

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD
POR INUNDACIONES EN LA QUEBRADA EL LEÓN Y
PROPUESTA DE MEJORA CON FINES DE
PROTECCIÓN EN EL CENTRO POBLADO EL MILAGRO -
LA LIBERTAD, 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Sergio Carlos Panduro Sisniegas

Erick German Medina Espinoza

Asesor:

Ms. Ing. Roxana Milagros Aguilar Villena

Trujillo - Perú

2021



DEDICATORIA

A mi familia y a mis amigos por estar cuando más los necesitaba.

Erick Medina

A Dios, mi familia, mis amigos y Elena por siempre apoyarme en todo.

Sergio Panduro

AGRADECIMIENTO

A mi mamá, por haberme apoyado en todo momento durante mi carrera profesional, por sus consejos y enseñanzas que solamente pueden ser aprendidos en un hogar.

A mis amigos, quienes me acompañaron durante todos estos años de universidad, ayudándonos y brindándonos apoyo mutuo para solucionar las adversidades.

Erick Medina

Primeramente, a Dios por darme la familia que tengo, quienes me han formado de manera amorosa y responsable y gracias a ellos me forme correctamente.

A Elena por ayudarme en cada traspasada ayudándome a terminar mis proyectos y estar ahí conmigo para verme mejorar y progresar. A todos mis maestros de la universidad, mismos que no solo han sabido darme conocimientos, sino además consejos; los considero amigos y futuro colegas. Un agradecimiento especial al Ing. Alberto Vásquez, la Ing. Roxana Aguilar; Ing. Ricardo Avalos y el Ing. Paul Ulloa por mostrarme el camino.

Gracias a todos mis amigos que estuvieron presentes a lo largo de este camino llamado universidad, luchando codo a codo por salir adelante y siempre estaremos ahí para darnos la mano.

Sergio Panduro

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
TABLA DE CONTENIDO.....	iv
INDICE DE ECUACIONES.....	vii
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	vii
INDICE DE TABLAS.....	viii
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. Realidad problemática.....	4
1.2. Formulación del problema.....	30
1.3. Justificación.....	31
1.3.1. Conveniencia.....	31
1.3.2. Relevancia Social.....	32
1.3.3. Implicancias ingenieriles.....	32
1.4. Objetivos.....	33
1.4.1. Objetivo general.....	33
1.4.2. Objetivos específicos.....	33
1.5. Hipótesis.....	33
1.5.1. Hipótesis general.....	33
1.5.2. Hipótesis específicas.....	33
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	35
2.1. Tipo de investigación.....	36
2.2. Variables Y Operacionalización.....	36
2.2.1. Variable independiente.....	36

2.2.2.	Variable dependiente	36
2.2.3.	VARIABLES INTERVINIENTES	36
2.3.	Operacionalización de variables	37
2.4.	Población y muestra.....	42
2.4.1.	Población	42
2.4.2.	Muestra	42
2.5.	Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	42
2.5.1.	Técnicas	42
2.5.2.	Instrumentos.	43
2.5.3.	Método de análisis de datos.....	44
2.6.	Validación y confiabilidad del ensayo	45
2.6.1.	Validación del instrumento.....	45
2.6.2.	Confiabilidad del ensayo	45
2.7.	Aspectos éticos	47
CAPÍTULO III. RESULTADOS		48
3.1.	Recopilación de la información	49
3.2.	Periodo de retorno.....	50
3.3.	Curvas IDF (intensidad-duración-frecuencia)	51
3.4.	Realización de modelos digitales del terreno.....	52
3.5.	Pretratamiento de la información.....	55
3.6.	Procesado de la información mediante Archydro Tools o Hec-HMs Tools....	56
3.6.1.	Preprocesado del terreno en función de la red de drenaje	57
3.6.2.	Generación de “paredes” exteriores e interiores en la red.....	59
3.6.3.	Previsualización de sumideros (definición del umbral de superficie).....	59
3.6.4.	Evaluación de las características de los sumideros.	61
3.6.5.	Elección de los sumideros que se quiere sean considerados como tal	61

3.6.6.	Rellenado de los sumideros	61
3.6.7.	Elaboración del modelo de Dirección de Flujo	63
3.6.8.	Delimitación de la cuenca de drenaje	64
3.6.9.	Obtención de la red de drenaje	64
3.6.10.	Transformación de la red de drenaje a fichero vectorial	65
3.7.	Jerarquización de la red de drenaje	66
3.8.	Elaboración de los perfiles fluviales	66
3.9.	Cálculo del número de curva (CN)	67
3.10.	Tiempo de concentración	76
3.11.	Retención Potencial Máxima	78
3.12.	Precipitación efectiva	79
3.13.	Cálculo del caudal de diseño	79
3.14.	Diseño de área de inundación (Flow Area).....	81
3.15.	Delimitación de cabecera de microcuenca y desfogue.....	82
3.16.	Diagrama unitario adimensional SCS	82
3.17.	Diagrama unitario adimensional SCS para la microcuenca	84
3.18.	Simulación de inundación en Hec-RAS.....	87
3.19.	Análisis de vulnerabilidad	88
3.20.	Inundación real	93
3.21.	Estructura de defensa riveraña	94
3.21.1.	Gaviones	95
3.21.2.	Muro de contención ErdoX	117
3.22.	Análisis de costos	126
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		129
4.1.	Discusión	130
4.2.	Conclusiones	135

4.3. Limitaciones.....	136
4.4. Recomendaciones	136
REFERENCIAS	137
ANEXOS	142

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: <i>Sumatoria de momentos actuantes</i>	22
Ecuación 2: <i>Sumatoria de momentos en centro de gravedad</i>	22
Ecuación 3: <i>Factor de seguridad por volteo</i>	22
Ecuación 4: <i>Fórmula de empuje de coeficiente activo</i>	22
Ecuación 5: <i>Muestreo aleatorio simple</i>	42
Ecuación 6: <i>De Riesgo</i>	43
Ecuación 7: <i>Cálculo de la magnitud de empuje</i>	45
Ecuación 8: <i>Coefficiente de Alfa de Cronbach</i>	46
Ecuación 9: <i>Periodo de retorno</i>	50
Ecuación 10: <i>Cálculo del tiempo de concentración</i>	78
Ecuación 11: <i>Retención Potencial Máxima</i>	78
Ecuación 12: <i>Precipitación efectiva</i>	79
Ecuación 13: <i>Cálculo del caudal de diseño</i>	81
Ecuación 14: <i>Coefficiente activo Coulomb</i>	96

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: <i>Curvas Intensidad – duración – frecuencia para distintos períodos de retorno</i>	52
Ilustración 2: <i>Proceso DEM Reconditioning</i>	58
Ilustración 3: <i>Building walls</i>	59
Ilustración 4: <i>Sink Prescreening</i>	60
Ilustración 5: <i>Sink Prescreening en pantalla de visualización</i>	60
Ilustración 6: <i>Fill Sinks</i>	62

Ilustración 7: <i>Relleno de sumidero de la zona de estudio</i>	62
Ilustración 8: <i>Dirección de flujo</i>	63
Ilustración 9: <i>Delimitación de la microcuenca</i>	64
Ilustración 10: <i>Red de drenaje de la microcuenca</i>	65
Ilustración 11: <i>Cálculo de CN por tipo de suelo y uso de suelo</i>	76
Ilustración 12: <i>Flow Area</i>	82
Ilustración 13: <i>Diagrama unitario adimensional SCS</i>	83
Ilustración 14: <i>Hidrograma Unitario Adimensional</i>	83
Ilustración 15: <i>Hidrograma Unitario Adimensional</i>	85
Ilustración 16: <i>Simulación de Inundación Hec-RAS</i>	87
Ilustración 17: <i>Ubicación satelital de secciones</i>	95
Ilustración 18: <i>Sección 1 – Lateral izquierdo</i>	99
Ilustración 19: <i>Sección 1 – Lateral derecho</i>	102
Ilustración 20: <i>Sección 2 – Lateral izquierdo</i>	107
Ilustración 21: <i>Sección 2 – Lateral derecho</i>	110
Ilustración 22: <i>Sección 3 – Lateral izquierdo</i>	115
Ilustración 23: <i>Sección 3 – Lateral derecho</i>	115
Ilustración 24: <i>Sección 1 – Lateral izquierdo</i>	118
Ilustración 25: <i>Sección 1 – Lateral derecho</i>	120
Ilustración 26: <i>Sección 2 – Lateral derecho</i>	122
Ilustración 27: <i>Sección 2 – Lateral derecho</i>	123
Ilustración 28: <i>Sección 3 – Lateral izquierdo</i>	125
Ilustración 29: <i>Sección 3 – Lateral derecho</i>	125

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Nivel, descripción y valor de la vulnerabilidad</i>	21
Tabla 2: <i>Media y CV de los Ka para el suelo residual</i>	23
Tabla 3: <i>Operacionalización de variables</i>	37
Tabla 4: <i>Nivel de confiabilidad del coeficiente alfa de Cronbach</i>	46
Tabla 5: <i>Resumen del procesamiento de datos</i>	46
Tabla 6: <i>Estadísticos de fiabilidad</i>	47
Tabla 7: <i>Número de curva para condiciones medias de humedad</i>	68

Tabla 8: <i>Re-clasificación de Tabla de uso de suelos</i>	69
Tabla 9: <i>Tipo de suelo de la microcuenca</i>	70
Tabla 10: <i>Interpolación de tipo de cobertura vegetal y tipo de suelo</i>	71
Tabla 11: <i>Clasificación de la agrupación de suelos</i>	72
Tabla 12: <i>Porcentaje de participación de uso de suelos</i>	73
Tabla 13: <i>Interpolación ente el porcentaje de participación y tipo de uso de suelo</i>	74
Tabla 14: <i>Cálculo de numero curva</i>	74
Tabla 15: <i>Porcentaje de participación de tipo de suelo según CN</i>	75
Tabla 16: <i>Cálculo de CN</i>	75
Tabla 17: <i>Cálculo del caudal diseño</i>	80
Tabla 18: <i>Hidrograma sintético adimensional</i>	84
Tabla 19: <i>Hidrograma de tormenta adimensional sintético</i>	86
Tabla 20: <i>Vulnerabilidad Física</i>	89
Tabla 21: <i>Vulnerabilidad Económica</i>	90
Tabla 22: <i>Vulnerabilidad Social</i>	91
Tabla 23: <i>Vulnerabilidad Ideológica – Cultural</i>	92
Tabla 24: <i>Resultados de Nivel de Vulnerabilidad</i>	93
Tabla 25: <i>Viviendas afectas por inundación</i>	94
Tabla 26: <i>Resultados Gaviones sección 1</i>	103
Tabla 27: <i>Resultados Gaviones sección 2</i>	111
Tabla 28: <i>Resultados Gaviones sección 3</i>	116
Tabla 29: <i>Resultados ErdoX sección 1</i>	120
Tabla 30: <i>Resultados ErdoX sección 2</i>	124
Tabla 31: <i>Resultados ErdoX sección 3</i>	126
Tabla 32: <i>Análisis de costos de estructuras</i>	127

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en el Centro Poblado El Milagro – Huanchaco – La Libertad con el objetivo principal de estimar la vulnerabilidad actual frente a inundaciones por desborde de la quebrada El León y su propuesta de mejora con fines de protección en el año 2020.

