacional del Agua [ANA]. (s.f.). Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos.
<https://snirh.ana.gob.pe/SCCRH/Forms/S2/Cantidad/frmDescarga.aspx>.
- Barrueta, J., Hoyos M., Melgarejo G., Muñoz, J., Trebejo J. y Zegarra, J. (s.f.) Mineralogical Characterization of the Intrusive of the San Antonio Valley – Petrography and Mineralogy. Universidad Nacional de Ingeniería.
<https://acreditacion.uni.edu.pe/wp-content/uploads/2017/06/Mineralogical-Characterization-of-the-Intrusive-of-the-San-Antonio-Valley-%E2%80%93-Petrography-and-Mineralogy.pdf>
- Castejón, P. (2017). *Análisis de vulnerabilidad ante precipitaciones extremas en la microcuenca Cashahuacra, Santa Eulalia*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/27067?show=full>
- Celmi, J. (2008). *Aplicación del análisis de multicriteria(MCA) en la planificación para la mitigación de inundaciones en la parte baja del río Chillón*. Universidad Nacional de Ingeniería. <https://www.eird.org/plataforma-tematica-riesgo-urbano/recopilacion-de-articulos/jessica-celmi.pdf>
- Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. (2004). *Inundaciones. Serie Fascículos*. (1^a ed.).
<https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/3-FASCCULOINUNDACIONES.PDF>

Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. (2012). *Inundaciones*. (1^a ed.). [https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/184-](https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/184-FOLLETOINUNDACIONES.PDF)

[FOLLETOINUNDACIONES.PDF](https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/184-FOLLETOINUNDACIONES.PDF)

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo [CENEPRED]. (2014). *Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales* (2^a ed.). Neva Studio SAC. https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo [CENEPRED]. (2018). *Informe de evaluación de riesgo por lluvias intensas en el sector a norte del distrito de Lircay, provincia de Angares, departamento de Huancavelica*. http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//5189_informe-de-evaluacion-de-riesgo-por-lluvias-intensas-del-sector-a-norte-del-distrito-de-lircay-provincia-de-angaraes-departamento-de-huancavelica.pdf

Chanca, K. y Inga, Y. (2018). *Influencia de la inundación en el riesgo de desastre del distrito de Moya de la provincia y departamento de Huancavelica 2017*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio Institucional UNH. <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1795>

Chow, V., Maidment, D. y Mays, L. (1994). *Hidrología Aplicada*. McGRAW-HILL. <https://www.hidrosm.com/2021/01/libro-hidrologia-aplicada-ven-te-chow.html>

Comisión Económica para América y el Caribe [CEPAL]. (2014). *Manual para la evaluación de desastres* (1^a ed.). Naciones Unidas. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/35894-manual-la-evaluacion-desastres>

- Díaz, A. y Mercado, T. (2017). Determinación del número de curva en la subcuenca Betancí (Córdoba, Colombia) mediante teledetección y SIG. *Ingeniería y desarrollo*, 35(2), 452-470. <http://www.scielo.org.co/pdf/inde/v35n2/2145-9371-inde-35-02-00452.pdf>
- International Strategy for Disaster Reduction [ISDR]. (2009). *2009 UNISDR Terminología sobre reducción del riesgo de desastres* (1ª ed.). Naciones Unidas. https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf
- Gomero, D. (2019). *Modelamiento Hidráulico para evaluación de áreas inundables en el río Pisco, tramo 6+500 al 7+900*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional UNALM. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4391/gomero-armas-daniel-alejandro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gomez, J. (2000). *Gestión de inundaciones del Río Rímac*. [Tesis de maestría no publicada]. Universidad Nacional Federico Villarreal.
- Guzmán, D. (2022). *Modelamiento Hidrológico entre las avenidas Panamericana Sur y la avenida Malasquez Chacaltana, para identificar zonas inundables en los distritos de Lurin y Pachacamac, provincia de Lima, año 2019*’. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/6312>
- Herández, R. (2014). *Metodología de la investigación*. (6ª ed.). Mc Graw Hill Education. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

Hernández, R., Barrios, H. y Ramirez, A. (2017). *Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222017000300005

Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico [INGEMMET]. (2020). *Evaluación de peligros geológicos y geohidrológicos en los sectores de Malvado y Mandahuaz*.

Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico.
http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//8770_informe-tecnico-n0-a6992-evaluacion-de-peligros-geologicos-y-geohidrologicos-en-los-sectores-de-malvado-y-mandahuaz-distrito-paramonga-provincia-barra.pdf

Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico [INGEMMET]. (2021). Geología del cuadrángulo de Chosica (hojas 24j1, 24j2, 24j3, 24j4). *INGEMMET, Boletín Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1:50 000) N°38*.

<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/3213#files>

Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI]. (2006). *Manual básico para la estimación del riesgo* (1ª ed.). Instituto Nacional de Defensa Civil.

http://bvpad.indec.gov.pe/doc/pdf/esp/doc319/doc319_contenido.pdf

Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI]. (2011). *Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales* (1ª ed.).

<http://bvpad.indec.gov.pe/doc/pdf/esp/doc1743/doc1743-contenido.pdf>

- Martínez, R. (2017). *Evaluación de riesgo por inundaciones, en el barrio bajo del distrito de Yuracyacu, provincia de Rioja, región San Martín*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/1975>
- Martínez, L. (2004). *Zonificación del peligro en sub cuenca Quirio – Chosica*. [Tesis de pregrado no publicada]. Universidad Nacional Federico Villarreal.
- Mendoza, M. (2017). *Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada Romero, del distrito de Cajamarca, periodo 2011-2016*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo]. Repositorio Institucional UPAGU. <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/289>
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2015). *Mapa Nacional de Cobertura Vegetal*. Imprenta TIPSAL S. A. C.. <https://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/MAPA-NACIONAL-DE-COBERTURA-VEGETAL-FINAL.compressed.pdf>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC]. (2008) *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_2950.pdf
- Montenegro, J. (2019). *Gestión de inundaciones por caudales máximos en la parte baja del río Chillón. Caso: Tramo urbano del distrito de Comas*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/4364>

- Moreno, C. y Bermúdez, O. (2016). *Análisis del riesgo por inundación utilizando herramientas SIG para la cuenca del Río Quito*. [Tesis de pregrado, Universidad de Manizales]. Repositorio Institucional de UMANIZALES. https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/2896/Moreno_Cristian_TrabajodeGrado_2016.pdf.pdf?sequence=1
- Narciso, J. (2018). *Gestión de inundación por caudales máximos en la parte baja de la quebrada Pedregal – Chosica*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/2540>
- Nima, F. (2020). *Determinación del potencial de recarga hídrica de la cuenca del Río Rímac*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UPN. https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27787/FRANCO%20DENILSON%20NIMA%20MEDINA_PDF_TOTAL.pdf?sequence=1
- Nunez (01 de abril de 2022). *¿Qué son las inundaciones?* National Geographic. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/inundaciones>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (s.f) *Gestión de cuencas hidrográficas*. <https://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules-alternative/watershed-management/basic-knowledge/es/>
- Peña, M. (2017). *Modelamiento geoespacial para evaluar la vulnerabilidad ambiental ante la ocurrencia de inundaciones, en la cuenca baja del río Chillón*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/23562>

- Portuguez, M., y Verano, C. (2016). Generación de mapa de curva con sistema de información geográfica. *Apuntes de Ciencia y Sociedad*, 6(1), pp. 91-99.
<https://journals.continental.edu.pe/index.php/apuntes/article/download/544/530/>
- Quijada, N. (2019). *Caracterización de eventos de tormenta pluviométricas de utilidad para el diseño hidráulico en el Perú*. [Tesis de pregrado, Universidad San Ignacio de Loyola]. Repositorio Institucional SENAMHI.
https://repositorio.senamhi.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12542/1114/Caracterizaci%C3%B3n-de-eventos-de-tormenta-pluviom%C3%A9tricas-de-utilidad-para-el-dise%C3%B1o-hidr%C3%A1ulico-en-el-Per%C3%BA_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Quincho, G. (2015). *Gestión de inundaciones por caudales máximos en la cuenca baja de la quebrada del río Huaycoloro – Río Rímac*. [Tesis de pregrado no publicada]. Universidad Nacional Federico Villarreal.
- D'Angelo M., Durán A., García M., López A., Passalía C., Regaldo L., Reno U., Scaravino C. y Vidal E. (2022). *Gestión Ambiental*. (1ª ed.). Ediciones UNL.
https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/6604/Gestion_Ambiental_Vidal_Regaldo_WEB.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Secretaría de medio ambiente y recursos naturales [SERMARNAT]. (2013). *Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión*. (1ª ed.). Printing Arts México.
https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/Cuencas_final_2014.pdf

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI]. (s.f). *Descarga de datos meteorológicos a nivel nacional.*

<https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>

Soldano, A. (16 de marzo de 2009). *Inundaciones: ¿Qué es susceptibilidad?* [ponencia].

Comisión Nacional de Actividades Espaciales – CONAE y Departamento de desarrollo sostenible de la secretaría general de la organización de los estados americanos - OEA/ DSS. <https://docplayer.es/20353204-Inundaciones-que-es-susceptibilidad-alvaro-soldano-1.html>

Tinoco, T. (2017). *Modelamiento del riesgo de inundación del río Santa, sector Challhua (Huaraz – Perú)*. [Tesis de maestría, Universidad de Salzburg]. Repositorio

Institucional UNIGIS. https://issuu.com/unigis_latina/docs/104346

IX ANEXOS

Anexo A.

Matriz de consistencia

Tabla 83

Matriz de consistencia

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	MÉTODO
Problema principal ¿De qué forma la gestión de inundaciones por caudales máximos de la parte baja de la microcuenca Quirio podría ayudar a mitigar los riesgos y a mejorar la calidad de vida del Pueblo Joven Nicolás de Piérola? Problemas específicos • ¿Cuáles son los caudales máximos que ocasionarían inundaciones en la parte baja de la microcuenca Quirio para periodos de retorno de 10, 20, 50, 100 y 200 años? • ¿Cuáles son las zonas inundables en la parte baja de la microcuenca Quirio para tiempos de retorno de 10, 20, 50, 100 y 200 años? • ¿Qué acciones se van a proponer para la reducción de riesgo por inundaciones en la parte baja de la microcuenca Quirio?	Objetivo principal Proponer medidas de control a través de la gestión de inundaciones por caudales máximos en la microcuenca Quirio con la finalidad de ayudar a mitigar los riesgos y mejorar la calidad de vida del Pueblo Joven Nicolás de Piérola. Objetivos específicos • Determinar los caudales máximos que ocasionarían inundaciones en la parte baja de la microcuenca Quirio para periodos de retorno de 10, 20, 50, 100 y 200 años. • Identificar las zonas inundables en la parte baja de la microcuenca Quirio para tiempos de retorno de 10, 20, 50, 100 y 200 años. • Proponer acciones para la reducción de riesgo por inundaciones la parte baja de la microcuenca Quirio.	La gestión de inundaciones por caudales máximos en la parte baja de la microcuenca Quirio ayudará a mitigar los riesgos y mejorar la calidad de vida del Pueblo Joven Nicolás de Piérola.	<u>V. Independiente:</u> Caudales máximos <i>Indicadores:</i> Precipitaciones máximas Tiempo de retorno Tiempo de concentración Caudal <u>V. Dependiente:</u> Inundación <i>Indicadores:</i> Geología Geomorfología Pendiente Cobertura Vegetal Suelos Población	Tipo de investigación: El presente trabajo de investigación se considera de tipo transversal, ya que para su análisis recopila datos en un tiempo puntual (Liu, 2008 y Turcker, 2004, como se citó en Hernández, 2014, p. 154). Población y muestra: La población o universo tomada para la investigación corresponde a la microcuenca de la Quebrada Quirio, ubicada en el distrito de Lurigancho Chosica; así mismo, la muestra tomada se consideró al Pueblo Joven Nicolás de Piérola ubicada en la parte baja de la microcuenca.

Anexo B.
Datos de precipitación

Registro de precipitación máxima de 24 horas - Estación Autisha

Estación: **Santa Eulalia** Latitud: -11.92 Dpto: Lima
 Parámetro: Precipitación Máxima 24 Longitud: -76.67 Prov: Lima
 hr (mm) Altitud 982 Dist: Lurigancho

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Pmax 24
1964	1.3	5.4	4.1	1.9	0	S/D	0	0	S/D	S/D	S/D	S/D	5.4
1965	S/D	S/D	S/D	0.2	0.3	0	0	0	0	1.1	0.6	1.2	1.2
1966	26	0.3	25	0.2	1.5	0	0	0	0	10.2	0	0	26.0
1967	10.5	29.8	26	0	0	0	0	0	0.2	0.2	S/D	0.2	29.8
1968	S/D	S/D	S/D	S/D	0.5	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	0.5
1969	6	2.4	10	0	0	0	0	0	0	0.2	0.9	5	10.0
1970	39.8	5	10	0	0	0	0	0	10	1.5	1.5	0	39.8
1971	0	10	11.5	0	0	0	0	0	0	0	0	3.6	11.5
1972	6.8	10	20	0	0	0	0	0	0	0	0	3	20.0
1973	19.2	0	10.2	0	0	0	0	0	2	0.5	0	5	19.2
1974	3	3.5	6	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6.0
1975	1.8	8.8	8	0	0	0	0	0	0	0	2	3.5	8.8
1976	3	38	5.6	0.2	0	0	0	0	0	0	0	1.8	38.0
1977	5	3.8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.0
1978	5.0	0.0	6.8	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	6.8
1979	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	10.0
1980	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	10.0
1981	1.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0.8	10.0
1982	S/D	5.2	2.5	1.7	0.0	0	0	0	0	0	0	5.6	5.6
1983	0.0	S/D	8.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	8.0
1984	0.0	10.5	2.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	10.5
1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0.4	0.4
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	2	0	0	0	2	2.0
1987	S/D	S/D	1.0	0.4	0.0	0	0	0	0	0	0	0	1.0
1988	9.7	4.5	2.5	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	4	9.7
1989	4.3	27.6	3.2	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	27.6
1990	3.0	0.0	6.5	0.0	0.0	0	0	0	0	0	1	3	6.5
1991	0.0	1.5	3.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	3.0
1992	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0.5
1993	0.5	0.3	2.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	2.0
1994	2.8	13.5	0.0	0.0	3.9	0	0	0	0.3	0	0	0.7	13.5
1995	3.8	0.0	2.5	0.5	0.4	0	0	0	0.2	0	1.3	0	3.8
1996	3	4.5	4	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.5	4.5
1997	2.2	2.6	0.4	0	0	0.2	0	0	0	0.6	0.6	4.9	4.9
1998	6	5.3	5	0	0	0	0	0	0	0	0.2	2.2	6.0
1999	3.7	14.7	1.9	0.3	0	0	0	0	0.2	0.1	0	0.8	14.7
2000	6.4	3.8	1.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	6.4
2001	8	7.6	3.7	1.3	0	0	0	0	0	0.1	1	0	8.0
2002	0.7	25.9	1.1	0.1	0.3	0	0	0	0.1	0.1	0.2	0.5	25.9
2003	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	0	0	0	0	0	4.1	4.1
2004	0	2.5	2.4	2.1	0	0	0	0	0.5	0	0	1.8	2.5
2005	1.2	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1	1.5
2006	6.3	7.8	4.6	0.6	0	0	0	0	0	0.2	0.5	2.7	7.8
2007	2.8	2.8	2.7	4.1	0	0	0	0	0	0	0.6	1	4.1
2008	3.9	3.5	5.3	0	0	0	0	0	0	0	0.7	0	5.3
2009	4.4	11.2	4.3	0.8	0	0	0	0	0	1.1	0.6	1.1	11.2
2010	4.5	0.7	1.8	0	0	0	0	0	0.4	0.6	0	1.7	4.5
2011	5	4.2	1.5	0.8	0	0	0	0	0	0	2.5	5	5.0
2012	0	12.5	3.1	5.5	0.5	0	0	0	0	1.4	0.5	1.5	12.5