La metodología empleada es de tipo descriptivo con un muestreo probabilístico realizado con una población de 15 523 viviendas, utilizándose como técnica la observación e instrumento la guía de INDECI para la recolección de datos; finalmente para el análisis de datos se empleó diferentes softwares de modelamiento y simulación.

Entre los principales resultados de vulnerabilidad ante inundaciones en el Centro Poblado El Milagro, muestran que la vulnerabilidad física es 2.39, vulnerabilidad económica 2.20, vulnerabilidad social 2.78 y vulnerabilidad cultural-ideológico 2.27. Proponiéndose defensas ribereñas para la protección de la población siendo estos muros de contención con gaviones tipo A en dos series de diez unidades colocadas en forma piramidal y Sistema ErdoX con 3 unidades colocadas en serie.

Concluyendo que, la vulnerabilidad existente en el Centro Poblado El Milagro es de calificación media con una valoración de 2.40; con una propuesta de mejora con muros de contención realizados con gaviones tipo A y Sistema ErdoX con un costo total de S/ 164,475.11 y S/ 244,577.44 respectivamente.

Palabras clave: Inundación, vulnerabilidad, defensas ribereñas, ErdoX.

ABSTRACT

The following research takes place at the El Milagro Populated Center - Huanchaco - La Libertad with the main objective of estimating the current vulnerability for overflows of the El León stream and its proposed improvement for protection purposes in the year 2020.

The methodology used is descriptive with a probabilistic sampling carried out with a population of 15 523 dwellings, using the INDECI guide for data collection as a technique and instrument; finally, for the data analysis, different modeling and simulation software used.

Among the main results of vulnerability to floods in the El Milagro Populated Center, it shows that physical vulnerability is 2.39, economic vulnerability 2.20, social vulnerability 2.78, and cultural-ideological vulnerability 2.27. River defenses were proposed to protect the population, these retaining walls with type A gabions in two series of ten units placed in a pyramidal shape and the ErdoX System with 3 units placed in series.

Therefore, the existence of the vulnerability in the El Milagro Populated Center has a medium rating with a 2.40; with a proposal for improvement with retaining walls made with type A gabions and ErdoX System with a total cost of S/ 164,475.11 and S/244,577.44 respectively.

Keywords: Flood, vulnerability, riparian defenses, ErdoX.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La dinámica urbana, los procesos sociales y en conformidad con el desarrollo estructural sin control son los principales afectados por diversos peligros naturales en el mundo como lo que sufrió Europa en el 2006, al percibir las fuertes lluvias y el deshielo devastaron una serie de presas significativas en los ríos Danubio y Elba. Las inundaciones se dieron en el período entendido entre febrero y abril, matando a 12 personas y afectando a más de 50.000 personas; o en 2007 las lluvias torrenciales en Asia del Sur provocaron inundaciones y deslizamientos en el territorio donde vive una población de más de 16 millones de personas: 11 millones de personas en la India, 4.500 millones en Bangladesh y 250.000 en Nepal. En algunos lugares el nivel de agua llegaba hasta los 4 metros, los daños se valoraron en 300 millones de dólares (actualidad.rt.com, 2012). Los cuales han aumentado la vulnerabilidad como también sucede en las ciudades de América latina entre las cuales las mayores inundaciones registradas en los últimos cinco años son las siguientes:

En mayo del 2009, las fuertes lluvias en el noreste de Brasil dejaron 57 muertos y 430.000 desalojados esto incitó la ruptura de un embalse en el río Pirangi en Cocal da Estação, que anegó 14 pueblos, 500 viviendas y causó 7 muertos. En noviembre de 2008, las intensas lluvias causan en El Salvador 124 muertos, 60 sepultados y obligan a evacuar a 7.000 personas. En febrero de 2003, mueren 43 personas y 14 desaparecen en México, tras las intensas lluvias e aluviones, especialmente en el estado de Michoacán. (agencias.abc.es, 2014) Más de 200 millones de estadounidenses transitan el peligro de tolerar por algún tipo de inundación y de estos para unos 13 millones pueden enfrentar una

inundación peligrosa, dijo la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA) (inundaciones, 2019).

Como se puede distinguir uno de los peligros naturales más recurrentes son las inundaciones, las cuales afectan el socavamiento de elementos estructurales y la composición de los suelos aumentando su saturación, que frente al desorden territorial presenta un riesgo latente. La intensidad de los daños por inundaciones depende de las condiciones de seguridad que tiene la población afectada, de las medidas y a la capacidad para reaccionar frente a ello, en este caso tomaremos un suceso acontecido en nuestro país:

Entre el 27 de marzo y el 06 de abril, mueren 32 personas tras los movimientos de lodo y piedra ocasionados por las fuertes lluvias caídas en la región de Huánuco y Ambo (Perú) (agencias.abc.es, 2014).

Las inundaciones en el Perú son un problema recurrente cada año, debido a la estacionalidad de las precipitaciones en la región andina, la cual tiene una época seca y una época de lluvia bien diferenciada, esta última de diciembre a marzo, sumado a los años de presencia del fenómeno del niño, hacen que los caudales de los ríos que bajan de la región andina a la costa aumenten varias veces su magnitud, desbordándose y ocasionando daños en ciudades de la costa, específicamente en la región norte del país. Además, a todo esto, se suma el reciente Fenómeno de la Niña que afectó la zona liberteña (elcomercio.pe, 2017) cuyo saldo dejó seis mil 643 agraviados dejan las lluvias e inundaciones que se han registrado hasta el momento en la región La

Libertad, según un informe del Centro de Operaciones de Emergencia Regional (COER).

El presente proyecto se ha realizado pensando en el permanente riesgo a las inundaciones de las quebradas que son activadas por las lluvias, ocasionando que los pobladores del centro poblado El Milagro – Huanchaco – Trujillo – La Libertad terminen siendo destruidos por la fuerza de la naturaleza, con pérdidas tanto económicas como humanas, buscando una estructura ordenada con la finalidad de tomar acciones correctivas y mitigar el riesgo por inundaciones.

En tiempos en que la probabilidad de un fenómeno, como lo es una inundación, se realice en las quebradas, es latente por los cambios climáticos es de gran importancia que este sector el cual carece de un plan de contingencia sea analizado. En vista de esta realidad, se analizó mediante recopilación de información relevante y sustancial para poder estimar los posibles alcances y grado de daño al cual estaría expuesto y bajo qué condiciones de protección se podría presentar una solución satisfactoria con el fin de proveer y salvaguarda de la integridad de los pobladores, despertando en ellos la cooperación entre autoridades y pueblos por el bien común. Este proyecto cuenta con información que es respaldada por fuentes confiables tanto nacionales como internacionales, con referencias de países que sufrieron esta clase de problemas y el plan a seguir, así como su ejecución. Tomando ello como referencia se puede cuantificar y plasmar un estudio definitivo cuyo valor de riesgo sea menor al conllevar una disciplina de seguridad, concluyendo en que la investigación funcione para determinar una metodología propia de obtención de nivel de

riesgo aplicable a este objeto de estudio y proponiendo un sistema de defensa riverense de tipo muro de contención en los puntos críticos ubicados, con el fin de salvaguardar la vida de la población.

Cabe resaltar que el crecimiento demográfico y la planeación del crecimiento urbanístico del C.P. El Milagro no acata ningún orden establecido o dado por alguna autoridad, ya que las autoridades pertinentes no hacen ningún tipo de actualización desde que se elaboró el último plan urbanístico por parte de la Municipalidad Provincial de Trujillo (ver anexo N°10) que fue realizado hace 10 años.

La municipalidad distrital de Trujillo realizó en el año 2013 la Evaluación Probabilística De La Peligrosidad Y La Vulnerabilidad Frente A Desastres Naturales Basados En Proyecciones De Cambio Climático En El Área Metropolitana De Trujillo frente a las amenazas asociadas al cambio climático donde resaltan las quebradas La Cumbre, El León y Río Seco, las cuales atraviesan los terrenos situados alrededor de la localidad El Milagro las cuales en conjunto presentan un drenaje considerable asociados con un caudal de $400\text{m}^3/\text{s}$ en un área de aproximadamente 300km^2 la cual presenta una amenaza para la localidad la cual concluye en ser uno de los mayores riesgos hidrológicos en toda el área de estudio tomada, generando pérdidas de vidas humanas y daños materiales, así como daños indirectos para la actividad económica local, servicios, y turismo.

Los sistemas de defensas ribereñas son obras pluviales construidas en un río, dentro del cauce o en sus exteriores, cuya finalidad sea encauzar,

corregir o controlar el cauce natural. En el Perú existen infinidad de estos tipos de obras, sin embargo, siempre suelen ser el mismo tipo de estructuras por facilidad de antecedentes constructivos.

Entre las estructuras más usadas se encuentra los gaviones, los cuales son enmallados de rocas formando un muro, el cual otorga resistencia a la erosión y socavación, como lo explica Luján (2017) en donde realiza el diseño de un muro de contención tipo caja rectangular con una malla de acero relleno de piedras de canto rodado con el fin de dar una protección a las laderas complementando con Paulet (2001) quien indica que lleva a tener una armonía estable con el medio ambiente unto con su capacidad para drenar fluidos y tolerar asentamientos. Siendo analizados económicamente por Oswaldo (2017) en una comparativa entre muros de contención no convencionales, recalca la economía de este sistema ante la construcción de muros de concreto y muro de suelo reforzado con Terramesh System.

Este tipo de estructura cumple con un buen funcionamiento en teoría y en el campo, sin embargo, diferentes análisis técnicos indican que esta estructura llega a fallar ante venidas con material de arrastre como rocas y lodos con gran poder destructivo, donde el enmallado de acero puede romperse y generar que toda la estructura falle.

Ante este análisis se presentan otros tipos de defensas, los denominados muros de contención en voladizo y los comúnmente usados, elaborados de concreto armado, los cuales solucionan el problema que presentan los gaviones. En el estudio experimental realizado por Ruiz-Tagle y Villalobos (2011) indica

que la presencia de geomallas en la aplicación de muros de contención puede reducir hasta dos veces el volumen del suelo que entra en fluencia debido al empuje activo de este, lo cual permitiría una mayor optimización para la estructura.