2013	0	3.5	1	0	0.5	0	0	0	0	0	0	8.5	8.5
2014	3.5	2.2	1.4	0.6	0	0	0	0	0	0	0.7	1.2	3.5
2015	1.4	4.7	17.2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	17.2
2016	0.5	3	0.7	2.8	0	0	0	0	0	0	0	0.5	3.0
2017	22.9	1.6	15.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.9
2018	5.1	8.3	0	0.3	0	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	8.3

Registro de precipitación máxima de 24 horas - Estación Autisha

Estación: **Autisha**

Latitud: -11.74

Dpto: Lima

Parámetro: Precipitación Máxima 24 hr
(mm)

Longitud: -76.61

Prov: Huarachiri

Altitud 2171

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Pmax 24
1980	S/D	0.3	5.2	7.5	0.4	S/D	0	0	0.2	5	2.1	0.4	7.5
1981	10.2	10.7	14.8	5	0.1	0.3	0.1	1.7	2.1	3.7	3.3	S/D	14.8
1982	7.7	11.2	3.8	6.7	0.3	0	0.3	1	0	5.3	5.1	0.4	11.2
1983	S/D	S/D	S/D	7.1	0	0	0	0	0.4	S/D	S/D	S/D	7.1
1984	5.1	14	5.1	6	0.5	0	0	0	0	1.4	4.3	4.2	14.0
1985	1	6.1	2	6.1	0	0	0	0	0.2	1.4	0	1.1	6.1
1986	3.5	3.3		2.3	4	0	0	0	4.3	0	0	4.1	4.3
1987	6.3	10	11.6	5.9	4.3	0	0	0	0	0	4.1	4.7	11.6
1988	6.7	9.8	7.4	1.9	1	0	0	0	0	0.6	0.4	3.7	9.8
1989	10.5	25	7.6	1.3	0	0	0	0	0	3.1	0	1.3	25.0
1990	4.2	5.1	5.4	1.6	0	0	0	0	0	2.3	6.2	18.2	18.2
1991	1.8	5.9	25.7	0	0	0	0	0	0	5.3	6.7	3.2	25.7
1992	0.7	1.7	6.3	0	0	0	0	0	0	2.3	0.9	1.4	6.3
1993	23.3	15.9	15.5	5.4	1.3	0	0	0	1.3	3.3	4.1	4.4	23.3
1994	11.2	10.7	10.4	4.6	2.1	0	0	0	2.3	1.4	3.1	4.1	11.2
1995	6.7	6.5	9.3	5.2	3.6	0	0	0	1.5	1.7	4.7	7.2	9.3
1996	18.4	14.5	9.4	7.3	0.4	0	0	0	0.3	0.6	0.5	3.7	18.4
1997	4.6	5.1	1.9	0.2	0.1	0	0	0.3	6.2	3.7	3.3	15	15.0
1998	16.9	34.9	15.2	3.1	0.0	0	0	0	0.7	0.8	2.1	3.2	34.9
1999	22.1	19.6	11.9	4.3	0.3	0	0	0.1	1.2	3.1	0.9	2.6	22.1
2000	7.1	8.9	7.2	2.0	1.1	0	0	0	0.9	2.3	1.1	8.9	8.9
2001	8.1	12.5	15.0	3.2	0.0	0	0	0	1.7	1.8	4.3	0.1	15.0
2002	3.3	16.3	9.5	4.4	0.9	0	0	0	0.7	2.3	4.1	0.8	16.3
2003	9.2	9.9	14.6	4.4	1.1	0	0	0	0	0.1	0.7	25.5	25.5
2004	8.7	14.4	6.9	4.1	0.0	0	0	0	1.3	1.1	3.1	10.5	14.4

Anexo C.
Corrección de Precipitación

Corrección de datos outlier – Estación Sanata Eulalia

Año	Pmax 24	Log (P24hr)	Año	Pmax 24	Log (P24hr)
1964	5.4	0.73	2001	8.0	0.90
1965	1.2	0.08	2002	25.9	1.41
1966	26.0	1.41	2003	4.1	0.61
1967	29.8	1.47	2004	2.5	0.40
1968	0.5	-0.30	2005	1.5	0.18
1969	10.0	1.00	2006	7.8	0.89
1970	39.8	1.60	2007	4.1	0.61
1971	11.5	1.06	2008	5.3	0.72
1972	20.0	1.30	2009	11.2	1.05
1973	19.2	1.28	2010	4.5	0.65
1974	6.0	0.78	2011	5.0	0.70
1975	8.8	0.94	2012	12.5	1.10
1976	38.0	1.58	2013	8.5	0.93
1977	5.0	0.70	2014	3.5	0.54
1978	6.8	0.83	2015	17.2	1.24
1979	10.0	1.00	2016	3.0	0.48
1980	10.0	1.00	2017	22.9	1.36
1981	10.0	1.00	2018	8.3	0.92
1982	5.6	0.75	2001	8.0	0.90
1983	8.0	0.90	2002	25.9	1.41
1984	10.5	1.02	2003	4.1	0.61
1985	0.4	-0.40	2004	2.5	0.40
1986	2.0	0.30	2005	1.5	0.18
1987	1.0	0.00	2006	7.8	0.89
1988	9.7	0.99	2007	4.1	0.61
1989	27.6	1.44	2008	5.3	0.72
1990	6.5	0.81	2009	11.2	1.05
1991	3.0	0.48	2010	4.5	0.65
1992	0.5	-0.30	2011	5.0	0.70
1993	2.0	0.30	2012	12.5	1.10
1994	13.5	1.13	2013	8.5	0.93
1995	3.8	0.58	2014	3.5	0.54
1996	4.5	0.65	2015	17.2	1.24
1997	4.9	0.69	2016	3.0	0.48
1998	6.0	0.78	2017	22.9	1.36
1999	14.7	1.17	2018	8.3	0.92
2000	6.4	0.81			

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	P24hr	Log(P24hr)
Número de datos (N)	55.00	55
Sumatoria	544.40	44.27
Valor Máximo	39.80	1.60
Valor Mínimo	0.40	-0.40
Media:	9.90	0.805
Varianza:	84.29	0.207
Desviación Estándar:	9.18	0.455
Coefficiente Variación:	0.93	0.566
Coefficiente de Sesgo:	1.65	-0.6917
Se Considera:	Detectar Datos Dudosos bajos	

n= 55.00 Kn= 2.804 Kn: Valor recomendado, varia según el valor de n (significancia:10%)		
Umbral de datos dudosos altos (xH: unidad. Logaritmicas) $x_H = \bar{x} + k_n \cdot s$ xH= 2.08 Precipitacion maxima aceptaba PH= 10^{x_H} PH= 120.66 mm		
NO EXISTEN DATOS DUDOSOS ALTO DE LA MUESTRA		
Umbral de datos dudosos bajos (xL: unidad. Logaritmicas) $x_L = \bar{x} - k_n \cdot s$ xL= -0.47 Precipitacion minima aceptaba PH= 10^{x_H} PL= 0.34 mm		
NO EXISTEN DATOS DUDOSOS MINIMO DE LA MUESTRA		

Corrección de datos outlier - Estación Autisha

Año	Pmax 24	Log (P24hr)	Año	Pmax 24	Log (P24hr)
1980	7.5	0.88	2006	30.8	1.49
1981	14.8	1.17	2007	27.8	1.44
1982	11.2	1.05	2008	19.9	1.30
1983	7.1	0.85	2009	15.3	1.18
1984	14.0	1.15	2010	14.3	1.16
1985	6.1	0.79	2011	14.4	1.16
1986	4.3	0.63	2012	21.3	1.33
1987	11.6	1.06	2013	18.0	1.26
1988	9.8	0.99	2015	9.0	0.95
1989	25.0	1.40	2016	17.0	1.23
1990	18.2	1.26	2017	17.4	1.24
1991	25.7	1.41	2018	9.9	1.00
1992	6.3	0.80	2005	11.7	1.07
1993	23.3	1.37	2006	30.8	1.49
1994	11.2	1.05	2007	27.8	1.44
1995	9.3	0.97	2008	19.9	1.30
1996	18.4	1.26	2009	15.3	1.18
1997	15.0	1.18	2010	14.3	1.16
1998	34.9	1.54	2011	14.4	1.16
1999	22.1	1.34	2012	21.3	1.33
2000	8.9	0.95	2013	18.0	1.26
2001	15.0	1.18	2015	9.0	0.95
2002	16.3	1.21	2016	17.0	1.23
2003	25.5	1.41	2017	17.4	1.24
2004	14.4	1.16	2018	9.9	1.00
2005	11.7	1.07			

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	P24hr	Log(P24hr)
Número de datos (N)	38.00	38
Sumatoria	602.70	43.85
Valor Máximo	34.90	1.54
Valor Mínimo	4.30	0.63
Media:	15.86	1.154
Varianza:	52.21	0.044
Desviación Estándar:	7.23	0.210
Coefficiente Variación:	0.46	0.182
Coefficiente de Sesgo:	0.69	-0.3772
Se Considera:	Detectar Datos Dudosos bajos	

n= 38.00 Kn= 2.661 Kn: Valor recomendado, varia según el valor de n (significancia:10%)		
Umbral de datos dudosos altos (xH: unidad. Logaritmicas)		
$x_H = \bar{x} + k_n \cdot S$	xH=	1.71
Precipitacion maxima aceptaba		
PH= 10^{x_H}	PH=	51.57 mm
NO EXISTEN DATOS DUDOSOS ALTO DE LA MUESTRA		
Umbral de datos dudosos bajos (xL: unidad. Logaritmicas)		
$x_L = \bar{x} - k_n \cdot S$	xL=	0.60
Precipitacion minima aceptaba		
PH= 10^{x_H}	PL=	3.94 mm
NO EXISTEN DATOS DUDOSOS MINIMO DE LA MUESTRA		

Corrección de datos outlier – Estación Antioquía

Año	Pmax 24	Log (P24hr)	Año	Pmax 24	Log (P24hr)
1965	18.3	1.26	1995	13.2	1.12
1966	13.0	1.11	1996	7.9	0.90
1967	21.3	1.33	1997	11.6	1.06
1969	32.0	1.51	1998	9.8	0.99
1970	32.9	1.52	1999	17.5	1.24
1971	5.5	0.74	2000	12.6	1.10
1972	14.5	1.16	2001	10.3	1.01
1973	37.0	1.57	2002	12.6	1.10
1974	12.0	1.08	2003	5.6	0.75
1975	18.3	1.26	2004	11.5	1.06
1976	29.0	1.46	2006	14.8	1.17
1977	21.0	1.32	2007	7.2	0.86
1978	2.5	0.40	2008	13.4	1.13
1979	50.6	1.70	2009	16.5	1.22
1980	5.0	0.70	2010	5.8	0.76
1981	28.5	1.45	2011	3.3	0.52
1982	5.5	0.74	2012	4.5	0.65
1983	17.5	1.24	2013	25.1	1.40
1984	13.0	1.11	2014	11.1	1.05
1985	13.3	1.12	2015	9.2	0.96
1986	7.3	0.86	2016	3.9	0.59
1987	5.1	0.71	2017	9.6	0.98
1988	21.8	1.34	2018	8.8	0.94
1989	9.0	0.95			
1990	9.5	0.98			
1991	7.5	0.88			
1992	3.4	0.53			
1993	7.4	0.87			
1994	21.8	1.34			

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	P24hr	Log(P24hr)
Número de datos (N)	52.00	52
Sumatoria	729.30	54.83
Valor Máximo	50.60	1.70
Valor Mínimo	2.50	0.40
Media:	14.03	1.054
Varianza:	93.86	0.084
Desviación Estándar:	9.69	0.290
Coefficiente Variación:	0.69	0.275
Coefficiente de Sesgo:	1.60	-0.0675
Se Considera:	Detectar Datos Dudosos bajos	

n= 52.00 Kn= 2.7824 Kn: Valor recomendado, varia según el valor de n (significancia:10%)		
Umbral de datos dudosos altos (xH: unidad. Logaritmicas)		
$x_H = \bar{x} + k_n \cdot s$	xH=	1.86
Precipitacion maxima aceptaba		
PH= 10^{x_H}	PH=	72.78 mm
NO EXISTEN DATOS DUDOSOS ALTO DE LA MUESTRA		
Umbral de datos dudosos bajos (xL: unidad. Logaritmicas)		
$x_L = \bar{x} - k_n \cdot s$	xL=	0.25
Precipitacion minima aceptaba		
PH= 10^{x_H}	PL=	1.77 mm
NO EXISTEN DATOS DUDOSOS MINIMO DE LA MUESTRA		

Corrección de datos outlier – Estación Chosica

Año	Pmax 24	Log (P24hr)
1989	4.1	0.61
1990	3.2	0.51
1991	3.7	0.57
1992	2.3	0.36
1993	2.4	0.38
1994	16.0	1.20
1995	3.0	0.48
1996	5.8	0.76
1997	0.5	-0.30
1998	6.5	0.81
1999	6.5	0.81
2000	6.0	0.78
2001	5.2	0.72
2002	16.7	1.22
2003	2.8	0.45
2004	1.6	0.20
2005	1.2	0.08
2006	5.6	0.75
2007	7.7	0.89
2008	4.0	0.60
2009	8.0	0.90
2010	0.8	-0.10
2011	5.7	0.76
2012	37.0	1.57
2013	2.3	0.36
2014	6.2	0.79
2015	18.3	1.26
2016	5.3	0.72
2017	19.5	1.29
2018	9.4	0.97
2019	6.0	0.78
2020	12.0	1.08
2021	5.0	0.70

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	P24hr	Log(P24hr)
Número de datos (N)	33.00	33.000
Sumatoria	240.30	22.972
Valor Máximo	37.00	1.568
Valor Mínimo	0.50	-0.301
Media:	7.28	0.696
Varianza:	52.88	0.159
Desviación Estándar:	7.27	0.399
Coefficiente Variación:	1.00	0.572
Coefficiente de Sesgo:	2.53	-0.2924
Se Considera:	Aplicar pruebas para detectar datos dudosos altos y bajos	

n= 33.00 Kn= 2.604 Kn: Valor recomendado, varia según el valor de n (significancia:10%)		
Umbral de datos dudosos altos (xH: unidad. Logaritmicas)		
$x_H = \bar{x} + k_n \cdot s$	xH=	1.73
Precipitacion maxima aceptaba		
PH= 10^{x_H}	PH=	54.18 mm
NO EXISTEN DATOS DUDOSOS ALTO DE LA MUESTRA		
Umbral de datos dudosos bajos (xL: unidad. Logaritmicas)		
$x_L = \bar{x} - k_n \cdot s$	xL=	-0.34
Precipitacion minima aceptaba		
PH= 10^{x_H}	PL=	0.46 mm
NO EXISTEN DATOS DUDOSOS MINIMO DE LA MUESTRA		