Dado a la necesidad de la aplicación de nuevas metodologías para los muros de contención, aparecen nuevos tipos de estas estructuras, con una metodología para la construcción y ensamblaje más rápida y sencilla. Sheikholeslami, R., Gholipour, B., Sadollah, A. & Kim, J. (2016) realiza entonces un método híbrido de optimización basado en algoritmos IFA-HS para optimizar el costo de los muros de contención que se adhieran a las disposiciones de la normativa de concreto armado ACI 318-05. Sin embargo, la deficiencia de estos sistemas, son la debilidad que presentan en frente a la continua erosión de las fuertes venidas que se producen consecuencia de las fuertes lluvias.

Por todo lo mencionado anteriormente, en los últimos años se buscó innovar nuevos tipos de sistemas estructurales para facilitar los procedimientos constructivos en cualquier zona, sea accidentada o no accidentada.

La empresa Betonform creo un diseño de muro de contención llamado ErdoX, a fin de ser una solución rápida y eficaz con un largo tiempo de vida para todo tipo de circunstancias con un principio de funcionamiento simple. El peso del material de relleno de las estructuras actúa sobre la placa en concreto, la cual tiene que vencer el empuje que actúa sobre el panel frontal transmitido por el relleno mismo y por la sobrecarga que presentará eventualmente la

estructura (Urteaga, 2017). Entre los cuales se denominan ErdoX Tierra, ErdoX Nieve, ErdoX Junior y ErdoX Tipo C; las cuales, según su tipología, pueden ser utilizadas ante presencia de fuertes eventos naturales sin preocupación a su fallo temporal o permanente siendo una solución confiable ante los problemas anteriormente presentados.

Se han considerado los siguientes artículos como antecedentes sobre vulnerabilidad e inundaciones, además de propuestas de mejora para el análisis de muros de contención.

López, Díaz, Yanes, Dorta, & Máyer, (2020) en su trabajo de investigación, proponen una metodología cualitativa para el cálculo de un índice de vulnerabilidad por inundación. Partiendo de información disponible en muchas administraciones locales, la misma se aplica en el litoral de Arona y Adeje, áreas turísticas en el suroeste de Tenerife que cuentan con una oferta alojativa superior a las 90.000 plazas, como consta en el Instituto de Estadística del Gobierno de Canarias. De la labor desarrollada a nivel de parcela catastral resulta un índice de vulnerabilidad que oscila entre un valor mínimo de 0,00-0,03 y un máximo $>0,30$, así como su diferenciación espacial según la antigüedad de las urbanizaciones turísticas. El empleo del índice que se formula permite evaluar a escala local y con gran precisión la vulnerabilidad de espacios turísticos.

Tascón (2017) hace el estudio con el fin realizar un análisis de la vulnerabilidad lo más objetivo posible. Se ha propuesto un método de análisis que normaliza los valores de los distintos indicadores mediante unas funciones

de transformación y los combina con la asignación de distintos pesos, que en su mayor parte ha establecido un panel de expertos siguiendo el método AHP (Analytic Hierarchy Process). Otra de las novedades que presenta esta investigación es la escala de trabajo, que permite que su aplicación tenga como unidad básica de información la parcela urbana en cualquier tipo de población, incluso núcleos de más de 20000 habitantes. Finalmente, se ha aplicado el método propuesto al municipio de Ponferrada, donde la vulnerabilidad en este caso frente a inundaciones por rotura de presa es elevada, especialmente a nivel social y económico y en menor grado a nivel físico. Con este estudio se observa una gran fragilidad de la zona frente a un fenómeno de esta envergadura lo que hace necesario el desarrollo de una serie de medidas que mejoren su capacidad de resiliencia.

De acuerdo con Marcelo, Adrián, & Zimmermann (2013) en su trabajo “Pronóstico de niveles para alerta de crecidas en el Gran Rosario, Santa Fe, Argentina”, con el objeto de reducir la vulnerabilidad ante inundaciones en el Gran Rosario, la Autoridad Hídrica Provincial gestionó la instalación de una red para registro de variables hidrológicas, junto con el desarrollo de un modelo de pronóstico de niveles. Se presentan el modelo matemático distribuido empleado y algunos resultados parciales, el cual consta de cuatro módulos: generación de lluvia, determinación del estado de humedad antecedente del suelo, cálculo de pérdidas iniciales, y simulación de escurrimiento superficial y pronóstico de niveles. El desempeño del modelo fue satisfactorio en términos de comparación entre limnigramas observados y pronosticados. En eventos de mediana magnitud se evidencia la sensibilidad de los resultados al estado de

humedad antecedente del suelo, mientras que para eventos importantes los resultados presentan mayor certidumbre.

Según Lopez S. (2005) en la investigación “Estrategias de mitigación y control de inundaciones y aludes torrenciales en el Estado Vargas y en el Valle de Caracas: Situación actual y perspectivas futuras”, los aludes torrenciales producidos en 1999 en el Estado Vargas, dejaron grandes pérdidas. Las pérdidas humanas pudieron reducirse con la implementación de un conjunto de medidas de prevención y mitigación. En el presente se discuten las diferentes estrategias de mitigación contra aludes torrenciales, estableciendo la distinción entre las medidas estructurales y no estructurales. Se revisan las medidas que se están implementando en el Estado Vargas y en el valle de Caracas, y se recomiendan acciones para orientar los esfuerzos que se están realizando a fin de mitigar los efectos por ocurrencia de nuevos aludes torrenciales.

De Jesús, Gutiérrez & Rodríguez (2011) analizan la vulnerabilidad al riesgo de inundación en la cuenca baja del río Gaira, la cual se dividió territorialmente en tres sectores, permitiendo realizar comparaciones intra e intersectorial. Así mismo, determinar el sector que presentó el mayor nivel de riesgo ante cualquier tipo de inundaciones. Para medir la vulnerabilidad global se adoptó la metodología establecida por Wilches-Chaux (1989) y los trabajos desarrollados por Caceres (2001), Gómez (2003), Parra (2003), Reyes (2003) y Jiménez (2005) sobre el tema de vulnerabilidad en cuencas hidrográficas. Según los resultados, se observó que la cuenca baja del río Gaira cíclicamente sufrió en los últimos cinco años inundaciones, producto de acciones antrópicas. Las recientes construcciones civiles en áreas inadecuadas, la deficiente

planificación urbana, el desconocimiento de planes de emergencia y la débil capacitación de la población, son factores que incidieron en la alta vulnerabilidad de la cuenca baja, la cual alcanzó un 69.5% y un valor promedio de 2.78. Las vulnerabilidades técnica y educativa presentaron valores promedios de 3.37 y 3.23 y valoraciones de 84.26% y 80.90%, teniendo una vulnerabilidad Muy Alta. Asimismo, las vulnerabilidades ideológica y social obtuvieron promedios de 1.75 y 1.98 y valoraciones de 43.73% y 49.48%, alcanzando un índice de caracterización Medio.

Carrera, Méndez, & Rivas (2013) en su proyecto titulado “Modelaje hidrológico de escenarios para eventos de inundaciones en la planicie de desborde del río Patanemo, estado Carabobo, Venezuela”, buscan identificar condiciones extremas bajo las cuales estos eventos ocurren. La metodología comprendió el análisis de datos de precipitación y láminas máximas anuales de lluvia, y la estimación de parámetros de respuesta hidrológica mediante el empleo de herramientas informáticas y modelos determinísticos. Los tiempos de concentración de las cuencas estimados son muy cortos, con períodos estacionarios de precipitación bien definidos, y caudales máximos estimados para periodos de retorno entre 2 y 100 años desde 6.6 m³/s hasta 475 m³/s. La cuenca del río Patanemo presenta condiciones que favorecen la génesis de crecientes en sus afluentes, lo que debe ser considerado al momento de definir planes de ordenación territorial y/o de gestión local del riesgo comunitario.

Pérez Moales, Gil Guirado, & Olcina (2016) El análisis de riesgo en áreas urbanas es una exigencia legal en España. La normativa estatal del suelo y

las autonómicas de ordenación territorial y urbanística contemplan la obligación de incluir cartografía de riesgo en los procesos de planificación. En las últimas tres décadas, el riesgo frente a inundaciones se ha incrementado notablemente en algunas regiones españolas en relación con la ocupación de áreas inundables con usos residenciales. La información catastral se convierte en una herramienta eficaz para la valoración de la exposición al peligro de inundaciones. En este artículo se analiza la potencialidad de esta información y su integración con la cartografía del Sistema Nacional de Cartografías de Zonas Inundables en un área del litoral mediterráneo que ha experimentado un incremento desahogado de su parque de viviendas, como método de trabajo aplicable en otros territorios para la valoración de la exposición al riesgo y la elaboración de cartografía de detalle.

Para Cartaya & Mantuano-Eduarte (2016) cuya investigación busca identificar manchas de inundación mediante simulación de crecidas anuales en un segmento de la cuenca baja del río Pescadillo, que se ubica dentro de una matriz agrícola homogénea. Para la simulación hidráulica se usó el programa HEC-RAS y para levantar la geometría del canal la extensión HEC-GeoRAS. Los datos geométricos se extrajeron de un TIN obtenido de un modelo de elevación digital (DEM/SRTM) de 50 metros de resolución. En la simulación hidráulica se trazaron 28 secciones transversales separadas a 800 metros, un caudal simulado de 61,4 m³/seg, y una pendiente aguas debajo de 0.0025. Resultó que la posible área a ser afectada abarca 18.72 Km². Las manchas simuladas de inundaciones anuales del río, brindan información sobre la

ubicación de las zonas de desbordamiento y los posibles terrenos agrícolas que están en riesgo.

Córdova Gutierrez, Paredes Méndez, & Alulema del Salto (2017) en su artículo, buscan determinar valores de escurrimiento superficial mediante el método número de curva, mediante la utilización de sistemas de información geográfica (SIG), percepción remota y ensayos en campo. En la metodología se desarrolló el mapa Número de Curva (CN) en función de la combinación de parámetros como son el uso de suelo, cobertura vegetal y grupos hidrológicos del suelo (GHS); y la pendiente del terreno. Para la elaboración de este, se utilizó imágenes Landsat, Rapideye y Ortofotos. En función de estudios previos en la zona urbana se generó el mapa GHS, mientras que para la zona natural se efectuaron ensayos de infiltración mediante el método Müntz y calicatas. Estos mapas generados fueron sometidos a procesos de reclasificación, rasterización, y mediante álgebra de mapas se obtuvo el mapa CN. Como resultados de esta investigación se generaron 22 usos de suelo, además se obtuvo valores de CN ponderado en condiciones normales de humedad para la zona natural de 67 y para la zona urbana de 93. Adicionalmente se calcularon coeficientes de escorrentía para la zona natural 0.13 y para la zona urbana 0.40.