Corrección de datos outlier - Estación Ñaña

Año	Pmax24	Log(P24hr)
1964	0.6	-0.22
1965	0.6	-0.22
1966	2.0	0.30
1967	3.6	0.56
1969	3.0	0.48
1974	0.8	-0.10
1975	4.5	0.65
1976	8.0	0.90
1977	1.6	0.20
1978	1.5	0.18
1979	2.9	0.46
1988	1.4	0.15
1989	1.6	0.20
1991	0.3	-0.52
1994	0.6	-0.22
2000	4.2	0.62
2001	0.9	-0.05
2002	13.4	1.13
2012	4.4	0.64
2013	3.2	0.51
2014	3.4	0.53
2015	2.4	0.38
2017	4.2	0.62
2018	2.8	0.45
2019	2.4	0.38
2020	1.2	0.08
2021	1.2	0.08

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	P24hr	Log(P24hr)
Número de datos (N)	27.00	27
Sumatoria	76.70	8.17
Valor Máximo	13.40	1.13
Valor Mínimo	0.30	-0.52
Media:	2.84	0.303
Varianza:	7.34	0.142
Desviación Estándar:	2.71	0.376
Coefficiente Variación:	0.95	1.243
Coefficiente de Sesgo:	2.60	-0.1221
Se Considera:	Detectar Datos Dudosos bajos	

n= 27.00 Kn= 2.519 Kn: Valor recomendado, varia según el valor de n (significancia:10%)		
Umbral de datos dudosos altos (xH: unidad. Logaritmicas)		
$x_H = \bar{x} + k_n \cdot s$	xH=	1.25
Precipitacion maxima aceptaba		
PH= 10^{x_H}	PH=	17.79 mm
NO EXISTEN DATOS DUDOSOS ALTO DE LA MUESTRA		
Umbral de datos dudosos bajos (xL: unidad. Logaritmicas)		
$x_L = \bar{x} - k_n \cdot s$	xL=	-0.64
Precipitacion minima aceptaba		
PH= 10^{x_H}	PL=	0.23 mm
NO EXISTEN DATOS DUDOSOS MINIMO DE LA MUESTRA		

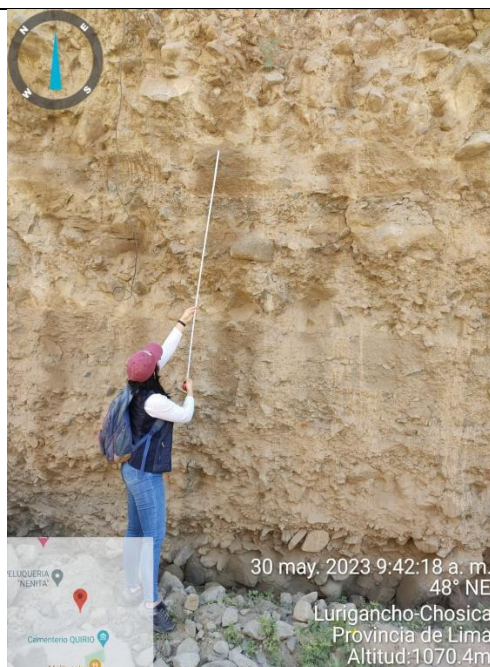
Anexo D.
Panel Fotográfico

FOTOGRAFÍA N° 01



Se aprecia la malla N°1 donde existen rocas que fueron arrastradas durante los últimos eventos en la zona, sin embargo, al momento no ha sido descolmatada.

FOTOGRAFÍA N° 02



Se midió la huella hídrica en la parte media de la microcuenca, la cual fue de 2.60m en esa zona

FOTOGRAFÍA N° 03



Se puede observar que ambos márgenes de la quebrada existe población asentada, así mismo las laderas del cauce se encuentran erosionadas

FOTOGRAFÍA N° 04



El cauce en la parte media de la quebrada se encuentra limpio, con presencia de depósitos aluviales.

FOTOGRAFÍA N° 05



Se pudo observar que la malla N°02 se encontraba descolmatada y el cauce limpio

FOTOGRAFÍA N° 06



Podemos observar un cauce limpio, rodeado de árboles, los cuales sirven de contención ante posibles eventos.

FOTOGRAFÍA N° 07



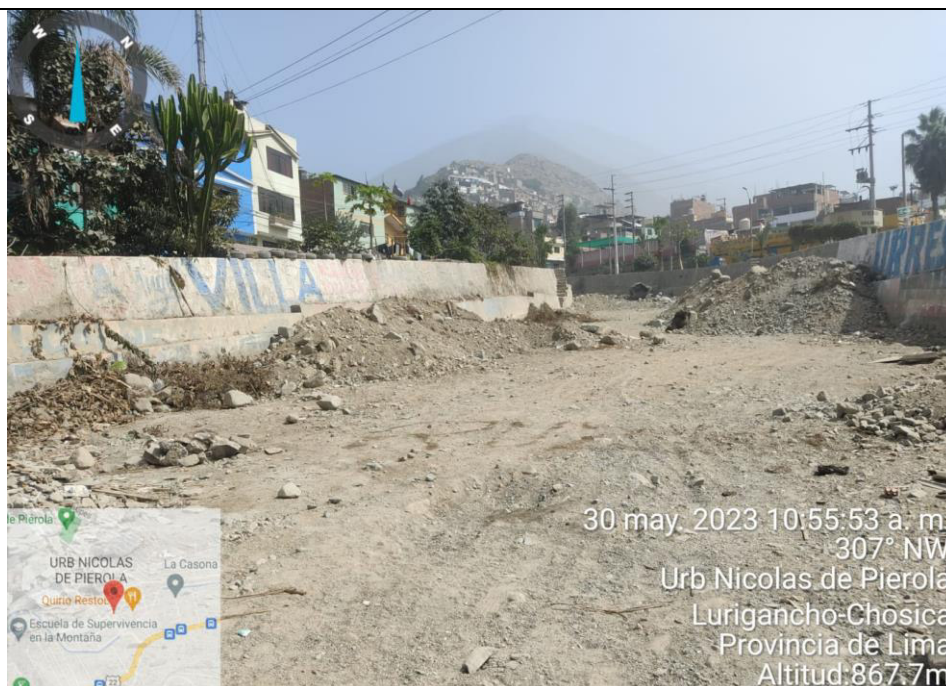
Los diques se encuentran deteriorándose.

FOTOGRAFÍA N° 08



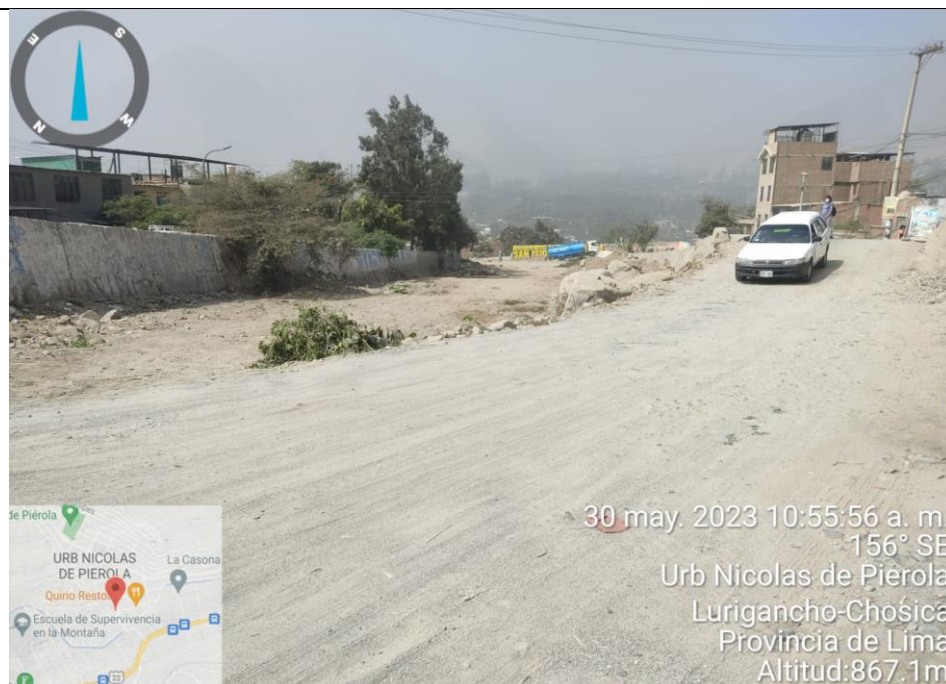
En esta zona se puede observar que los muros de contención deteriorado y diques en mal estado. Así mismo, las viviendas están ubicadas en la orilla de la quebrada, construidas sobre un muro de contención, el cual con el transcurrir de los años ha ido deteriorándose cada vez más.

FOTOGRAFÍA N° 09



Se pudo notar presencia de material de agregados acumulado dentro del cauce de la quebrada

FOTOGRAFÍA N° 10



Se pudo observar que la vía principal de tránsito concurre con la quebrada Quirio

FOTOGRAFÍA N° 11



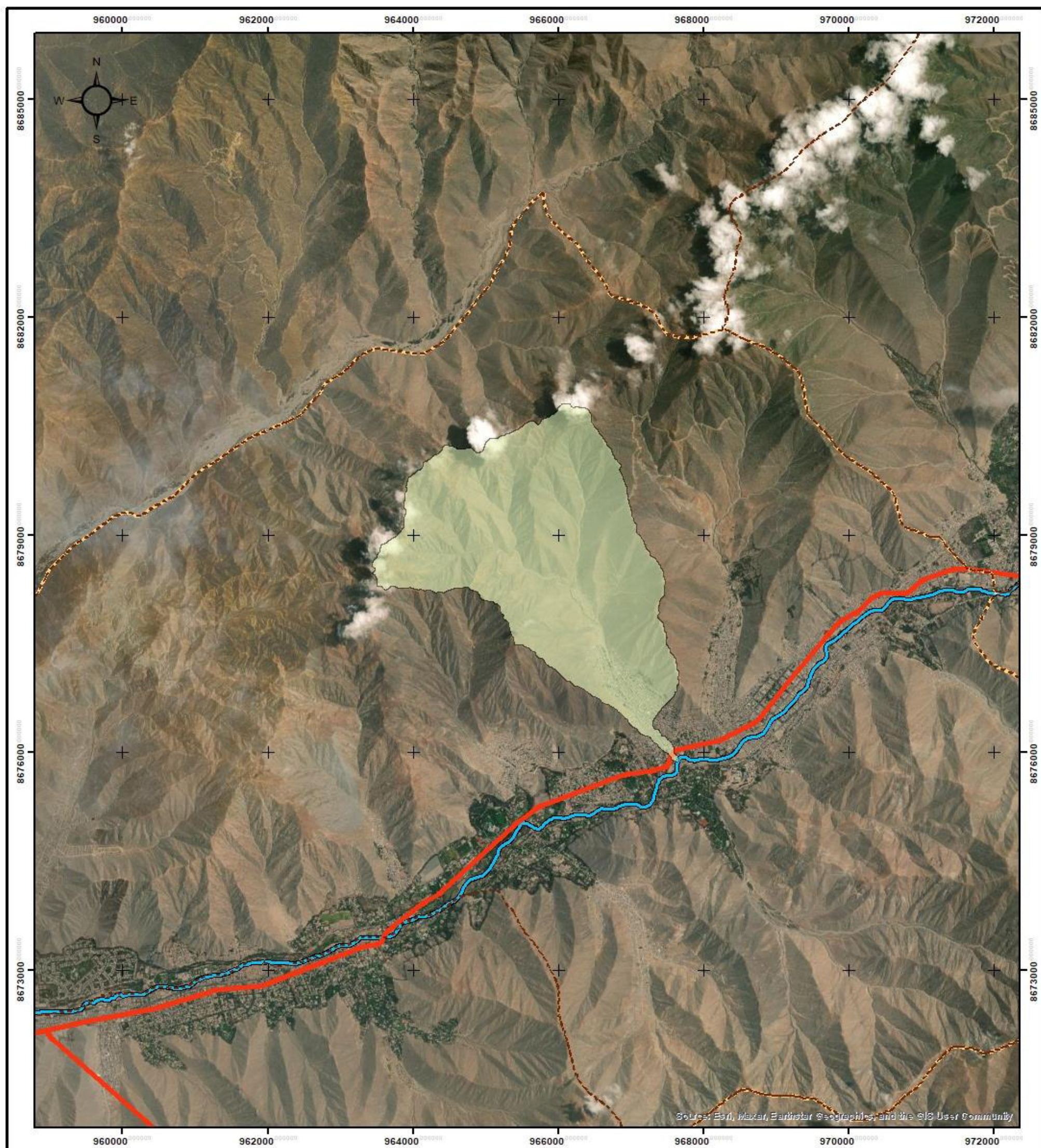
Zona inicial, de ingreso al Pueblo Joven Nicolás de Piérola

FOTOGRAFÍA N° 12



En la desembocadura de la microcuenca Quirio, se pudo observar la presencia de material de desmonte, acumulado hasta la zona donde confluye con el río Rimac.

Anexo E.**Mapas**



SIGNOS CONVENCIONALES

- Microcuenca Quirio
- Red vial
- Rio Rimac
- INEI-Límite distrital
- INEI-Límite provincial

Escala: 1:50,000

0 310 620 1,240 1,860 2,480 m.

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL, GEOGRAFICA Y ECOTURISMOGESTIÓN DE INUNDACIONES POR CAUDALES MÁXIMOS
EN LA PARTE BAJA DE LA MICROCUENCA QUIRIO

Mapa de ubicación

TÍTULO DEL MAPA

MA-01

01

CLAVE / PLANO

NO. DE PLANO

METROS

MARZO 2023

1:50,000

ADOTACIÓN

FECHA

ESCALA

ELABORADO POR:

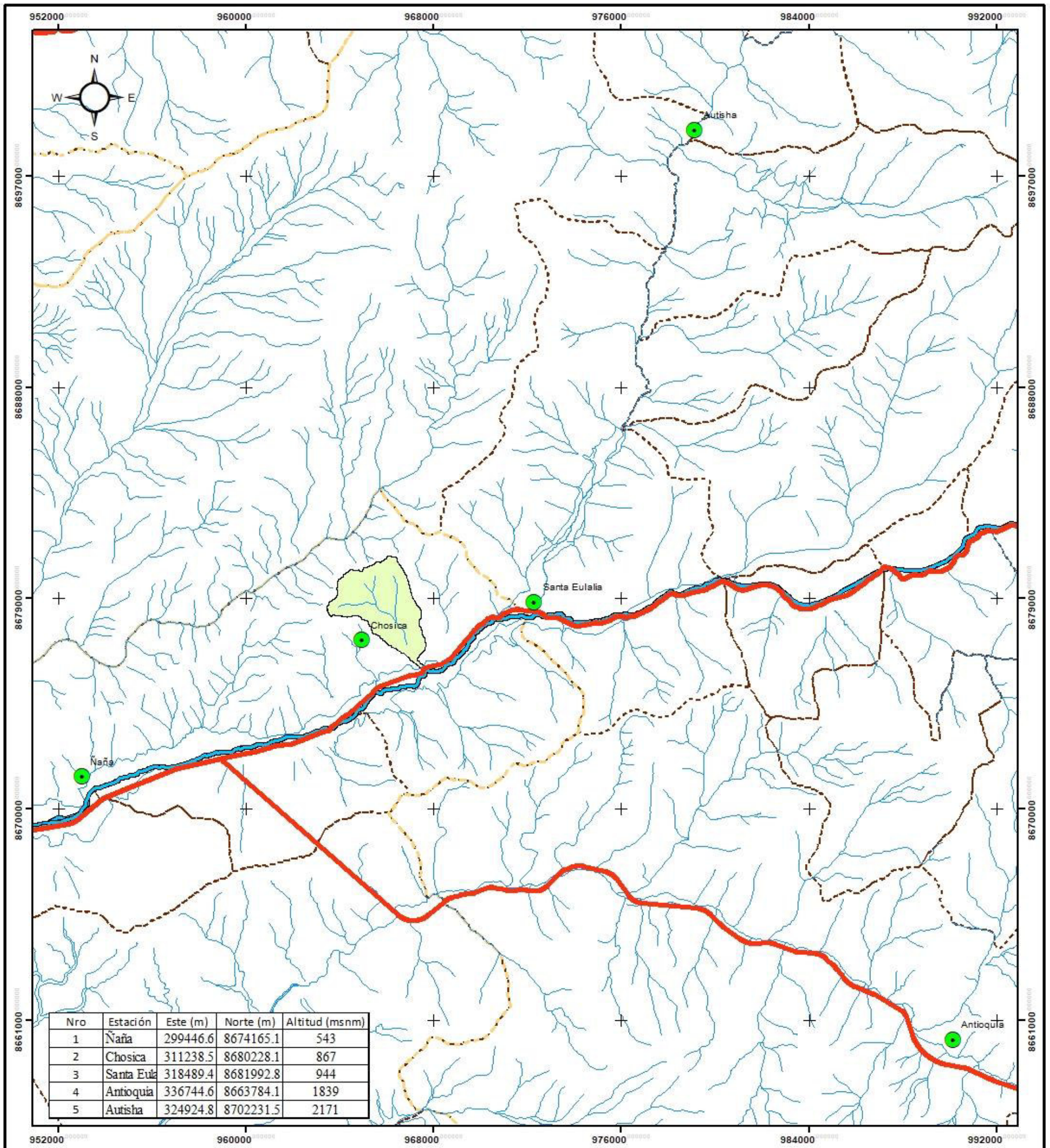
VERÓNICA SILVA VEGA

SISTEMA DE COORDENADAS

Datum WGS 84
Sistema de coordenadas- UTM -
Zona 18S

FUENTE:

IGN, INEI, CENEPRED,
INGEMMET, MINAM



SIGNOS CONVENCIONALES

- Estaciones.csv Events
- Red vial
- Rio Rimac
- Red Hidrica
- Microcuenca Quirio
- INEI-Límite provincial
- INEI-Límite distrital

Escala: 1:154,857

0 9501,900 3,800 5,700 7,600 m.

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL, GEOGRAFICA Y ECOTURISMOGESTIÓN DE INUNDACIONES POR CAUDALES MÁXIMOS
EN LA PARTE BAJA DE LA MICROCUENCA QUIRIO

Mapa de estaciones meteorológicas

TÍTULO DEL MAPA

MA-02

02

CLAVE / PLANO

NO. DE PLANO

METROS

MARZO 2023

1:154,857

ACOTACIÓN

FECHA

ESCALA

ELABORADO POR:

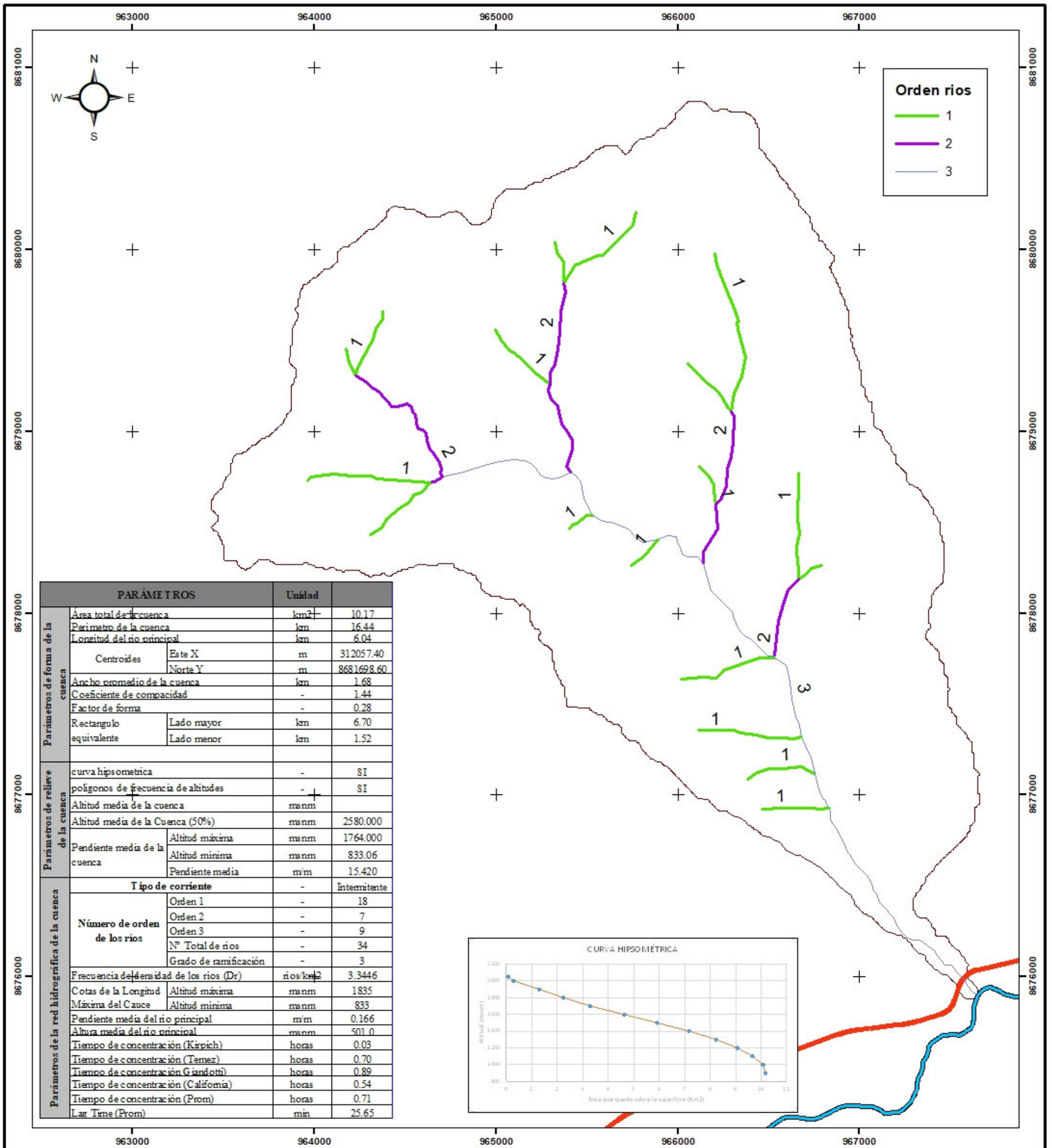
VERÓNICA SILVA VEGA

SISTEMA DE COORDENADAS

Datum WGS 84
Sistema de coordenadas- UTM -
Zona 18S

FUENTE:

IGN, INEI, CENEPRED,
INGEMMET, MINAM



SIGNOS CONVENCIONALES

- Red vial
- Rio Rimac
- Microcuenca Quirio

Escala: 1:20,000

0 120 240 480 720 960 m.

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL, GEOGRÁFICA Y ECOTURISMOGESTIÓN DE INUNDACIONES POR CAUDALES MÁXIMOS
EN LA PARTE BAJA DE LA MICROCUENCA QUIRIO

Mapa de Parámetros

TÍTULO DEL MAPA

MA-03

03

CLAVE / PLANO

NO. DE PLANO

METROS

MARZO 2023

1:20,000

ACOTACIÓN

FECHA

ESCALA

ELABORADO POR:

VERÓNICA SILVA VEGA

SISTEMA DE COORDENADAS

Datum WGS 84

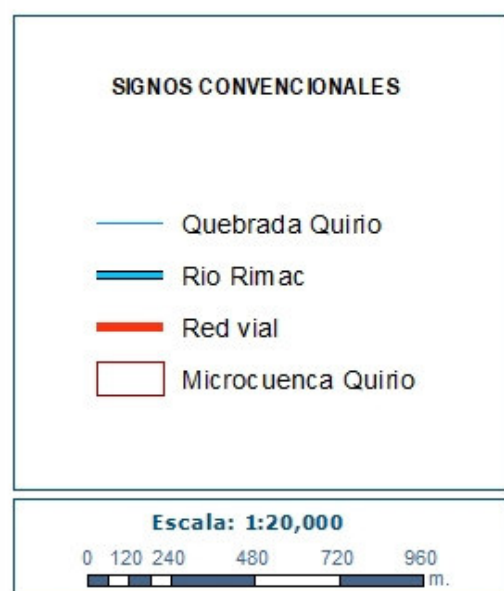
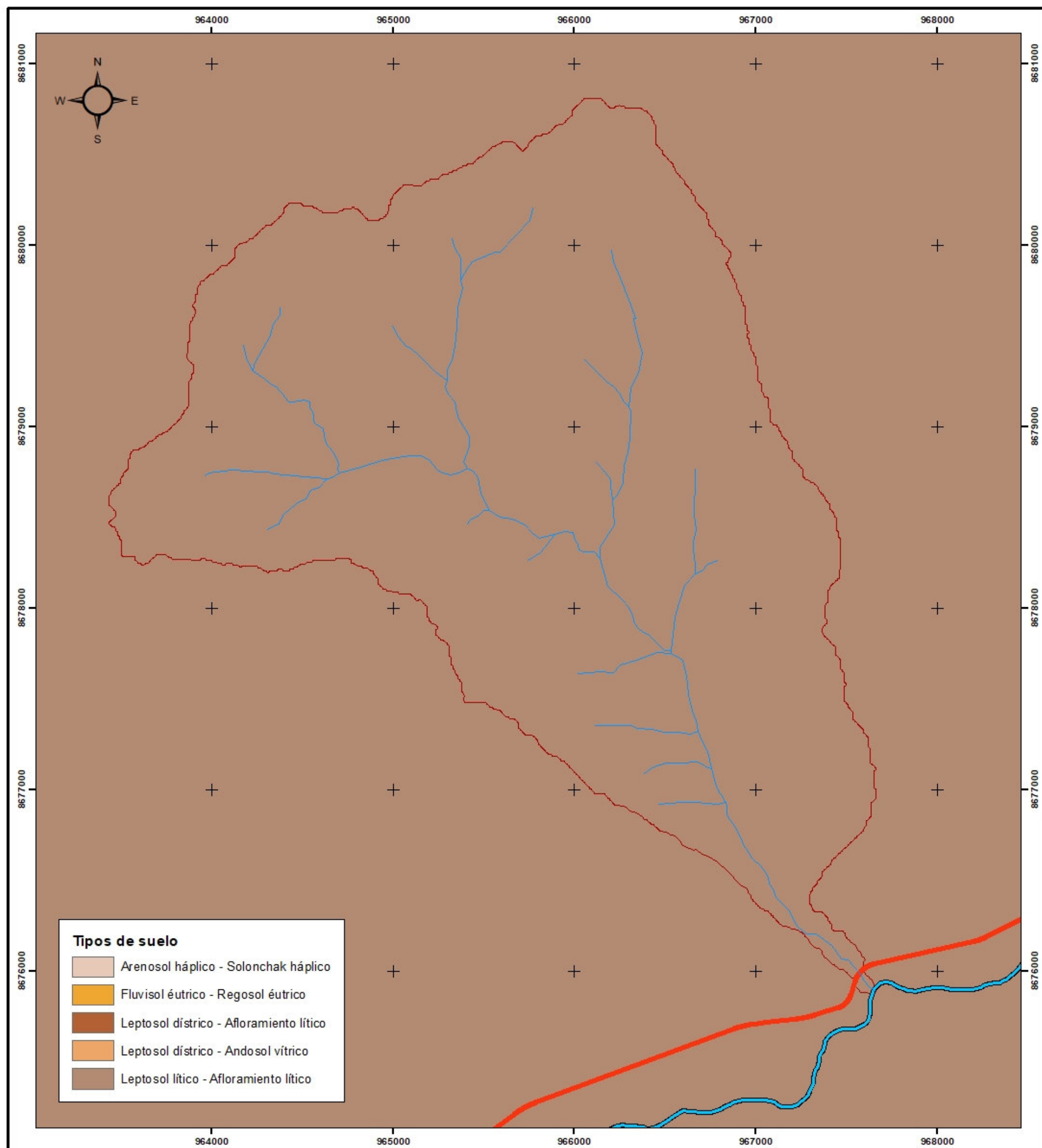
Sistema de coordenadas - UTM -

Zona 18 S

FUENTE:

IGN, INEI, CENEPED,

INGEMMET, MINAM



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL, GEOGRÁFICA Y ECOTURISMO

**GESTIÓN DE INUNDACIONES POR CAUDALES MÁXIMOS
EN LA PARTE BAJA DE LA MICROCUENCA QUIRIO**

Mapa de Suelos

TÍTULO DEL MAPA

MA-04 04

CLAVE / PLANO NO. DE PLANO

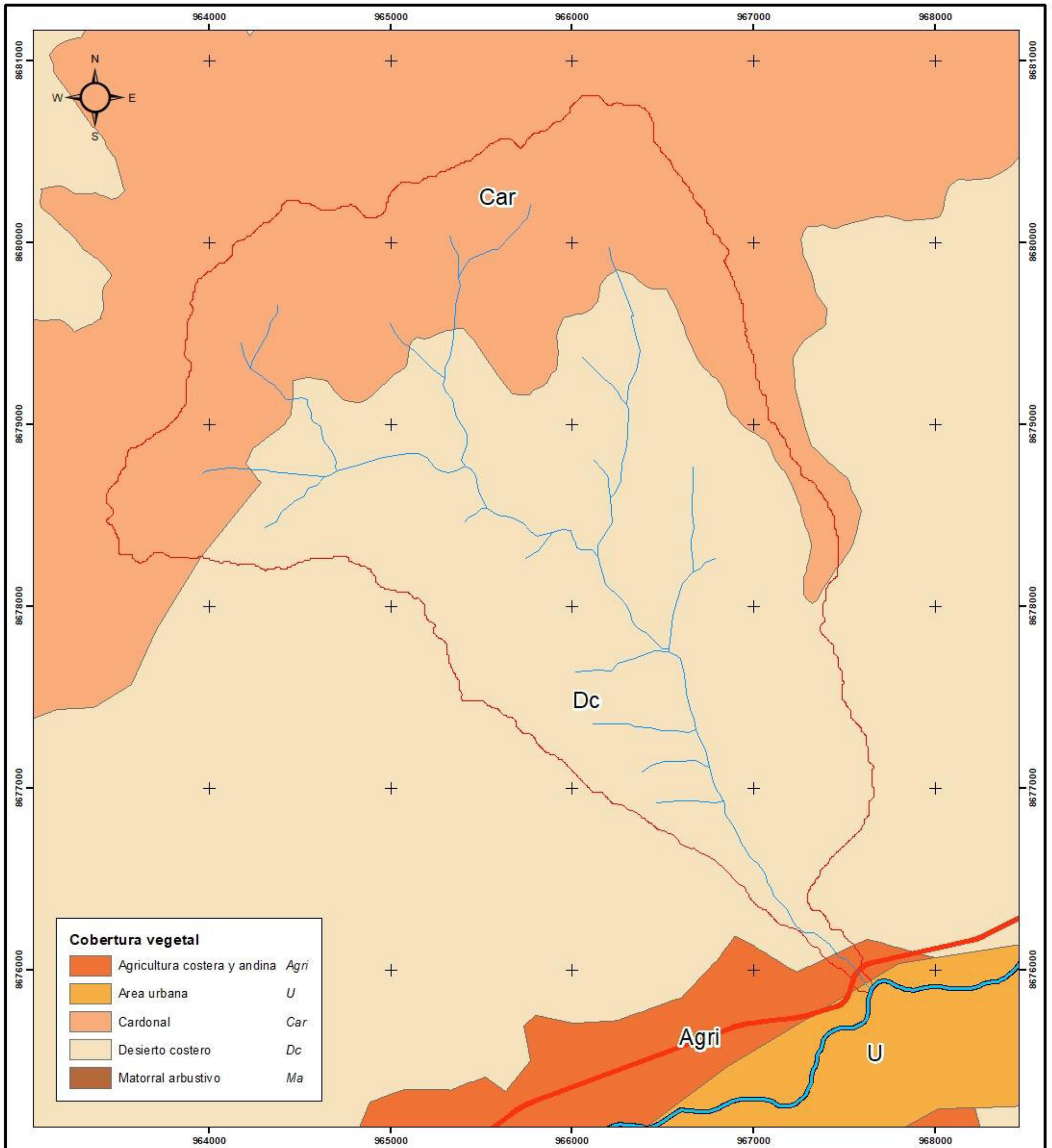
METROS MARZO 2023 1:20,000

ACOTACIÓN FECHA ESCALA

ELABORADO POR: VERÓNICA SILVA VEGA

SISTEMA DE COORDENADAS
Datum WGS 84
Sistema de coordenadas - UTM -
Zona 18 S

FUENTE: IGN, INEI, CENEPRED, INGENMET, MINAM



SIGNOS CONVENCIONALES

- Quebrada Quirio
- Rio Rimac
- Red vial
- Microcuenca Quirio

Escala: 1:20,000

0 120 240 480 720 960 m.