Por otra parte, Arévalo (2017) realiza un diagnóstico situacional a través de la descripción de los aspectos más importantes del sector urbano de la ciudad de Saposoa, realizando una recopilación histórica de eventos adversos ocurridos, así como la identificación de zonas de amenaza o susceptibilidad; las vulnerabilidades, con una descripción detallada de la metodología para la evaluación de la vulnerabilidad físico estructural y funcional, para lo cual se ha

tomado como referencia la metodología desarrollada por el centro de estudios y prevención de desastres (PREDES) finalmente describiendo algunas medidas de reducción de riesgos. Es así que los resultados se presentan en la parte final de este estudio para un ordenamiento más que todo territorial con encuestas en viviendas e instituciones públicas clasificándose de acuerdo a los niveles de vulnerabilidad.

Vera & Albarracín (2017) su trabajo esboza una propuesta metodológica para el análisis y la espacialización de la vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales, soportada en un marco teórico holístico y en el uso de sistemas de información geográfica. Dicha metodología se aplicó a una microcuenca del río Combeima, ubicada en el departamento del Tolima. Los resultados obtenidos permiten verificar su viabilidad práctica, siendo además susceptible de generalización.

La investigación de Hernández, Barrios, & Ramírez (2017) presenta una metodología de análisis de riesgo por inundación aplicable a cuencas urbanas y va dirigida a los tomadores de decisiones para mitigar daños. La metodología se fundamenta en: el enfoque determinista, basado en modelación numérica y determinación de daños; y la del enfoque paramétrico, donde se tratan de homologar los factores que intervienen en la vulnerabilidad. Los resultados muestran las zonas de riesgo y de alta vulnerabilidad por tramos del río Atemajac, definidos de acuerdo con las características que presenta el río a lo largo de su cauce. Los índices de vulnerabilidad por inundación obtenidos con el modelo paramétrico son consistentes con los resultados del modelo determinista, integrando a los indicadores más significativos que definen los

grados de exposición, susceptibilidad y resiliencia a lo largo y ancho de la cuenca en estudio de una forma fácil de interpretar para los tomadores de decisiones.

De igual manera, García, Suárez, & Herbas (2017) ejecutan un estudio de análisis de riesgos a eventos de inundación para proponer medidas de mitigación. El análisis y procesamiento se desarrolló mediante una metodología participativa de involucrados, que posibilitaron la recolección de la información a partir de la percepción local, complementado con mapas con probabilidad de riesgos de inundaciones. Los resultados del análisis de riesgo determinan que el municipio de Santa Ana del Yacuma, se encuentra en un nivel de riesgo que fluctúa entre “muy alto”, “alto” y “medio” no encontrándose sectores con nivel de riesgo “bajo” o sin riesgo.

Dos Santos Franco, Barreiros de Souza, & Meiguins de Lima (2018) El objetivo de esta investigación fue clasificar la vulnerabilidad social en Altamira-PA, considerando la ocurrencia de las inundaciones estacionales y el escenario futuro de estabilización del nivel de agua en la cuota de inundaciones. Para determinar el Índice de Vulnerabilidad Social se utilizaron datos de cuota proporcionados por ANA y variables socioeconómicas del IBGE. Los resultados indican una vulnerabilidad de moderada a baja, que no refleja el entorno socio - espacial de la zona, que se repite la superación de nivel de alerta 6 metros durante la inundación del río Xingu. La planta hidroeléctrica de Belo Monte regulará para mantener el nivel de las inundaciones, lo que implica la demanda de planificación urbana que reduce los pasivos generados por tanto el mantenimiento de las zonas húmedas, como la amplia reorganización de las

personas, y por estudios de evaluación de la influencia y los efectos de eventos extremos en la región.

Cercedo, (2019) con su estudio busca evaluar el riesgo originado por inundaciones fluviales en el Centro Poblado “El Sausal” del Distrito de Luyando, donde mediante el análisis jerárquico, la identificación y determinación de los niveles de peligro, el análisis y determinación de la vulnerabilidad y riesgo, concluye que la peligrosidad muestra 6 viviendas de peligro muy alto, 22 en alto, 25 en medio en el margen derecho de la carretera, mientras que en el izquierdo se identifican 11 viviendas en peligro alto y 55 en peligro medio. Por otro lado, el análisis de vulnerabilidad identifica al margen derecho de la carretera 10 viviendas en vulnerabilidad muy alta, 4 en vulnerabilidad alta, 5 en media y 18 en baja; en el margen izquierdo se identifica 1 en muy alta, 5 en alta y 22 en baja.

Cajigal Molina & Maldonado González (2019), los desastres por ciclones tropicales y sus consecuentes inundaciones se han posicionado como los fenómenos que provocan mayores pérdidas humanas y económicas en el mundo. Las proyecciones indican que se agravarán por lo que los desastres serán aún mayores. Algunos ciclones tropicales pueden estar relacionados con el cambio climático, de ahí la importancia de identificar en las poblaciones afectadas cuáles son los elementos que están permitiendo que los ciclones tropicales deriven en inundaciones, para ello se propone una metodología con el fin de analizar la vulnerabilidad ante éstas. Los resultados permiten ofrecer sugerencias que contribuyen a la disminución de la problemática con la participación de docentes de bachillerato.

Díaz, López, Yanes , Dorta, & Máyer (2020) donde este trabajo se propone una metodología cualitativa para el cálculo de un índice de vulnerabilidad por inundación. Partiendo de información disponible en muchas administraciones locales, esta se aplica en el litoral de Arona y Adeje, áreas turísticas en el suroeste de Tenerife que cuentan con una oferta alojativa superior a las 90.000 plazas, como consta en el Instituto de Estadística del Gobierno de Canarias. De la labor desarrollada a nivel de parcela catastral resulta un índice de vulnerabilidad que oscila entre un valor mínimo de 0 y un máximo 1, así como su diferenciación espacial según la antigüedad de las urbanizaciones turísticas. El empleo del índice que se formula permite evaluar a escala local y con gran precisión la vulnerabilidad de espacios turísticos.

López Martínez (2020) indica que durante los últimos años, los mapas de extensión de la inundación se han convertido en un elemento fundamental para la gestión preventiva de los riesgos de inundación. Aunque a nivel europeo el desarrollo de esta herramienta estuvo impulsado por la Directiva 2007/60/ce, en algunos países como España, donde el impacto de las inundaciones sobre las sociedades ha adquirido un protagonismo primordial, su uso ya había sido previamente implementado. En este contexto, el presente estudio describe las principales características de cada cartografía, la primigenia Directriz Básica y el vigente Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (snczi), analizando, además, sus diferencias, deficiencias y puntos de mejora. Considerando todos estos aspectos, el snczi optimiza ampliamente los resultados de la Directriz Básica, pues no solo aumenta el número de periodos

de retorno estudiados, sino que también mejora la metodología, datos de partida, cartografía disponible y accesibilidad a la misma.

Según el Manual Básico para la Estimación de Riesgos del Instituto Nacional de Defensa Civil, divide las vulnerabilidades en 4 niveles, bajo, medio, alta y muy alta mostrada a continuación.

Tabla 1: Nivel, descripción y valor de la vulnerabilidad

Nivel	Descripción/Características	Valor
VB (Vulnerabilidad baja)	Viviendas asentadas en terrenos seguros, con material noble o sismo resistente, en buen estado de conservación, población con un nivel de ingreso medio y alto, con estudios y cultura de prevención, con cobertura de los servicios básicos, con buen nivel de organización, participación total y articulación entre las instituciones y organizaciones existentes	1 < de 25%
VM (Vulnerabilidad media)	Viviendas asentadas en suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas. Inundaciones muy esporádicas, con bajo tirante y velocidad. Con material noble, en regular y buen estado de conservación, población con un nivel de ingreso económico medio, cultura de prevención en desarrollo, con cobertura parcial de los servicios básicos, con facilidades de acceso para atención de emergencia. Población organizada, con participación de la mayoría, medianamente relacionados e integración parcial entre las instituciones y organizaciones existentes.	2 De 26% a 50%
VA (Vulnerabilidad alta)	Viviendas asentadas en zonas donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas, con material precario, en mal y regular estado de construcción, con procesos de hacinamiento y tugurización en marcha. Población con escasos recursos económicos, sin conocimientos y cultura de prevención, cobertura parcial de servicios básicos, accesibilidad limitada para atención de emergencia; así como con una escasa organización, mínima participación, débil relación y una baja integración entre las instituciones y organizaciones existentes.	3 De 51% a 75%
VMA (Vulnerabilidad muy alta)	Viviendas asentadas en zonas de suelos con alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizada o suelos colapsables en grandes proporciones, de materiales precarios en mal estado de construcción, con procesos acelerados de hacinamiento y tugurización. Población de escasos recursos económicos, sin cultura de prevención, inexistencia de servicios básicos y accesibilidad limitada para atención de emergencias; así como una nula organización, participación y relación entre las instituciones y organizaciones existentes.	4 De 76% a 100%

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil

Para el análisis de muros de contención, Ghazavi,, Bonab y Bazzazian (2011) explica las fórmulas a emplear en el cálculo de estabilidad de muros de contención en fuerza como factores de seguridad por falla en deslizamientos horizontal la cual indica ser la sumatoria de las fuerzas que actúan sobre el muro comparado con la fuerza otorgada por el peso de la estructura, fuerzas de momentos sobre el punto de giro y factores de seguridad para volteos, y presentadas a continuación.

Ecuación 1: *Sumatoria de momentos actuantes*

$$\sum M_R = M_C + M_S + M_q + M_v$$

Ecuación 2: *Sumatoria de momentos en centro de gravedad*

$$\sum M_o = P_a \bar{y}$$

Ecuación 3: *Factor de seguridad por volteo*

$$FS_{volteo} = \frac{\sum M_R}{\sum M_o}$$

Uno de los fundamentos para el cálculo de empujes de del suelo sobre los muros de contención es el efecto que produce el suelo o material de relleno sobre este, un dato importante es el valor de empuje activo de la presión lateral calculados usando la teoría de Rankine presentada por Castro, Viviescas, y Osorio (2017) en su investigación.