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL, GEOGRAFICA Y ECOTURISMOGESTIÓN DE INUNDACIONES POR CAUDALES MÁXIMOS
EN LA PARTE BAJA DE LA MICROCUENCA QUIRIO

Mapa de Cobertura Vegetal

TITULO DEL MAPA

MA-05

05

CLAVE / PLANO

NO. DE PLANO

METROS

MARZO 2023

1:20,000

ADOTACIÓN

FECHA

ESCALA

ELABORADO POR:

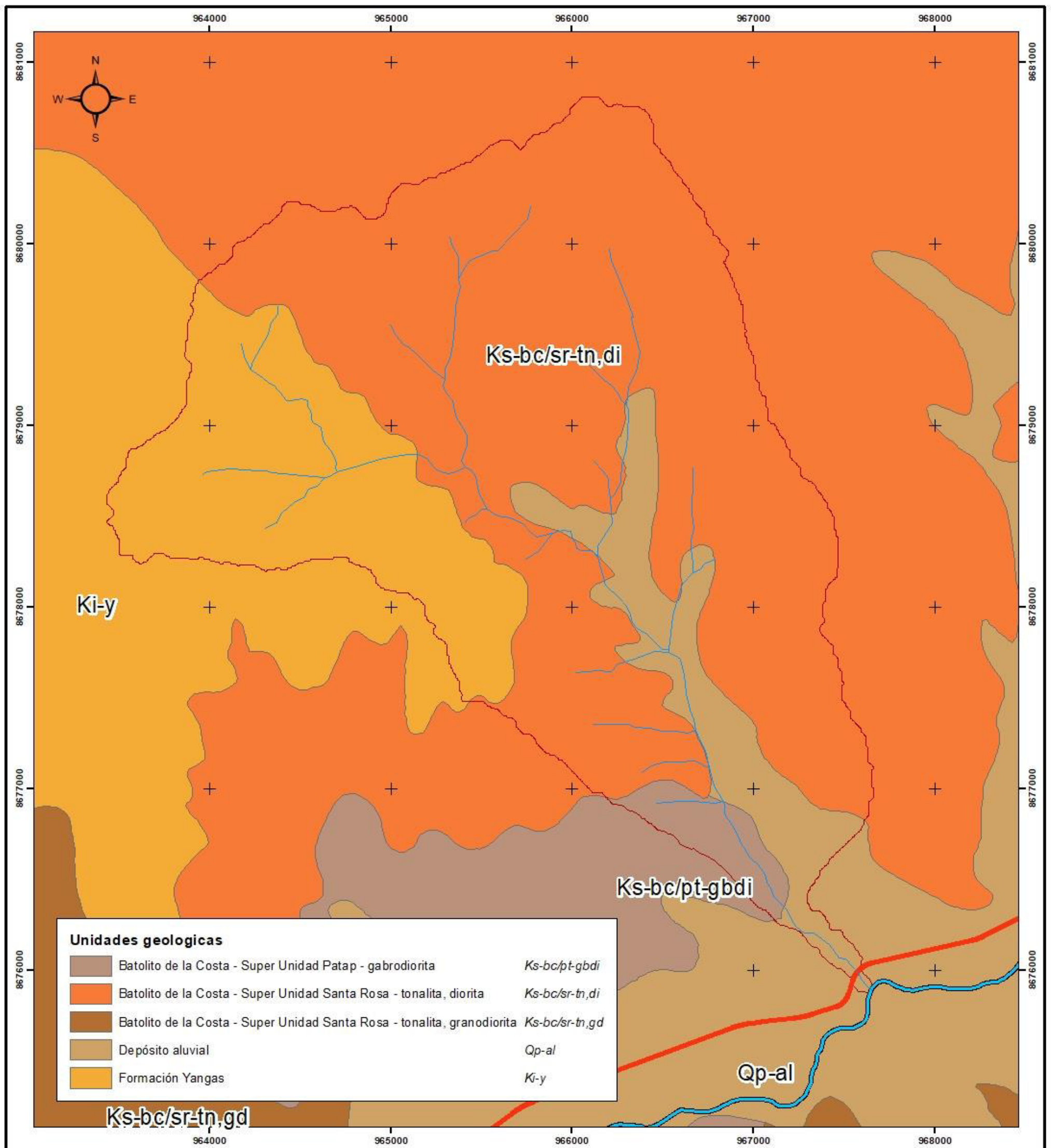
VERÓNICA SILVA VEGA

SISTEMA DE COORDENADAS

Datum WGS 84
Sistema de coordenadas UTM -
Zona 18 S

FUENTE:

IGN, INEI, CENEPRED,
INGEMMET, MINAM



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL, GEOGRÁFICA Y ECOTURISMO

**GESTIÓN DE INUNDACIONES POR CAUDALES MÁXIMOS
EN LA PARTE BAJA DE LA MICROCUENCA QUIRIO**

Mapa geológico

TÍTULO DEL MAPA

MA-06 06

CLAVE / PLANO NO. DE PLANO

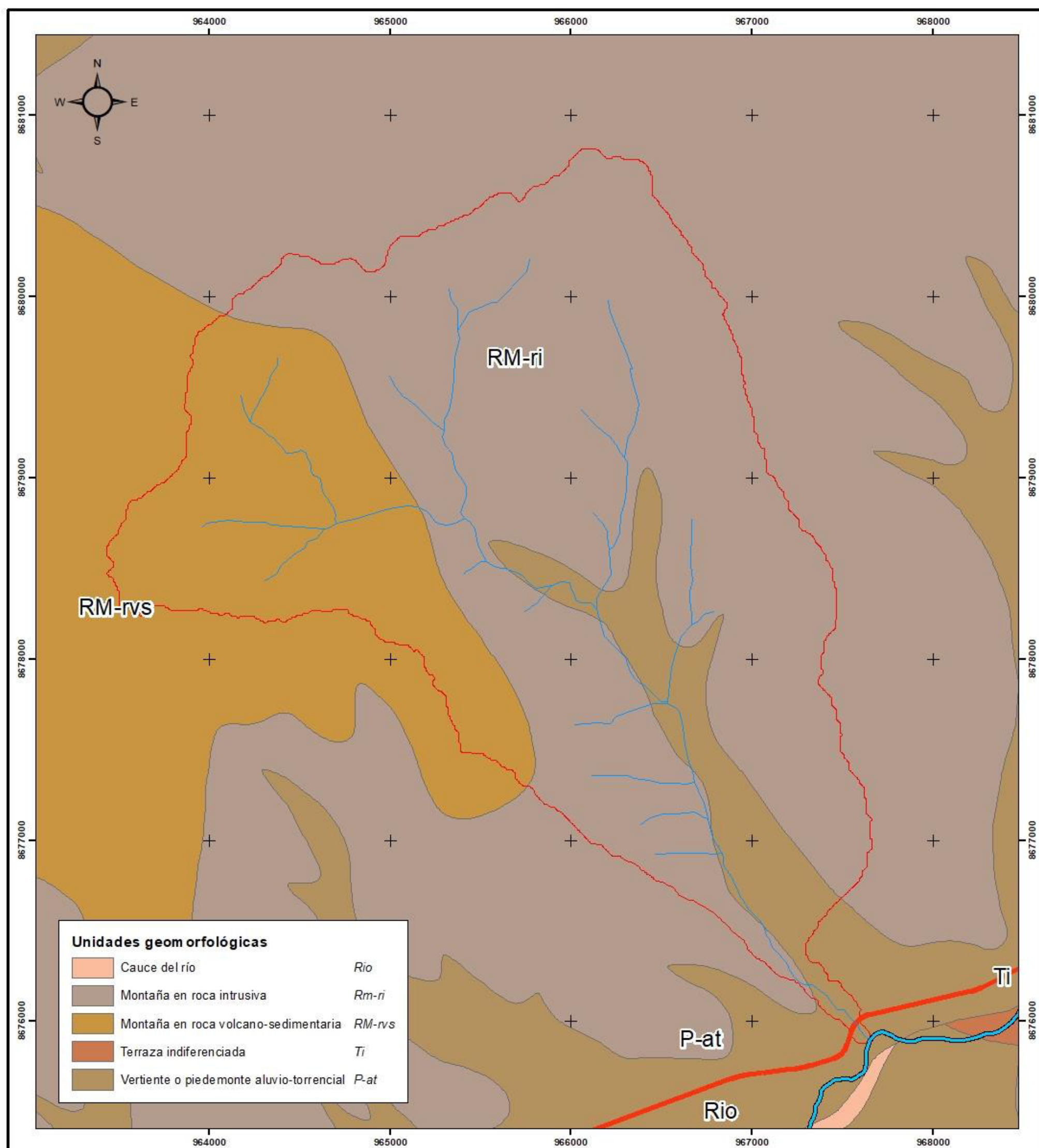
METROS MARZO 2023 1:20,000

ACOTACIÓN FECHA ESCALA

ELABORADO POR: VERÓNICA SILVA VEGA

SISTEMA DE COORDENADAS: Datum WGS 84, Sistema de coordenadas - UTM - Zona 18S

FUENTE: IGN, INEI, CENEPRED, INGEMMET, MINAM



SIGNOS CONVENCIONALES

- Quebrada Quirio
- Rio Rimac
- Red vial
- Microcuenca Quirio

Escala: 1:20,000

0 120 240 480 720 960 m.

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL, GEOGRAFICA Y ECOTURISMOGESTIÓN DE INUNDACIONES POR CAUDALES MÁXIMOS
EN LA PARTE BAJA DE LA MICROCUENCA QUIRIO

Mapa geomorfológico

TÍTULO DEL MAPA

MA-07

07

CLAVE / PLANO

NO. DE PLANO

METROS

MARZO 2023

1:20,000

ADOTACIÓN

FECHA

ESCALA

ELABORADO POR:

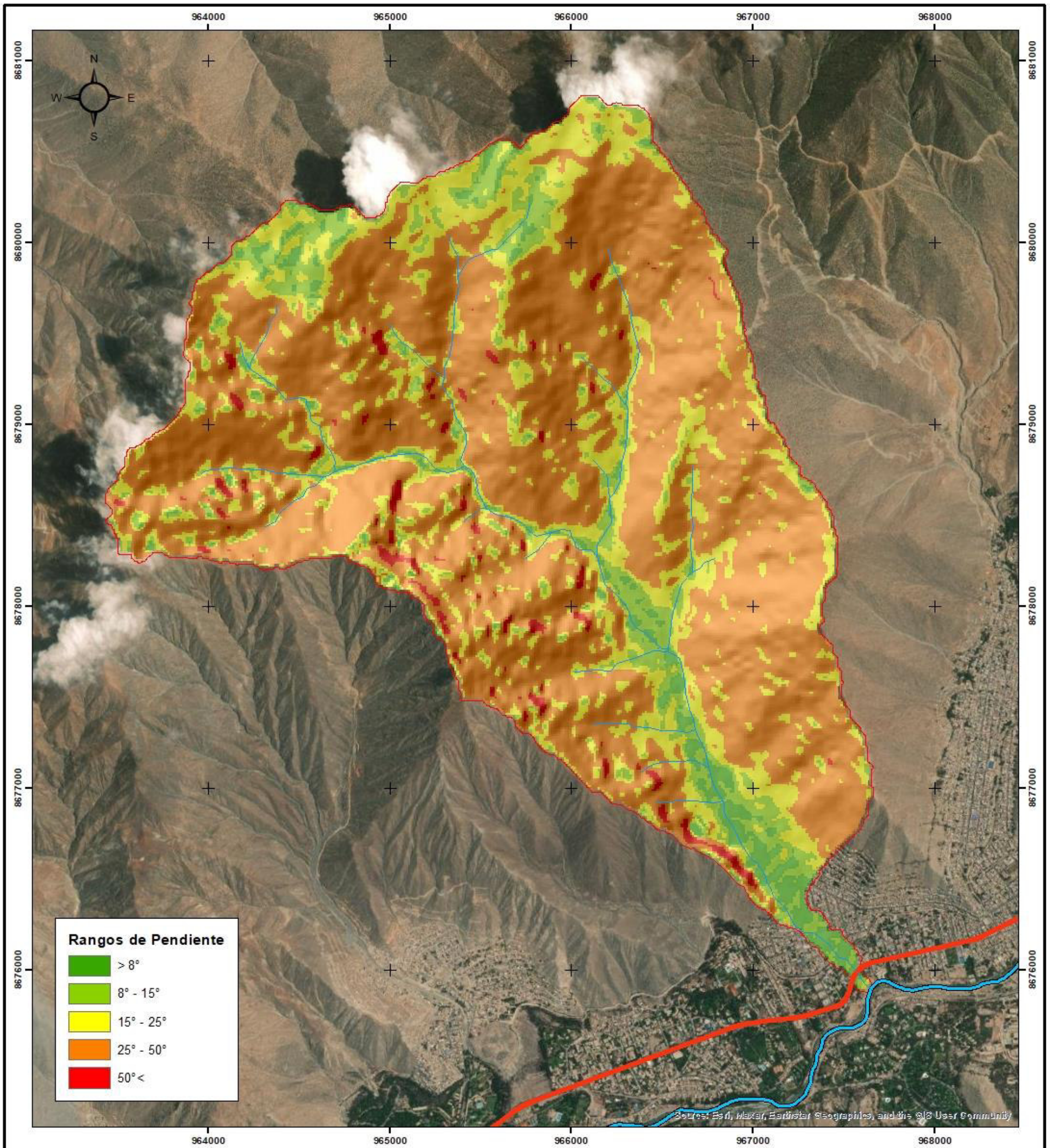
VERÓNICA SILVA VEGA

SISTEMA DE COORDENADAS

Datum WGS 84
Sistema de coordenadas - UTM -
Zona 18 S

FUENTE:

IGN, INEI, CENEPRED,
INGEMMET, MINAM

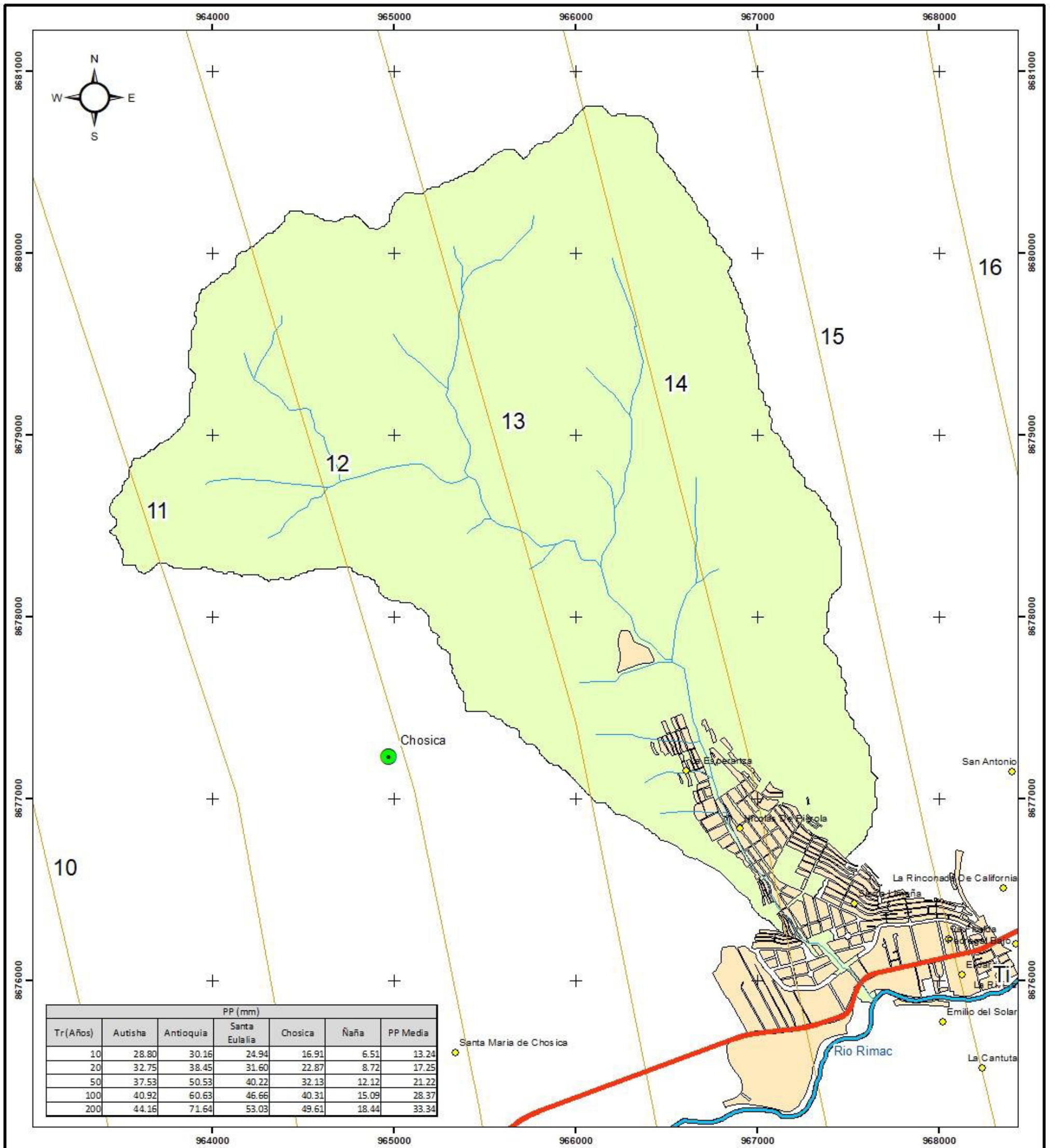


UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL, GEOGRAFICA Y ECOTURISMO

**GESTIÓN DE INUNDACIONES POR CAUDALES MÁXIMOS
EN LA PARTE BAJA DE LA MICROCUENCA QUIRIO**

Mapa de pendientes

TÍTULO DEL MAPA		MA-08		08	
LUGAR:		DISTRITO:		NO. DE PLANO	
QDA. QUIRIO		LURISANCHO			
PROVINCIA:		DEPARTAMENTO:			
LIMA		LIMA			
METROS		MARZO 2023		1:20.000	
ACOTACIÓN		FECHA		ESCALA	
ELABORADO POR:		SISTEMA DE COORDENADAS		FUENTE:	
VERÓNICA SILVA VEGA		Datum WGS 84 Sistema de coordenadas - UTM - Zona 18 C		IGN, INEI, CENEPED, INGEMMET, MINAM	



SIGNOS CONVENCIONALES

- Centros Poblados
- Estaciones meteorológicas
- Red hídrica Quebrada Quirio
- Rio Rimac
- Red vial
- Isoyeta Tr 10
- Manzanas
- Microcuenca Quirio

Escala: 1:20,000

0 120 240 480 720 960 m.



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL, GEOGRAFICA Y ECOTURISMO

GESTIÓN DE INUNDACIONES POR CAUDALES MÁXIMOS EN LA PARTE BAJA DE LA MICROCUENCA QUIRIO

Mapa de isoyetas

TÍTULO DEL MAPA

MA-09 09

CLAVE / PLANO NO. DE PLANO

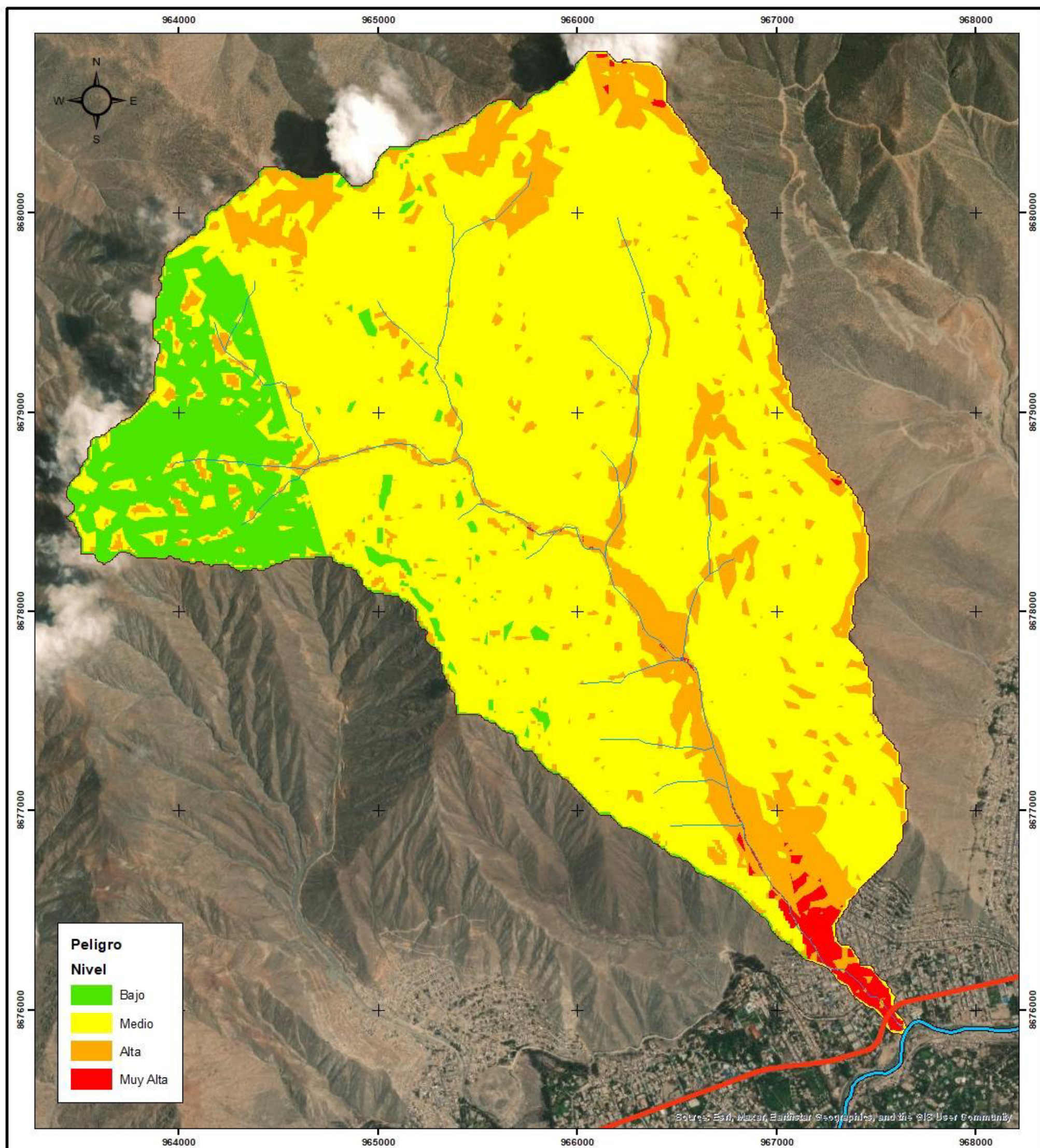
METROS MARZO 2023 1:20,000

ADOTACIÓN FECHA ESCALA

ELABORADO POR: VERÓNICA SILVA VEGA

SISTEMA DE COORDENADAS Datum WGS 84 Sistema de coordenadas - UTM - Zona 18S

FUENTE: IGN, INEI, CENEPRED, INGENMET, MINAM



SIGNOS CONVENCIONALES

- Red vial
- Rio Rimac
- Quebrada Quirio
- Microcuenca Quirio

Escala: 1:18,220

0 112.5225 450 675 900 m.

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL, GEOGRAFICA Y ECOTURISMOGESTIÓN DE INUNDACIONES POR CAUDALES MÁXIMOS
EN LA PARTE BAJA DE LA MICROCUENCA QUIRIO

Mapa de Peligro

TÍTULO DEL MAPA

MA-10

10

CLAVE / PLANO

NO. DE PLANO

METROS

MARZO 2023

1:18,220

ADOTACIÓN

FECHA

ESCALA

ELABORADO POR:

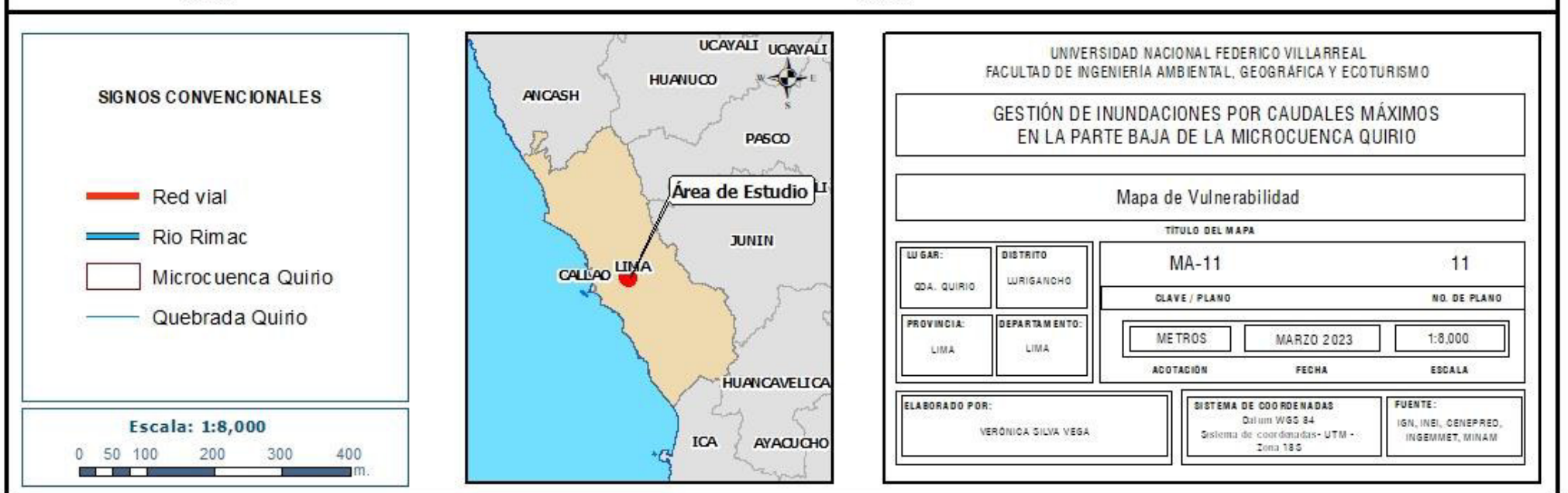
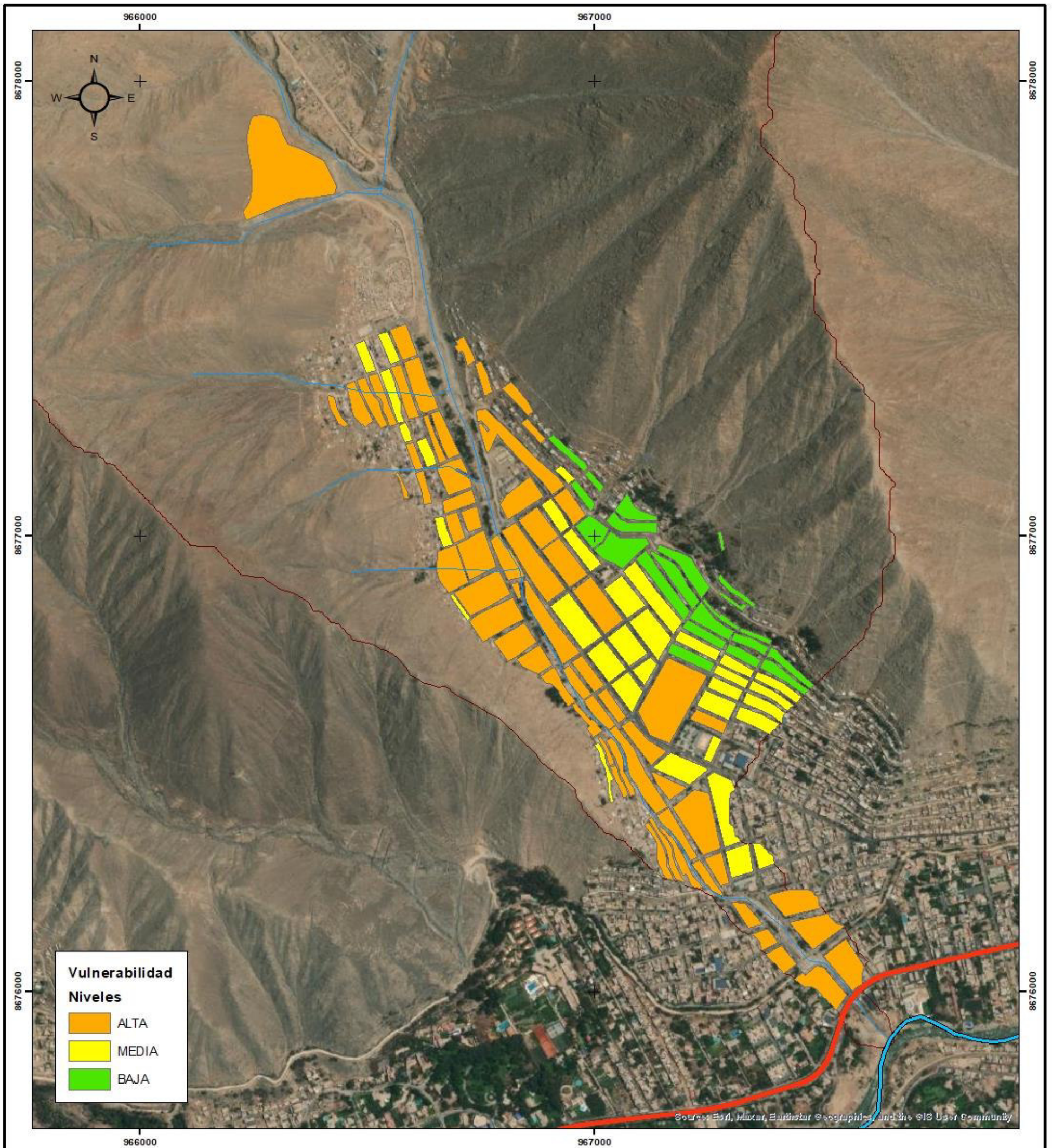
VERÓNICA SILVA VEGA