Ecuación 4: *Fórmula de empuje de coeficiente activo*

$$K_A = \cos \beta \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}$$

Siendo ϕ el ángulo de fricción interna del suelo y β el ángulo de inclinación del suelo respecto a la horizontal

Castro et. al. explica cómo se realizó el análisis por métodos de confiabilidad para determinar los empujes activos del material residual o de relleno, los cuales junto con la iteración de la ecuación anteriormente mostrada hace un cálculo donde presenta los valores promedio y los coeficientes de variación de Rankine

Tabla 2: Media y CV de los K_a para el suelo residual

Tipo de análisis	μ C_v	β					
		0°	5°	10°	15°	20°	24°
PM	μ	0.425	0.432	0.455	0.502	0.57	0.611
	$C_v(\%)$	14.6	14.8	16.3	18.9	20.2	18.7
PE	μ	0.306	0.31	0.32	0.34	0.373	0.434
	$C_v(\%)$	6.2	6.5	6.6	7.1	7.8	43.4

Fuente: Castro, J., Viviescas, J. & Osorio, J. (2017)

Para la presente investigación se recopilaron los siguientes conceptos:

Inundación

Si el suelo pierde la capacidad de absorber el agua de lluvia, y se producen grandes acumulaciones de agua en la superficie, se produce una inundación. Cuando el agua ocupa zonas o áreas que en condiciones naturales se encuentran dentro de un nivel normal, a este fenómeno se le conoce como inundación.

Los aluviones son una de las amenazas más peligrosas de la Naturaleza. Diferentes fenómenos atmosféricos como vaguadas, ondas tropicales, frentes fríos o estacionarios, ciclones tropicales, o bandas externas de ciclones

tropicales, pueden producir lluvias intensas o prolongadas. En nuestra isla, las causas principales de las inundaciones son las antes mencionadas, pero la producción de lluvia se complica por la interacción de los vientos y la orografía (ecoexploratorio.org, s.f.).

Desastre

(SINADECI) Una interrupción grave en el funcionamiento de una comunidad causando grandes pérdidas a nivel humano, material o ambiental, suficientes para que la comunidad afectada no pueda salir adelante por sus propios medios, necesitando apoyo externo. Los desastres se clasifican de acuerdo a su origen (natural o tecnológico).

Medidas estructurales

Son medidas que se toman en la ingeniería para la construcción de elementos estructurales para protección de otras estructuras generalmente edificaciones para reducir las amenazas de peligro (SINADECI).

Prevención

El conjunto de medidas y acciones dispuestas con anticipación con el fin de evitar o impedir que se presente un fenómeno peligroso o para reducir sus efectos sobre la población, los bienes y servicios y el ambiente. Incluye entre otras, medidas de ingeniería (construcciones sismo resistentes, protección ribereña y otras) y de legislación (uso adecuado de tierras, del agua, sobre ordenamiento urbano y otras). (bvsde.paho.org, s.f.)

Mitigación

Organización y ejecución de medidas de intervención dirigidas a reducir o disminuir el riesgo. La mitigación es el resultado de la aceptación de que no es posible controlar el riesgo totalmente; es decir en muchos casos, no es posible impedir o evitar los daños o sus consecuencias y solo es posible atenuarlas (SINADECI).

Emergencias

Está caracterizado por la modificación o interrupción intensa y grave de las condiciones normales de trabajo u operación de una comunidad, causada por un evento o por la inminencia del mismo, que requiere de una reacción inmediata y que exige la atención o inquietud de las instituciones del Estado, los medios de información y de la comunidad en general (bvsde.paho.org, s.f.).

Zonas Vulnerables

Rubio (2015) en su artículo sobre el análisis de vulnerabilidad en sistemas de agua y desagüe ante inundaciones en Trujillo se realizaron diversos mapas de Vulnerabilidad en sistemas de agua potable y alcantarillado ante inundaciones producto del desborde de un río.

Para identificar la vulnerabilidad de inundación de una zona se debe conocer distintos factores como la geografía del lugar, el caudal del agua que inunda la zona, las precipitaciones, entre otros. Estas son las que condicionan las dimensiones del área de la zona con riesgo de inundación.

Áreas probables a una inundación

Se establece utilizando la información de estudios anteriores de vulnerabilidad y riesgo de la localidad, realizados en sus respectivas entidades competentes a elaborar dichos mapas de riesgo y vulnerabilidad, en donde se determina el área de influencia, la ubicación geográfica, las carreteras importantes, la susceptibilidad del territorio, entre otros (Centro Nacional de Estimación, 2014)

Evaluación de la vulnerabilidad

Esta evaluación sirve para determinar la capacidad de respuesta de cada zona de la ciudad, en relación con las acciones tomadas frente a un siniestro natural el cual atente contra los bienes de la persona. De esta evaluación se logra obtener un mapa de vulnerabilidad de la ciudad, en donde se determinan las zonas más vulnerables y las menos vulnerables, en esta evaluación se incluyen servicios de saneamiento y comunicaciones, patrimonios culturales, carreteras, actividades económicas, lugares de concentración públicas y Asentamiento Humanos (civil, 2005).

Coefficiente de empuje activo

Se considera un diagrama de fuerza de cuerpo libre de un elemento plano diferencial del suelo, ubicado y retenido detrás de un muro de contención, el cual depende de factores de tipo de suelo, ángulo de fricción entre el suelo y el muro, ángulo de inclinación del talud y ángulo de inclinación con respecto a la vertical del muro de contención. (Bogantes, 2016)

Muro de contención en gaviones

Estructura constituida por elementos metálicos confeccionados con redes de malla hexagonal de doble torción llenados con piedras; la cual debe cumplir con características de elevada resistencia mecánica, resistencia a la corrosión, buena flexibilidad, producidos con alambres de bajo contenido de carbono revestidos con aleación de 95% zinc y 5% de aluminio. (MACCAFERRI, 2008)

Muro de contención ErdoX

El sistema ErdoX presenta un muro de contención, el cual posee un mono-anclaje de forma piramidal realizado con una estructura metálica la cual soluciona de marea rápida y eficaz todas las problemáticas creadas por derrumbes y erosión del suelo. Está constituido por un panel frontal con dimensiones de 310 cm de largo y 360 alto conectado con un tirante rígido central de anclaje de una longitud variable entre 400 y 600 cm y cables contraviento con el sistema de anclaje de la estructura garantizado por una o dos placas de concreto armado. En el parámetro frontal, la cual actúa como el muro de contención está compuesto por 2 vigas de construcción en acero HE120B, un panel de red estructural “HAE Panel” realizado con doble cable de acero con alma metálica de diámetro \varnothing 8 mm y un panel de red metálica a doble torsión, con cocadas hexagonal de 80x100 mm, con hilos \varnothing 2.7 mm, completamente galvanizada y firmemente unida al panel estructural principal. (Betonform, 2016)

Según el tipo de condiciones que se presenten, se tienen 4 tipos de ErdoX, las cuales se mencionan a continuación según como se detalla en el informe de Betonform

- ErdoX Junior:

Modelo con dimensiones de 2.00 x 2.50 m. de 120 kg por unidad. Es utilizado en proyectos donde la resistencia requerida del sistema no sea elevada. Las ventajas que presenta este tipo son de mayor facilidad de instalaciones y versatilidad; donde es capaz de estabilizar superficies de 5m² en pendientes inestables, resistiendo cargas de entre 10 a 12 toneladas.

Se recomienda su uso principalmente en casos de construcción moderna de gaviones, terraplén de canales y lagos por el control contra la erosión que ofrece. Existen dos tipos de ErdoX Junior: el normal y el reforzado, los 2 conformados por 4 cables contraviento, la diferencia se encuentra en las dimensiones de la placa de anclaje, el cual el primero es de 0.80 x 0.80 x 0.10 m, mientras que el segundo es de 1.15 x 1.25 x 0.18 m.

- ErdoX C:

Especialmente diseñado para ser usado como protección en costas u orillas, contención de terraplenes, pendientes con peligro de deslizamiento, entre otros. Entre sus funciones más representativas es la de ser una buena alternativa en ambientes con presencia de sales u otros agentes que dañan estructuras comúnmente como las presentes en mares salitrosos debido a que posee una armadura hecha con barras de fibra de vidrio.

Su anclaje puede ser realizado por medio de tirantes sobre rocas o terreno suelto unido con cables metálicos en forma de espiral con su respectivo guardacabo, adherido al terreno con una placa de concreto que fija al sistema.

- ErdoX Tierra:

Es el tipo del cual se ha descrito anteriormente, de dimensiones de 3.10 x 3.60 m, con un peso aproximado de 350 kg por cada elemento. Su uso es, generalmente, para casos de deslizamientos de tierras, rocas, barrera para escombros, muro de contención y estabilizar laderas con posibilidades de fallas. Se presenta dos tipos de ErdoX tierra: El ErdoX Tierra y ErdoX Tierra Reforzado, el primero contando con 5 cables de contraviento y 1 placa de anclaje de concreto de 1.40 x 1.40 x 0.18 m, y el segundo con 8 cables y 2 placas de anclaje de iguales dimensiones. En condiciones extremas del terreno donde el sistema ErdoX Tierra Reforzado no garantice una estabilidad del talud, se pueden utilizar sistemas adecuados de cimentación para proporcionar un anclaje correcto al terreno.

- ErdoX Nieve:

Especialmente diseñado en zonas con fuerte cantidad de nieve y con peligro de avalanchas hacia zonas habitadas por seres humanos o animales. Su anclaje se realiza en la nieve para poder resistir las cargas que se presentan en los taludes como pendiente pronunciada, entre otros.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la estimación de la vulnerabilidad por inundaciones en la quebrada El León y su propuesta de mejora con fines de protección en el centro poblado El Milagro - La Libertad, 2020?

1.3. Justificación

1.3.1. Conveniencia

El aporte principal de la investigación es el de dar soluciones a los problemas generados por la falta de planeamiento urbano, seguridad, desarrollo económico y deficiente toma de decisiones políticas de las autoridades del Estado a fin de tomar acciones y mitigar el riesgo por posibles fenómenos extraordinarios como lluvias torrenciales que se generan en la quebrada El León y producen inundaciones en la zona del centro poblado El Milagro.

Técnicamente el estudio se justifica debido a que es imperativo cuantificar el nivel de riesgo por inundación para que alguna entidad del Estado pueda realizar una inversión pública para la mitigación de este problema.

Académicamente se basa en el deseo de cuantificar el riesgo y el plan de mitigación de riesgos en el estudio de inversión para entidades del Estado y así ejecutar obras de inversión tales como canales, gaviones, o encauce de quebradas.

Ambientalmente, uno de los factores importantes en el análisis del riesgo frente a una inundación que se ha podido observar es el vertimiento de residuos sólidos inorgánicos e inorgánicos, también como desechos de construcción a lo largo de la quebrada, sin ningún tipo de control o acción, lo que claramente elevaría el caudal y alteraría la naturaleza de los flujos que trae consigo, agregándole residuos sólidos estacionarios que se acumularían no solo como sedimentos sino aguas debajo de la cuenca baja, generando un efecto de retención de flujo en el trayecto final de la disposición de las aguas pluviales. (El Correo, 2019). Además, se encuentra una realidad, qué a lo largo del cauce

de la quebrada se puede encontrar la presencia de canteras cercanas o en plena quebrada que procesan materiales de construcción tales como agregados, los cuales al ser extraídos del cauce natural de la quebrada producen una modificación del cauce y deformación del área, pudiendo generar empozamientos y planicies donde se aumente la probabilidad de inundación ya que se pierde ciertas restricciones dadas por el propio cauce.