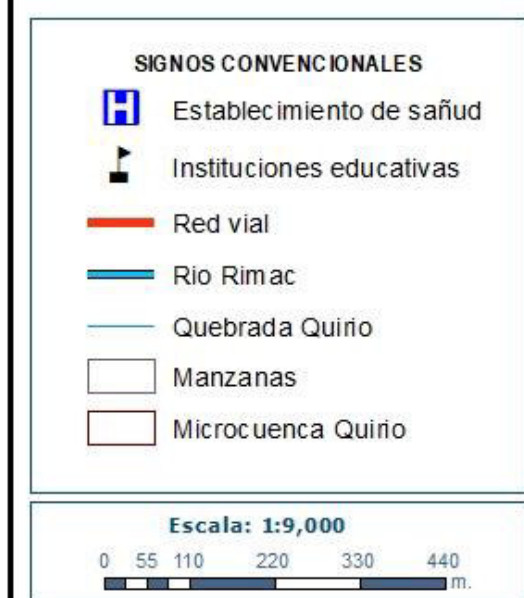
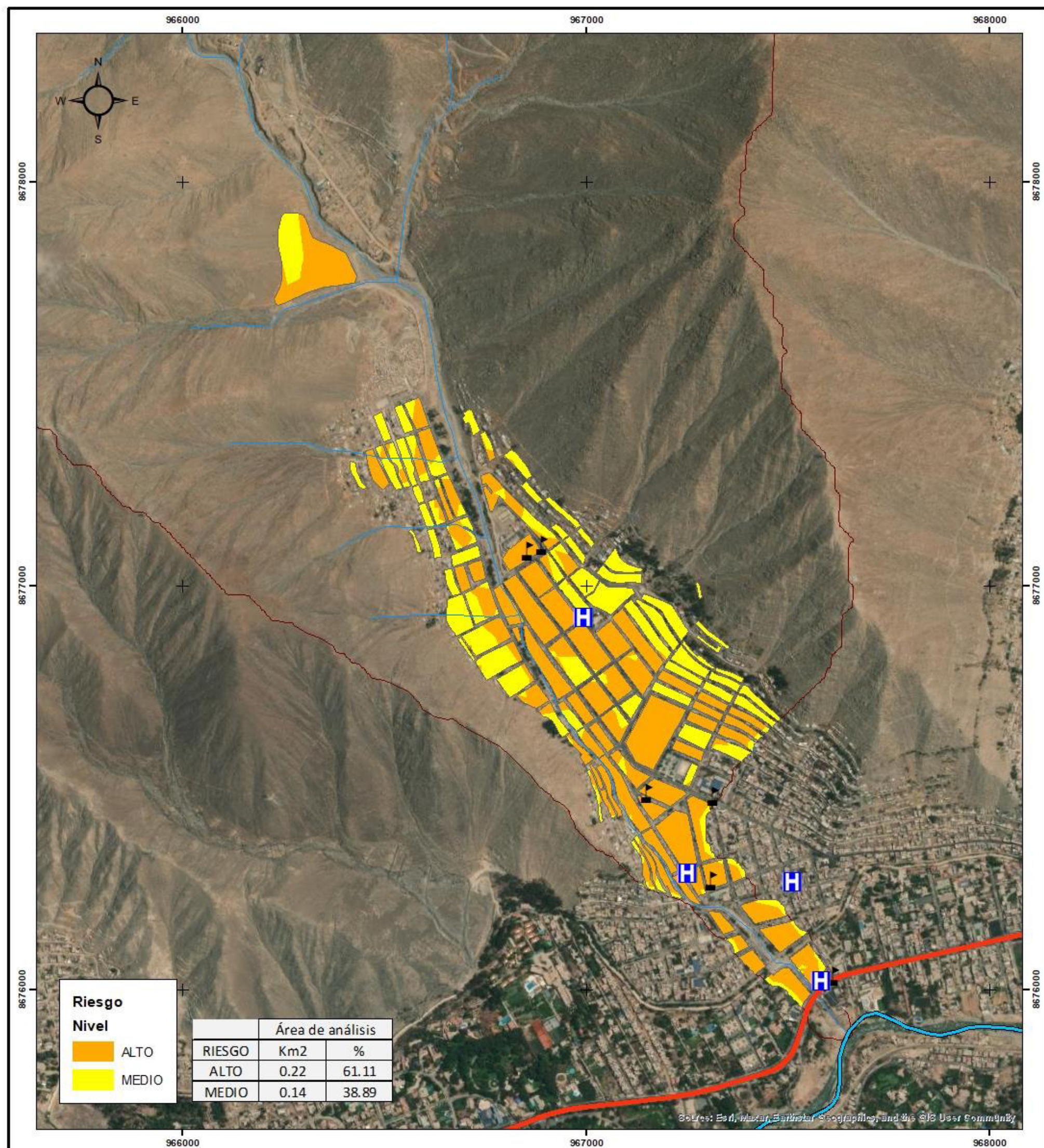
SISTEMA DE COORDENADAS

Datum WGS 84
Sistema de coordenadas - UTM -
Zona 18 S

FUENTE:

IGN, INEI, CENEPRED,
INGEMMET, MINAM





UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL, GEOGRAFICA Y ECOTURISMO

**GESTIÓN DE INUNDACIONES POR CAUDALES MÁXIMOS
EN LA PARTE BAJA DE LA MICROCUENCA QUIRIO**

Mapa de Riesgo

TÍTULO DEL MAPA

MA-12 12

CLAVE / PLANO NO. DE PLANO

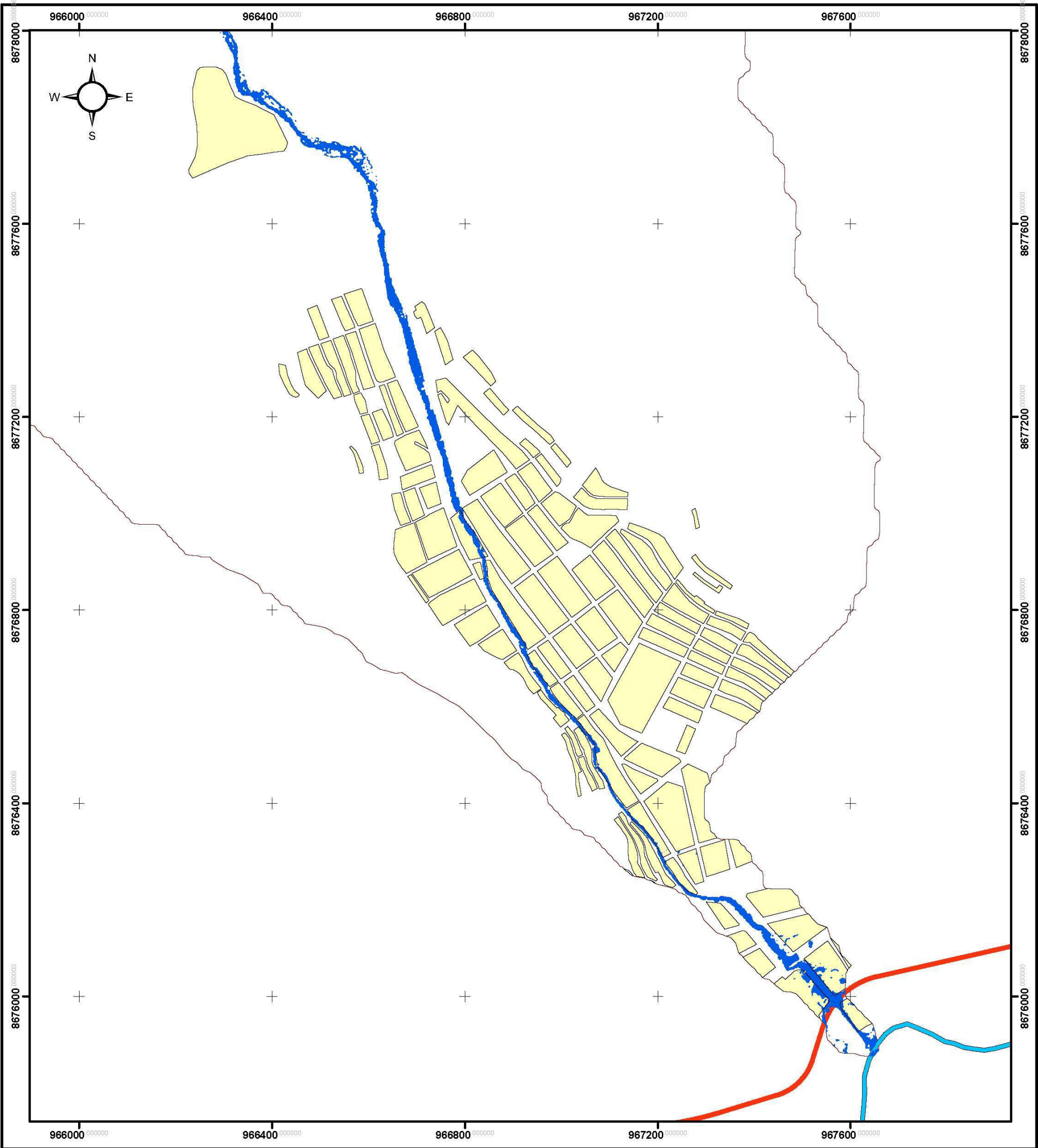
METROS MARZO 2023 1:9,000

ACOTACIÓN FECHA ESCALA

ELABORADO POR: VERÓNICA SILVA VEGA

SISTEMA DE COORDENADAS
Datum WGS 84
Sistema de coordenadas UTM
Zona 18 S

FUENTE: IGN, INEI, CENEPREO, INGENMET, MINAM



SIGNOS CONVENCIONALES

- Zona de Inundacion
- Red vial
- Rio Rimac
- Manzanas
- Microcuenca Quirio
- INEI-Límite provincial
- INEI-Límite distrital

Escala: 1:7,500

0 45 90 180 270 360 m.

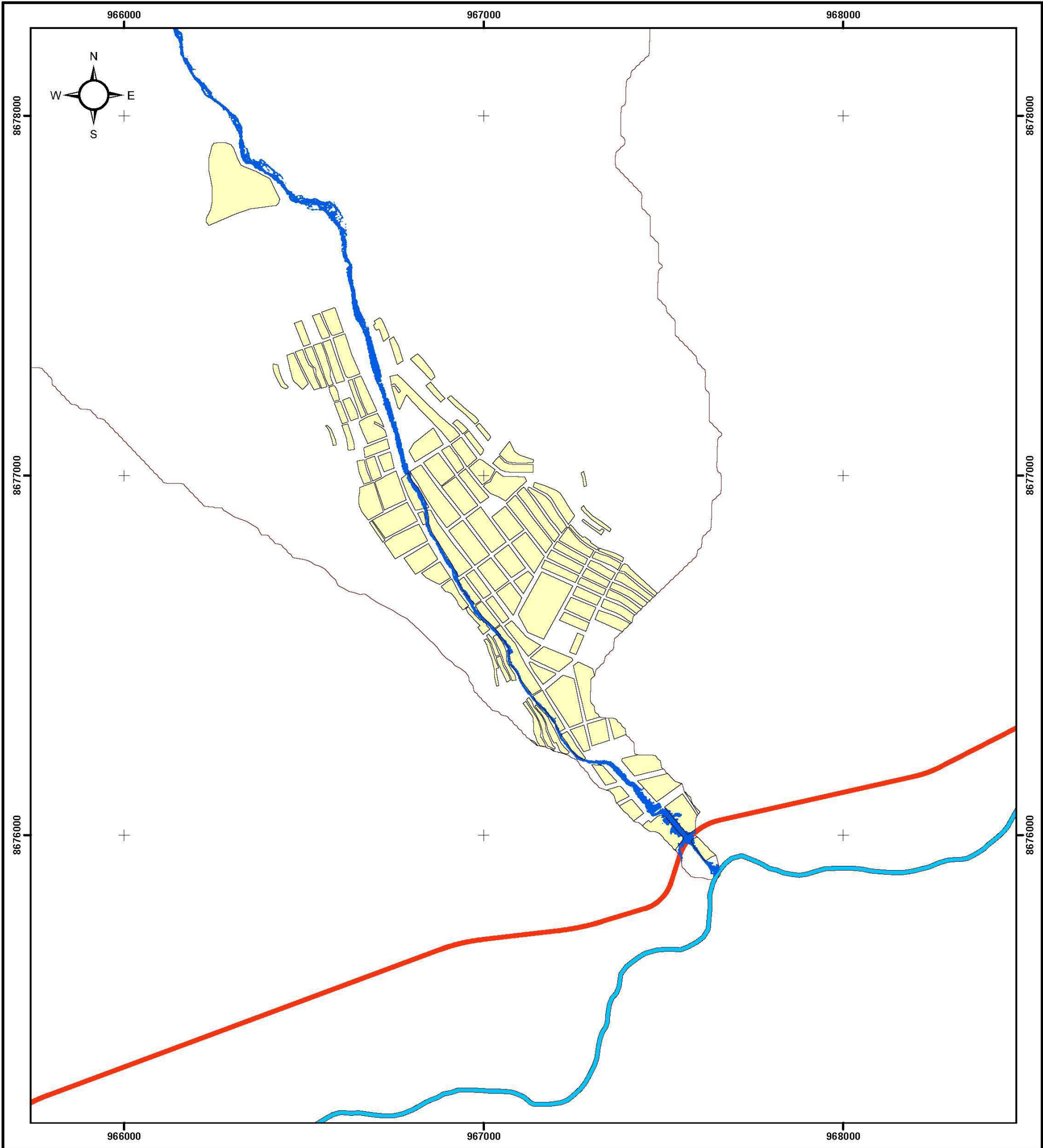


UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL, GEOGRÁFICA Y ECOTURISMO

**GESTIÓN DE INUNDACIONES POR CAUDALES MÁXIMOS
EN LA PARTE BAJA DE LA MICROCUENCA QUIRIO**

Mapa de Inundaciones - Tiempo de retorno 10 años

TÍTULO DEL MAPA		
LUGAR: QDA. QUIRIO	DISTRITO LURIGANCHO	MA-13 13
CLAVE / PLANO		NO. DE PLANO
PROVINCIA: LIMA	DEPARTAMENTO: LIMA	METROS MARZO 2023 1:7,500
ACOTACIÓN		FECHA
ELABORADO POR: VERÓNICA SILVA VEGA		SISTEMA DE COORDENADAS Datum WGS 84 Sistema de coordenadas- UTM - Zona 18S
		FUENTE: IGN, INEI, CENEPRED, INGEMMET, MINAM



SIGNOS CONVENCIONALES

- Zona de inundación
- Red vial
- Río Rimac
- Manzanas
- Microcuenca Quirio
- INEI-Límite provincial
- INEI-Límite distrital

Escala: 1:10,100

0

62.5

125

250

375

500

m.



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL, GEOGRÁFICA Y ECOTURISMO

**GESTIÓN DE INUNDACIONES POR CAUDALES MÁXIMOS
EN LA PARTE BAJA DE LA MICROCUENCA QUIRIO**

Mapa de Inundaciones - Tiempo de retorno 20 años

TÍTULO DEL MAPA		
MA-14	14	
CLAVE / PLANO		
NO. DE PLANO		
METROS		
MARZO 2023		
1:10,100		
ACOTACIÓN	FECHA	ESCALA

ELABORADO POR:

VERÓNICA SILVA VEGA

SISTEMA DE COORDENADAS

Datum WGS 84

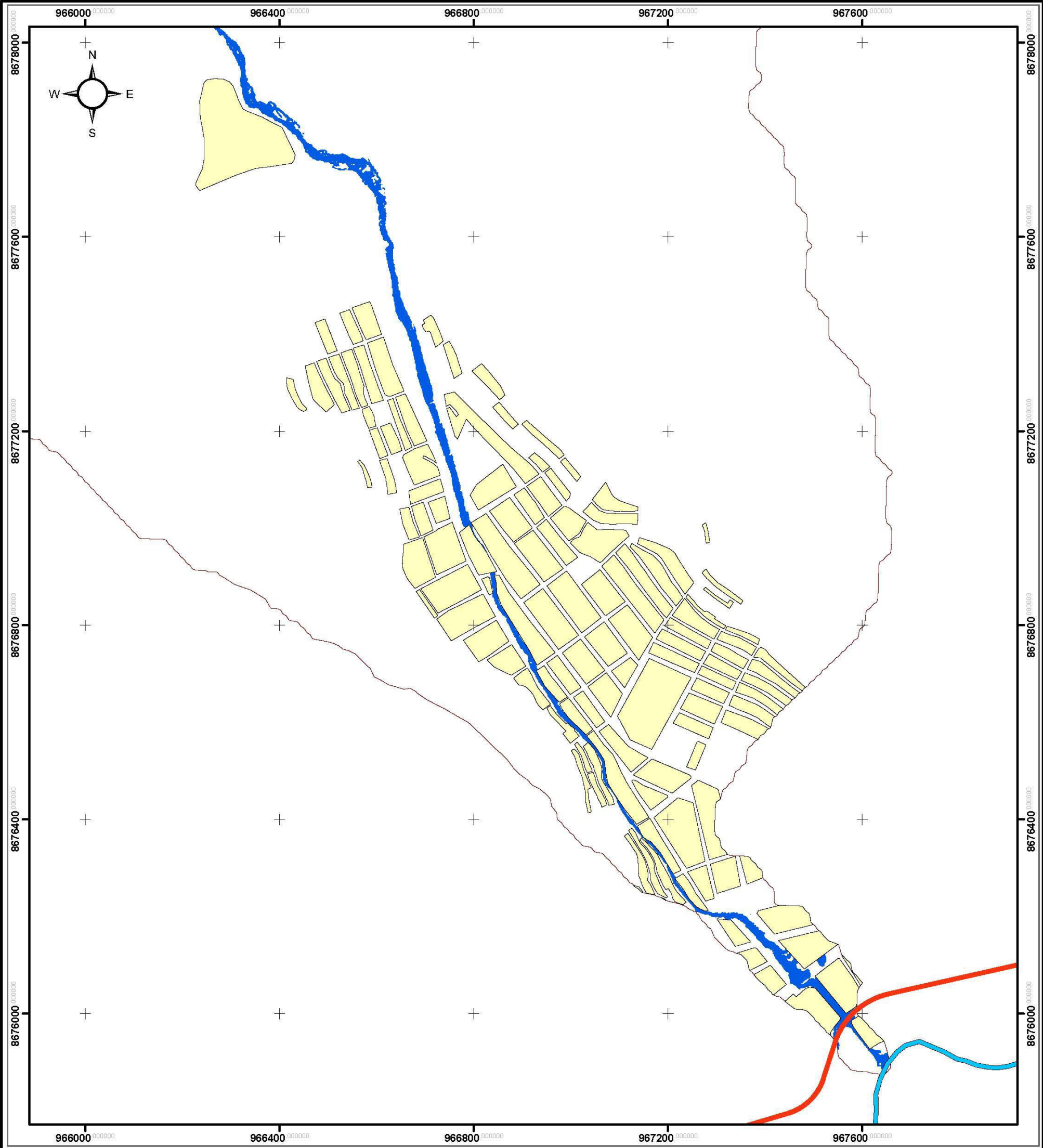
Sistema de coordenadas- UTM -

Zona 18S

FUENTE:

IGN, INEI, CENEPRED,

INGEMMET, MINAM



SIGNOS CONVENCIONALES

- Red vial
- Rio Rimac
- Manzanas
- Microcuenca Quirio
- Zona de inundación
- INEI-Límite provincial
- INEI-Límite distrital

Escala: 1:7,500

0 45 90 180 270 360 m.

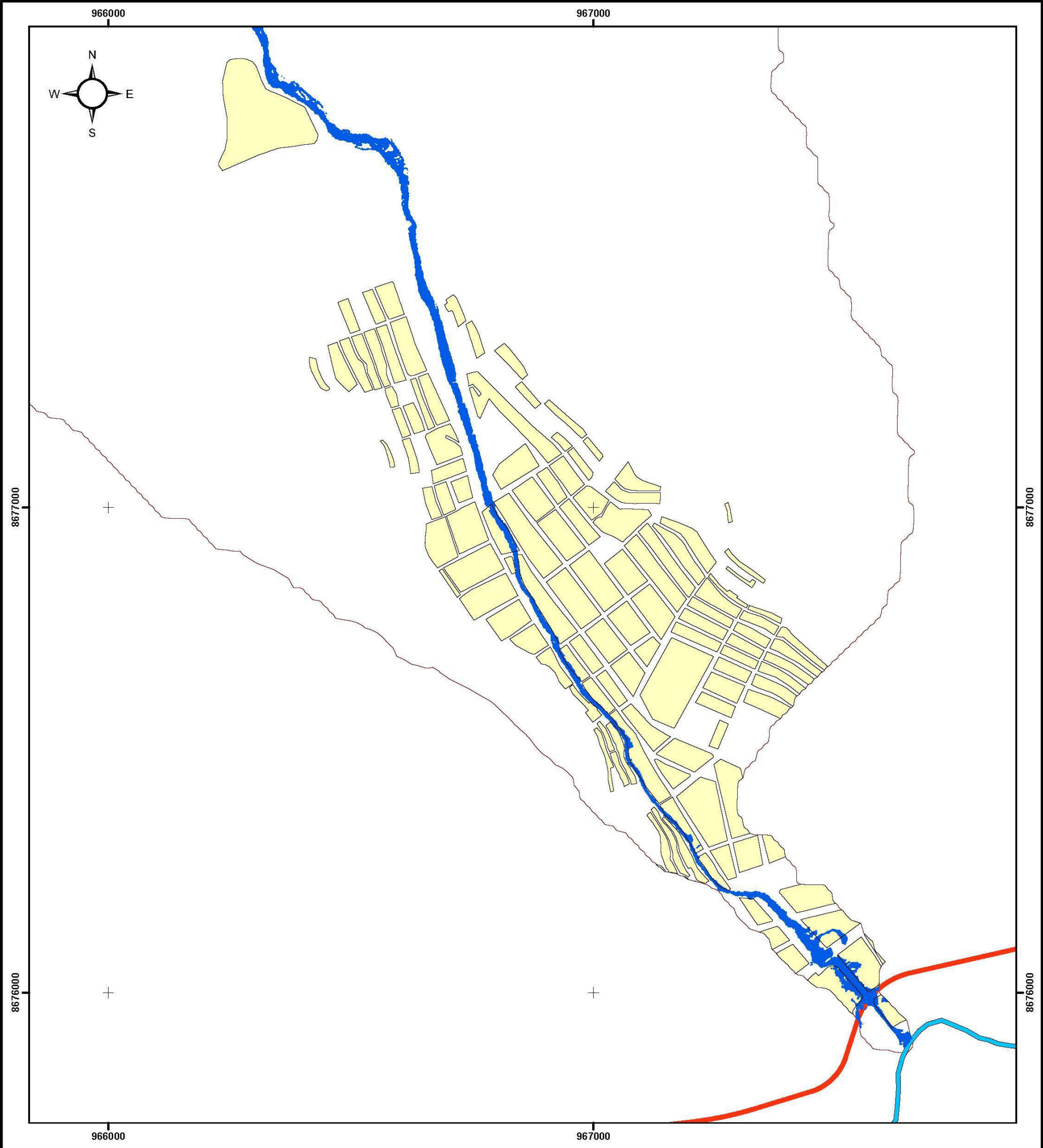


UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL, GEOGRÁFICA Y ECOTURISMO

**GESTIÓN DE INUNDACIONES POR CAUDALES MÁXIMOS
EN LA PARTE BAJA DE LA MICROCUENCA QUIRIO**

Mapa de Inundaciones - Tiempo de retorno 50 años

TÍTULO DEL MAPA		MA-15		15	
LUGAR:		DISTRITO:		NO. DE PLANO	
QDA. QUIRIO		LURIGANCHO			
PROVINCIA:		DEPARTAMENTO:			
LIMA		LIMA			
ACOTACIÓN		FECHA		ESCALA	
METROS		MARZO 2023		1:7,500	
ELABORADO POR:		SISTEMA DE COORDENADAS		FUENTE:	
VERÓNICA SILVA VEGA		Datum WGS 84 Sistema de coordenadas- UTM - Zona 18S		IGN, INEI, CENEPRED, INGEMMET, MINAM	



SIGNOS CONVENCIONALES

- Zona de Inundación
- Red vial
- Río Rimac
- Manzanas
- Microcuenca Quirio
- INEI-Límite provincial
- INEI-Límite distrital

Escala: 1:7,500

0 45 90 180 270 360 m.



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL, GEOGRÁFICA Y ECOTURISMO

**GESTIÓN DE INUNDACIONES POR CAUDALES MÁXIMOS
EN LA PARTE BAJA DE LA MICROCUENCA QUIRIO**

Mapa de Inundaciones - Tiempo de retorno 100 años

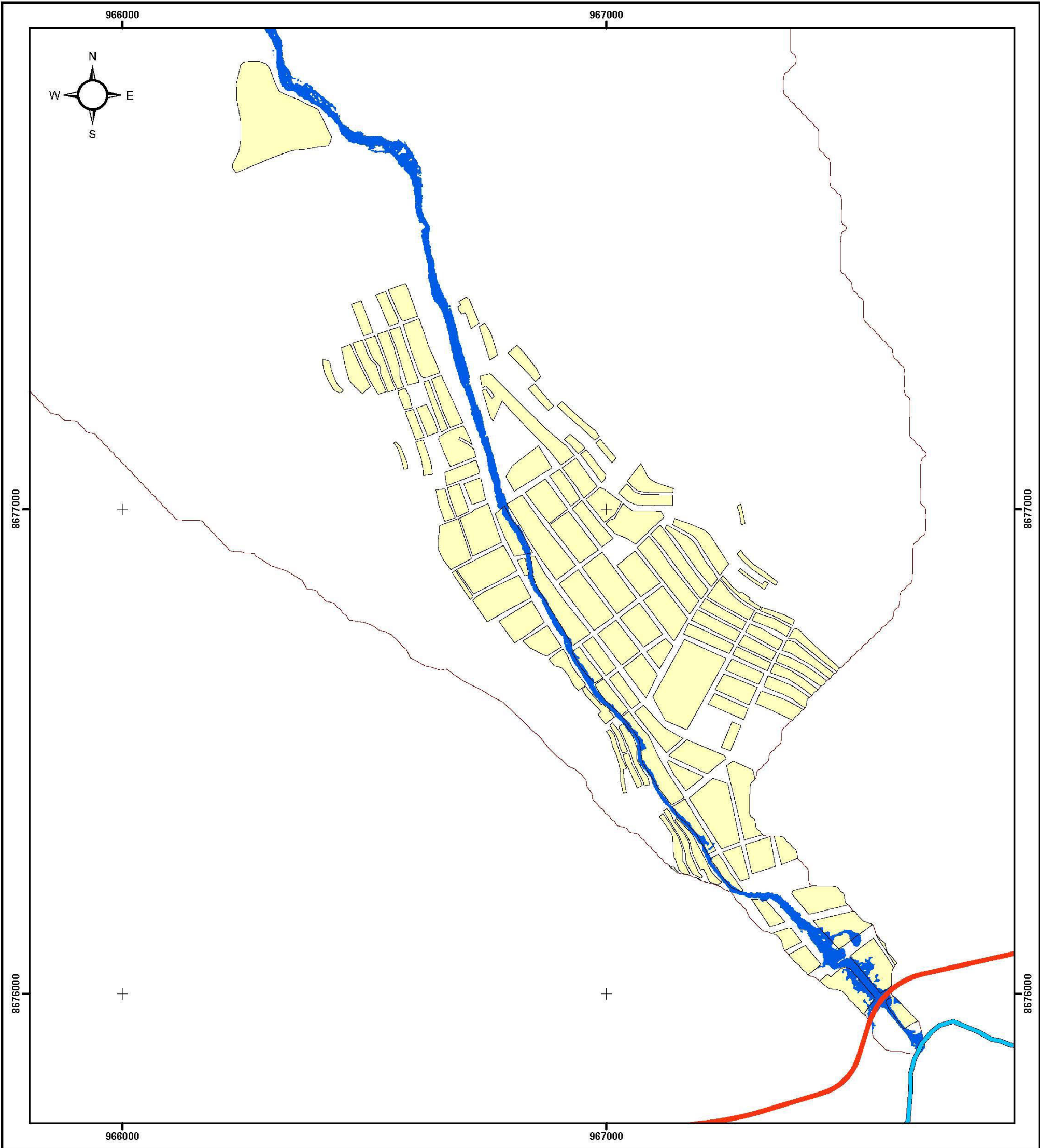
TÍTULO DEL MAPA		
MA-16	16	
CLAVE / PLANO	NO. DE PLANO	
METROS	MARZO 2023	1:7,500
ACOTACIÓN	FECHA	ESCALA

LUGAR:	DISTRITO:
QDA. QUIRIO	LURIGANCHO
PROVINCIA:	DEPARTAMENTO:
LIMA	LIMA

ELABORADO POR:
VERÓNICA SILVA VEGA

SISTEMA DE COORDENADAS
Datum WGS 84
Sistema de coordenadas- UTM -
Zona 18S

FUENTE:
IGN, INEI, CENEPRED,
INGEMMET, MINAM



SIGNOS CONVENCIONALES

- Red vial
- Rio Rimac
- Zona de inundación
- Manzanas
- Microcuenca Quirio
- INEI-Límite provincial
- INEI-Límite distrital

Escala: 1:7,500

0 45 90 180 270 360 m.



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL, GEOGRÁFICA Y ECOTURISMO

**GESTIÓN DE INUNDACIONES POR CAUDALES MÁXIMOS
EN LA PARTE BAJA DE LA MICROCUENCA QUIRIO**

Mapa de Inundaciones - Tiempo de retorno 200 años

TÍTULO DEL MAPA

LUGAR: QDA. QUIRIO	DISTRITO: LURIGANCHO	MA-17	17
PROVINCIA: LIMA	DEPARTAMENTO: LIMA	CLAVE / PLANO	NO. DE PLANO
METROS		MARZO 2023	1:7,500
ACOTACIÓN		FECHA	ESCALA

ELABORADO POR:
VERÓNICA SILVA VEGA

SISTEMA DE COORDENADAS
Datum WGS 84
Sistema de coordenadas- UTM -
Zona 18S

FUENTE:
IGN, INEI, CENEPRED,
INGEMMET, MINAM