1.3.2. Relevancia Social

La presente investigación es un aporte importante para la gerencia de decisiones urbanísticas y políticas dentro del centro poblado El Milagro, al evaluar el nivel de riesgo de la quebrada El León. La Municipalidad “centro poblado El Milagro” puede justificar una inversión de dinero en prevención y mitigación de riesgos aplicado bajo los parámetros dados por INDECI, es decir, que se puedan tomar acciones fundamentadas sobre el planeamiento urbano de las áreas comprendidas dentro del centro poblado y optar por las acciones correctivas y preventivas que sean pertinentes.

1.3.3. Implicancias ingenieriles

El aporte a la ingeniería que da este estudio es, desde luego, determinar el nivel de riesgo generado por la quebrada El León, y las posibles acciones de solución estructural con el fin de minorizar este riesgo siguiendo la jerarquía de controles de riesgo, que luego deberán cuantificarse y desarrollarse de manera más amplia en un estudio definitivo.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Estimar la vulnerabilidad actual frente a inundaciones por desborde de la quebrada El León y su propuesta de mejora con fines de protección en el centro poblado El Milagro, La Libertad en el año 2020.

1.4.2. Objetivos específicos

- Estimar la vulnerabilidad general de la población que se encuentran dentro de las zonas aledañas a la quebrada El León en el centro poblado El Milagro, La Libertad en el año 2020.
- Identificar la ubicación de las zonas críticas o de alta prioridad en el centro poblado El Milagro, La Libertad en el año 2020.
- Proponer medidas estructurales para la protección y defensa ante la inundación existente en la quebrada El León en el área comprendida del centro poblado EL Milagro, La Libertad en el año 2020.
- Crear una propuesta de mejora frente a las inundaciones en las zonas críticas o de alta prioridad del centro poblado El Milagro, La Libertad en el año 2020.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

La vulnerabilidad actual frente a inundaciones por desborde de la quebrada El León será de nivel alto debido a la falta de un plan de prevención y a los diversos factores culturales, sociales y económicos

1.5.2. Hipótesis específicas

- La vulnerabilidad general de la población que se encuentra dentro de las zonas aledañas a la quebrada El León es de nivel alto.

- Las zonas críticas o de alta prioridad en el centro poblado El Milagro se encuentran ubicadas en las zonas aledañas de la quebrada El León.
- El sistema de protección propuesto en las zonas críticas o de alta prioridad disminuirán el impacto de sufrir una inundación en el centro poblado El Milagro, La Libertad en el año 2020.
- El uso de muros de contención tipo ErdoX canalizaría el flujo de la quebrada El León frente a inundaciones en las zonas críticas del centro poblado El Milagro, La Libertad en el año 2020.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

- Investigación descriptiva (no experimental), ya que se realizará una investigación sin manipular ninguna de las variables (vulnerabilidad y mejoras con fines de protección), donde se describirá los fenómenos y la situación que existen en la zona de estudio, para ser medida según el análisis de procesamiento de datos en software.

- Investigación cualitativa, porque dentro de la investigación se tabularán los datos obtenidos en el estudio y se obtendrán resultados cuantificados y porcentuales.

2.2. Variables Y Operacionalización

2.2.1. Variable independiente

- Determinación de la vulnerabilidad
 - Vulnerabilidad Física
 - Vulnerabilidad Económica
 - Vulnerabilidad Social
 - Vulnerabilidad Cultural

2.2.2. Variable dependiente

- Propuesta de mejora

2.2.3. Variables Intervinientes

- Ley N° 28611 Ley General Del Ambiente
- Municipalidad local del ordenamiento del área de estudio

2.3. Operacionalización de variables

Tabla 3: Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD / CATEGORÍA	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
V.I. Vulnerabilidad por riesgo a inundación	Grado de resistencia y/o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un peligro generado por una inundación. Puede este ser físico, social, cultural, económico, institucional entre otros. (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2006)	Vulnerabilidad Física	<p>Materiales de construcción utilizada en viviendas</p> <p>Ubicación de la vivienda</p> <p>Características Geológicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura sismorresistente con adecuada técnica constructiva (1) • Estructura de concreto acero o madera, sin adecuada técnica constructiva (2) • Estructuras de adobe, piedra o madera, sin refuerzos estructurales (3) • Estructuras de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario (4) • Muy alejada > 5 Km (1) • Medianamente cerca 1 – 5 Km (2) • Cercana 0.2 – 1 Km (3) • Muy cercana 0.2 – 0 Km (4) • Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas (1) • Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante (2) • Zona medianamente 	<ul style="list-style-type: none"> • Razón: Se pueden realizar comparaciones • Ordinal 	<p>Observación:</p> <p>- Esta metodología se emplea siguiendo una serie de fases tales como: delimitación de objetivos, recogida y catalogación de datos, realizando al final la interpretación de estos.</p> <p>- Cuestionarios</p> <p>Se emplean para recoger información in situ que sirva de manera clara y objetivo de la situación que sucede.</p>

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD / CATEGORÍA	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
				fracturada, suelos con baja capacidad portante (3)		
				• Zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables (4)		
			Normas Pertinentes	• Con leyes estrictamente cumplidas (1)		
				• Con leyes medianamente cumplidas (2)		
				• Con leyes sin cumplimiento (3)		
				• Sin ley (4)		
				• Alta productividad y Recursos bien distribuidos (1)		
			Actividad económica	• Medianamente productiva y distribución regular de los recursos (2)		
				• Escasamente productiva y distribución deficiente de los recursos (3)		
		Vulnerabilidad Económica		• Sin productividad y nula distribución de recursos (4)		
			Acceso al mercado laboral	• Oferta laboral > Demanda (1)		
				• Oferta laboral = Demanda (2)		
				• Oferta laboral < Demanda (3)		
				• No hay Oferta (4)		
			Nivel de ingresos	• Alto nivel de ingresos		

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD / CATEGORÍA	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
				(1)		
				• Suficientes niveles de ingresos (2)		
				• Nivel de ingresos que cubre necesidades básicas (3)		
				• Ingresos inferiores para cubrir necesidades básicas (4)		
				• Población sin pobreza (1)		
			Situación de pobreza o desarrollo humano	• Población con menor porcentaje pobreza (2)		
				• Población con pobreza mediana (3)		
				• Población con pobreza total o extrema (4)		
				• Población totalmente organizada (1)		
			Nivel de organización	• Población organizada (2)		
				• Población escasamente organizada (3)		
				• Población no organizada (4)		
		Vulnerabilidad Social	Participación de la población en trabajos comunales	• Participación total (1)		
				• Participación de la mayoría (2)		
				• Mínima Participación (3)		
				• Nula participación (4)		
			Grado de relación entre las instituciones y organizaciones locales	• Fuerte relación (1)		
				• Medianamente relacionados (2)		

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD / CATEGORÍA	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
		Vulnerabilidad cultural ideológica	<p>Tipo de integración entre las organizaciones e instituciones locales</p> <p>Conocimiento sobre la ocurrencia de desastres</p> <p>Percepción de la población sobre los desastres</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Débil relación (3) • No existe (4) • Integración total (1) • Integración parcial (2) • Baja integración (3) • No existe integración (4) • Conocimiento total de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres (1) <ul style="list-style-type: none"> • La mayoría de la población tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias de los desastres (2) • Escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres (3) • Desconocimiento total de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres (4) <ul style="list-style-type: none"> • La totalidad de la población tiene una percepción real sobre la ocurrencia de desastres (1) • La mayoría de la población tiene una percepción real de la ocurrencia de los desastres (2) 		

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD / CATEGORÍA	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
V.D. Propuesta de mejora	Acciones de cambio que se toma dentro de una organización para elevar su efectividad. Dichas acciones se harán dependiendo de las deficiencias encontradas frente a inundaciones. (CENEPRED, 2014)	Acciones Preventivas	Actitud frente a la ocurrencia de desastres Daños generados	<ul style="list-style-type: none"> • La minoría de la población tiene una percepción realista y más místico y religioso (3) • Percepción totalmente irreal – místico – religioso (4) • Actitud altamente previsorora (1) • Actitud parcialmente previsorora (2) • Actitud escasamente previsorora (3) • Actitud fatalista, conformista y con desidia (4) 		

Fuente: Elaboración propia

Nota: Las leyes a evaluar en la vulnerabilidad física se detallan a continuación:

D.S N°005-88-SGMD- Ordinal Reglamento del Sistema de Defensa Civil y Su modificatoria N°058-2001-PCM

R.S N°009-2004-SA - Plan Sectorial de Prevención y Atención de Desastres del Sector Salud.

R.M N° 035-2004--GDN/MINSA V - Procedimientos de Aplicación del Formulario Preliminar de Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades de Salud en Emergencias y Desastres.

2.4. Población y muestra

2.4.1. Población

Centro Poblado El Milagro – Huanchaco – La Libertad con una población total de 15 523 de viviendas tomados del Plan de Prevención y Reducción de Desastres del Distrito de Huanchaco

2.4.2. Muestra

Se calcula el tamaño de muestra aplicando la ecuación de muestreo aleatorio simple:

Ecuación 5: *Muestreo aleatorio simple*

$$n = \frac{Z^2 N p q}{E^2 (N - 1) + Z^2 p q}$$

Donde:

N = tamaño de población

Z = Nivel de confianza al 95% ($Z=1.96$)

p y q = parámetros estadísticos de la población (cuando son desconocidos se le asigna $p = 50\%$ y $q = 50\%$)

E = límite aceptable de error entre 0% y 9% (valor tomado de 5%)

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 15\ 523}{0.05^2 (15\ 523 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 374.9 \text{ viviendas}$$

$$n = 375 \text{ viviendas}$$

La muestra tomada es de 375 viviendas en Centro Poblado El Milagro – Huanchaco – La Libertad

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.5.1. Técnicas

La técnica primaria fue la observación, realizando la observación estructurada con las fichas análisis de vulnerabilidades proporcionada por el Manual Básico para la Estimación del Riesgo del Instituto Nacional de Defensa

Civil (INDECI) y observación de campo con registros fotográficos obtenidos en sitio donde ocurren los siniestros y el recorrido de la quebrada El León.

Adicionalmente se realizó una investigación bibliográfica para la obtención de datos de delimitaciones de cuencas y quebradas por parte de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y datos meteorológicos de la Estación Trujillo y Huanchaco Ex - COPARC a través de un pluviómetro automático

La información de ámbito ingenieril se obtendrá principalmente de los registros del pluviómetro de las estaciones meteorológicas, propuesta de prevención y riesgo del desastre de organismos estatales, registros fotográficos, GPS y procesamiento de imágenes satelitales (fotogrametría).

2.5.2. Instrumentos.

- Fichas validadas por INDECI para medir cada punto de la vulnerabilidad del centro poblado El Milagro.
 - Se evaluará la vulnerabilidad física, económica, social e institucional y cultural.
 - La constatación de la valoración del riesgo de inundación de la quebrada El León se realizará en base al análisis matemático, para la cual se utilizará la ecuación (INDECI 2014):

Ecuación 6: *De Riesgo*

$$R = P \times V$$

Donde:

- R = Riesgo, dado en porcentaje.
- P = Peligro, dado en porcentaje.
- V = Vulnerabilidad, dado en porcentaje.

- Planos de vulnerabilidad, Riesgos y topografía de CERPLAN – filial Trujillo.
- Levantamientos de campo realizados a la quebrada el León, para su posterior “post proceso RTK” en gabinete.

2.5.3. Método de análisis de datos

- La recopilación de datos se realizará usando el programa Microsoft Excel 2018, en el cual se analizarán los resultados procesados mediante el empleo de tablas estadísticas y gráficos.
- Los puntos tomados en campo se procesarán mediante el uso del programa ArcGis 10.7. para evaluar las zonas de posible inundación frente a fenómenos extraordinarios.
- Los cálculos de avenidas y sistemas de protección se realizarán con el programa HEC-HMS, HEC-RAS y tomando en cuenta varios factores tales como: caudal, periodo de lluvia, espacio de fajas marginales, etc.
- Para el cálculo estructural presentado se basa en calcular la magnitud del empuje ejercido hacia el sistema ErdoX, para ello se utiliza la teoría clásica de muros de contención. El empuje ejercido se considera sin cargas hidrostáticas, interviniendo solamente la presión del material de relleno y de la sobrecarga de material que pudiera haber por lo que se considera como una superficie de contención infinitamente rígida. Debido a que el empuje se ejerce sobre las vigas diagonales que contiene el muro, y éste es permeable, la fuerza hidrostática ejercida sobre el sistema puede considerarse como nula (Urtega, 2017). La ecuación para calcular la magnitud del empuje sobre el muro de contención es el siguiente:

Ecuación 7: *Cálculo de la magnitud de empuje*

$$P = \gamma \cdot h \cdot Ka/2 + Q \cdot Ka$$

- P: Empuje ejercido sobre el muro
- γ : peso específico del material de relleno
- h: altura de la estructura
- Ka: coeficiente de empuje activo, dependiente del ángulo interno de fricción del terreno y el ángulo del talud sobre la estructura
- Q: sobrecarga según el uso del muro

2.6. Validación y confiabilidad del ensayo

2.6.1. Validación del instrumento

La validación de los instrumentos usados en esta investigación los ha provisto las entidades competentes, las fichas de valoración de riesgo han sido aprobadas por INDECI en el año 2018.

2.6.2. Confiabilidad del ensayo

Se empleó el coeficiente alfa (α) para indicar la confiabilidad del instrumento empleando el alfa de Cronbach dado que la variable está medida en la escala de LÍkert (politémica) se siguieron los siguientes pasos:

- a. Para determinar el grado de confiabilidad de las fichas de valoración proporcionado por el INDECI se aplicó dicha prueba al total de la muestra, debido a que la encuesta ya se encuentra validada por la autoridad pertinente.

- b. Luego, se estimó la confiabilidad por la consistencia interna de Cronbach, mediante el software Excel para determinar el resultado con precisión.

Ecuación 8: *Coefficiente de Alfa de Cronbach*

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} * \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

Donde:

K = El número de ítems

$\sum S_i^2$ = Sumatoria de varianzas de los ítems

S_T^2 = Varianza de la suma de los ítems

α = Coeficiente de alfa de Cronbach

Las fichas de valoración evaluadas por el método estadístico de alfa de Cronbach mediante el software Excel:

Tabla 4: *Nivel de confiabilidad del coeficiente alfa de Cronbach*

Rango	Nivel
0.9 – 0.1	Elevado
0.6 – 0.8	Aceptable
0.4 – 0.6	Regular
0.2 – 0.4	Bajo
< 0.2	Muy bajo

Fuente: (Morales-Vallejo, 2007) *Estadística aplicada a las Ciencias Sociales: La fiabilidad de los tests y escalas (Internet)*. Madrid: Universidad Pontificia Comillas; 2007

Tabla 5: *Resumen del procesamiento de datos*

		N	PORCENTAJE
Casos	Válidos	375	100.0
	Excluidos	0	0
Analizados	Total	375	100.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6: *Estadísticos de fiabilidad*

Alfa de Cronbach	N de elementos
0.806	375

Fuente: Elaboración propia

Se obtiene un coeficiente de 0.806 que determina que el instrumento tiene una confiabilidad aceptable – elevado, según la tabla 4.

2.7. Aspectos éticos

Según palabras del profesor Martínez (2011), un profesional excelente es aquel que combina una magnífica preparación técnica con una conciencia ética que le ayuda a desempeñar su trabajo con atención a todos los implicados.

Para que el estudio se cimiente sobre los principios de la ética y moral, cuando las variables de estudio sean personas y lugares, se tendrá en consideración en primer lugar, la aceptación previa de los pobladores a participar, claro está, siguiendo todos parámetros éticos de validación establecidos al respecto.

Debe tomarse en cuenta que las políticas públicas hacen que esta investigación en desarrollo sea posible, además de proporcionar todos los datos fidedignos para la transparencia en el estudio a realizar.

Hay que tomar en cuenta que el estudio se ciñe a las políticas de calidad dadas por la Universidad Privada del Norte en todos sus reglamentos, normas y tomando en cuenta la misión y visión que tiene está con respecto a los profesionales que forma.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Recopilación de la información

En primer lugar, se realizó la recopilación de la información más reciente disponible, tanto, información topográfica, geodésica, cartográfica y de otra índole. La digitalización de esta mediante los distintos procesos, almacenamiento de la información y tratamiento se ha realizado mediante el uso de distintos softwares, tales como ESRI, ArcGis en la versión 10.7. Además de la utilización de extensión de ArcGis, Hidro-Geom-HMS en su versión 10.7 compatible con ArcGis 10.7.

La información digital se almacenará en distintas capas vectoriales las cuales llamaremos ráster. Las capas vectoriales responden a la información almacenada en dicha base de datos (formación de superficies de embalses) o en líneas (capas de ríos y quebradas).

La información topográfica utilizada en la tesis provino de las siguientes fuentes de información:

- Mapa topográfico digital a escala 1:5000 proporcionado por el IGN.
- DEM (modelo digital de Terreno) de píxel 5 m, publicado por ESRI en su base de datos online.
- Imagen Ráster proporcionados del Satelite LandSat 8.
- Imagen Raster Proporcionada por el Alaska Satellite Facility de USA.
- Cartas nacionales proporcionadas por el Instituto Geográfico Nacional, con resolución 30x30 pixeles
- Levantamiento topográfico del eje y bordes de la quebrada con estación total Topcon OS-105 precisión 1''.
- Data de precipitación de la Estación meteorológica EXCORPAC

La capa correspondiente a las quebradas que intervienen en el estudio se ha extraído de las cartas nacionales proporcionadas por el IGN. La red fluvial del centro poblado El Milagro es inexistente, por lo que se tuvo que desarrollar su modelo dentro de la herramienta Hidro-Geom-HMS. Para desarrollar los modelos relacionados a la red de drenaje, acumulación de flujo, se tuvo que editar y modificar la información antes dicha en ciertos puntos.

3.2. Periodo de retorno

El periodo de retorno es el intervalo de recurrencia al lapso promedio en años entre la ocurrencia de un evento igual o mayor a una magnitud dada. Se considera el inverso de la probabilidad (SAGARPA, 2006).

Para el estudio del periodo de retorno se determina, en este caso, en función a los valores del tipo de obra, vida útil de estas y el riesgo admisible.

Ecuación 9: *Periodo de retorno*

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Donde:

T = Periodo de retorno (años)

n = vida útil de n en años

R = Riesgo de falla admisible

Para el estudio del periodo de retorno, según (Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2014) en el manual de hidrología, hidráulica y drenaje, se determina que para obras de defensa ribereñas el riesgo de falla admisible es de 22% y la vida útil de la obra en años es de 25 años, teniendo como resultado un tiempo de retorno

de 101,12 años, aproximándolo a un valor de 100 años de periodo de retorno para el siguiente estudio.

3.3. Curvas IDF (intensidad-duración-frecuencia)

Las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) son curvas que resultan de unir los puntos representativos de la intensidad media en intervalos de diferente duración, y correspondientes todos ellos a una misma frecuencia o período de retorno (Témez, 1978). Representan gráficamente la relación entre estas magnitudes.

Para determinar estas curvas IDF se necesita contar con registros pluviográficos de lluvia en el lugar de interés y seleccionar la lluvia más intensa de diferentes duraciones en cada año, con el fin de realizar un estudio de frecuencia con cada una de las series así formadas. Es decir, se deben examinar los hietogramas de cada una de las tormentas ocurridas en un año y de estos hietogramas elegir la lluvia correspondiente a la hora más lluviosa, a las dos horas más lluviosas, a las tres horas y así sucesivamente. Con los valores seleccionados se forman series anuales para cada una de las duraciones elegidas. Estas series anuales están formadas eligiendo, en cada año del registro, el mayor valor observado correspondiente a cada duración, obteniéndose un valor para cada año y cada duración. (Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2014).

Para el estudio según el (Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2014) para obras de defensa ribereña el tiempo de vida es de 25 años con un periodo de retorno de 100 años, obtenemos una intensidad máxima de 46.694 mm/h para un tiempo de 0.5 horas y una intensidad de 2.11 mm/h para un tiempo de 24 horas de lluvia basados en la precipitación de la zona.

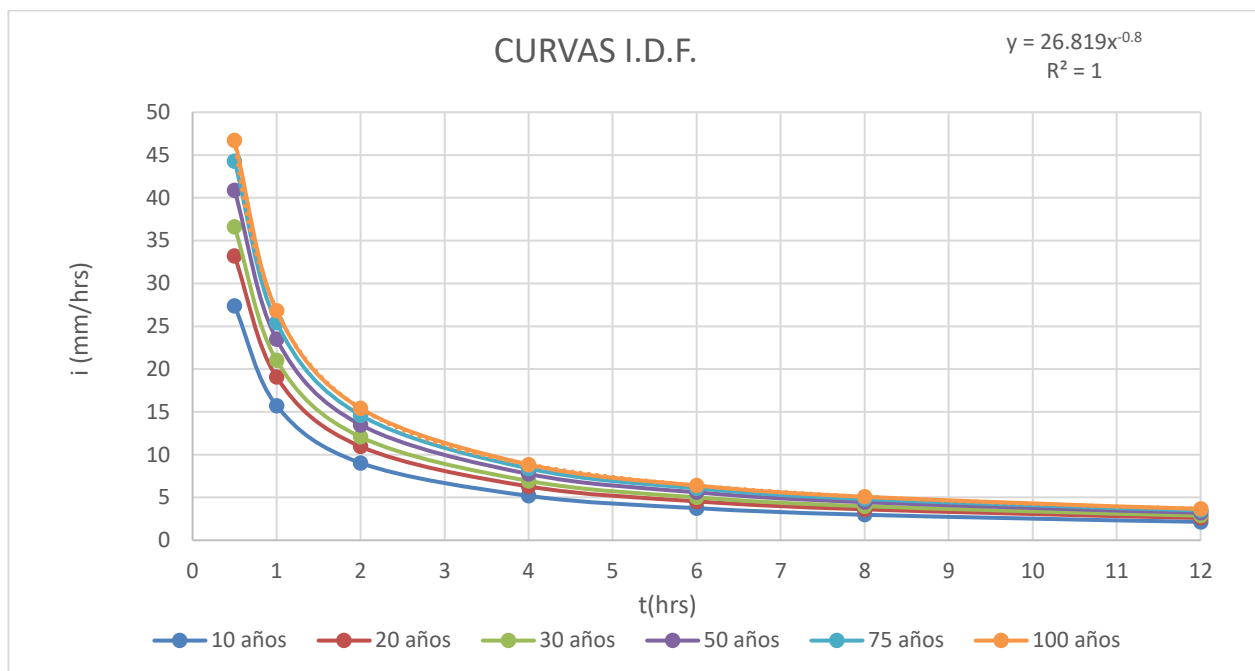


Ilustración 1: *Curvas Intensidad – duración – frecuencia para distintos períodos de retorno*

Fuente: Elaboración propia

3.4. Realización de modelos digitales del terreno

El primer paso para generar el área de estudio fue generar una nueva capa de ríos y quebradas que mostrasen la zona de estudio: El Milagro, Huanchaco; para ellos se seleccionaron los ríos de la data existente en un nuevo shape (Data/exportData_Export Selected Features) la cual se obtuvo de los shapefiles descargados de la página web de la Autoridad Nacional del Agua y recortaron de acuerdo al área de estudio presente (Trim Tool).

Un modelo digital es una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de una variable cuantitativa y continua (Felicísimo, 1999). El Modelo Digital de Elevaciones o DEM, describe la altimetría de una zona por medio de un conjunto de datos acotados que proyectan la distribución espacial de la altitud de la superficie del terreno (Felicísimo, 1994). En este caso se ha utilizado el DEM

publicado por ESRI, con un tamaño de pixel de 5m y el DEM proporcionado por IGN.

Partiendo de estos, se han generado una serie de modelos alternativos, como el Modelo Digital de Pendientes, el de Orientaciones, el de Sombreado y el de Índice de Relieve los cuales nos darán una idea de cómo es la orientación, discurrimiento y relieve de la zona, previa al análisis de datos.

El Modelo Digital de Pendientes o SLOPE (MDP), con densidad de pixel 5m, se ha derivado a partir del DEM mediante el comando Spatial Analyst Tools/Surface/Slope. Según Bosque Sendra (1997), la pendiente se define como la diferencia de altura entre dos puntos con relación a la distancia que los separa. La pendiente en un punto del terreno también puede definirse como aquel ángulo que existe entre el vector normal a la superficie en ese punto y a la vertical (Felicísimo, 1999). Su estimación es en base a cálculos realizados a partir del DEM, el cual es simple ya que se fundamenta en el cálculo de la pendiente de un plano de ajuste en cada celda del modelo. Para el presente caso de estudio el MDP representa la variación de cota para cada celda con respecto a las celdas que la rodean. (Ver Anexo 01: Modelo Digital de Pendientes de la cuenca de la quebrada el León)

La orientación en un punto puede definirse como el ángulo existente entre el vector que señala el Norte y la proyección sobre el plano horizontal del vector normal a la superficie en ese punto (Felicísimo, 1999). Al igual que el SLOPE, el Modelo Digital de Orientaciones (MDO) se calcula a partir del DEM mediante el comando Spatial Analyst Tools/Surface/Aspect. Este modelo de información se basa en la exaltación virtual del relieve por medio de una iluminación artificial (Weibel y

Heller, 1991). En este modelo digital, todas las áreas que cuentan con una orientación común enfocada a la descarga de la microcuenca en estudio, la cual toma la misma importancia sin tomar en cuenta la expresión del relieve. (Ver Anexo 02: Modelo Digital de Orientaciones de la cuenca de la quebrada)

El Modelo Digital de Sombreado se ha elaborado con la herramienta Spatial Analys Tools/Surface/Hillshade. Este modelo permite exaltar las zonas más altas en base a una iluminación hipotética de una superficie tomando en cuenta los valores de elevación de cada celda. Su exactitud dependerá del DEM al cual procede, que, en este caso, al igual que los anteriores, es de 5x5m. (Ver Anexo 03: modelo digital de sombreado (hillshade))

El Model Digital del Índice de Relieve (MDIr) se ha construido con el comando Spatial Analyst Tools/Neighborhood/Focal_Static/tipo_estadístico/Range. Este modelo, permite asignar a cada pixel un valor que representa la diferencia de elevación entre un pixel y sus adyacentes, basados en el sistema de orientación. (Ver Anexo 04: modelo digital de índice de relieve)

A partir del DEM también es posible realizar el Modelo de Dirección de Flujo y el Modelo de Flujo Acumulado mediante la extensión ArcHydro o la extensión HechMS para ArcGIS. En primer lugar, a partir del DEM rectificado mediante la herramienta de corrección de sumideros, que es correcto hidrológicamente, se desarrolla el Modelo de Dirección de Flujo, mediante la herramienta “Flow Direction” (Terrain Preprocessing/Flow Direction) (figura RawDEM). Lo que hace esta herramienta, es “obligar” al agua de un píxel a salir por una de sus ocho posibles direcciones que son los ocho píxeles presentes alrededor de

este. Se sigue la dirección de pendiente máxima hacia el píxel de menor elevación.

(Ver Anexo 05: Fill: Flow direction)

A partir del desarrollo, se genera el Modelo de Acumulación de Flujo con la herramienta Terrain Preprocessing/Flow Accumulation. Esta herramienta calcula para cada píxel el número de píxeles que desfogan hacia este. (Ver Anexo 06:: detalle del modelado de flujo acumulado del DEM en su zona de desembocadura)

3.5. Pretratamiento de la información

Para desarrollar la capa de litología de la cuenca de la Quebrada el León se llevó a cabo la unión de las coberturas proporcionadas por el IGN para cada carta nacional a una escala de 1:25.000 de la zona de estudio mediante el comando Union de ArcGIS con la capa de información de cobertura vegetal también proporcionada por el IGN. Este mismo procedimiento se utilizó para elaborar una capa continua de las formaciones superficiales presentes en la microcuenca de la Quebrada el León a partir de la Cartografía Nacional.

Una vez creada la nueva capa de ríos con los cauces de estos (nombre de ríos) se llevó a cabo un depurado de los mismos, quedándose con los únicos que interactúan con la cuenca madre, además de líneas de cauce de ríos cuyo curso es distinto al de la realidad quedándose con su formación más actualizada dentro del GIS. Los problemas que se encontraron fueron que en ciertos tramos de la quebrada el sentido del flujo era inverso a su drenaje teórico, teniendo este un flujo ascendente hacia la cabecera de cuenca, dicho esto, para corregir este defecto, se utilizó la herramienta Flip. El procedimiento para realizar esto es con el modo edición abierto en la capa determinada de Ríos; se selecciona el tramo a modificar, se hace doble clic

sobre él y en el menú desplegable de la ventana de editor se muestra la opción Flip y de manera se hace el cambio de dirección automático del sentido.

Una vez que todos los tramos siguen el curso del río de forma descendiente hacia el mar, lo siguiente que se encontró con dificultad de realización fue que muchos de los tramos de cada río no estaban perfectamente unidos debido a la densidad de píxeles sino que existía cierto desfase entre el punto final de un tramo y el punto inicial del siguiente. Esto supondría un problema a la hora de corregir el DEM final de desarrollo para la microcuenca, por lo que se convino que, con el modo editor abierto, en esos tramos se procedió a la unión de los extremos con los inicios de cada inicio de nuevo desfogue, con las herramientas avanzadas de edición (Editor/MoreEditinTools/AdvancedEditing)

En las partes donde los ríos adquieren un ancho considerable, es frecuente que su representación en el mapa no se haga mediante una sola línea, sino en base a dos. En estos casos fue necesario editarlos para convertir esos tramos en una única línea, teniendo en cuenta el recorrido del afluente de agua en base a las pendientes.

Por último, a partir del shapefile que contiene los ríos relacionados con la zona de estudio con todas las modificaciones señaladas con anterioridad, se extrajo uno a uno cada río creando shapes interrelacionados en los que, con el modo edición abierto, se hace uso de la herramienta Merge (Editor/Merge), para proceder a unir todos los tramos del río en una única línea, la cuál formará el tramo principal.

3.6. Procesado de la información mediante Archydro Tools o Hec-HMs Tools

ArcHydro Tools consiste en un conjunto de herramientas que permite trabajar con gran variedad de datos sobre recursos hídricos: balances hídricos, simulaciones

de desfogue, calidad de agua, parámetros morfométricos, etc. Una vez que se dispone de un fichero vectorial (shape) y de modelo digital de terreno (DEM) de ríos completamente depurado de imperfecciones y corregido a la proyección y datum correcto, se puede realizar el reprocesado del terreno mediante una serie de procedimientos recogidos en la extensión de ArcGIS ArcHydro (ArcHydro 1.6.0.3) y que a continuación se explican en detalle.

Hec-HMS Tools al igual que la anterior herramienta consiste en los mismos procesos, con la ventaja que en esta herramienta el proceso se encuentra estructurado y ordenada de tal manera que permite una visualización rápida del diagrama de flujo, además de incluir la opción de caracterización e importación al programa HEC-HMS para su análisis de precipitación y cálculo de caudal.

3.6.1. Preprocesado del terreno en función de la red de drenaje

La primera acción que tomar es reacondicionar el terreno teniendo en cuenta la red de desfogue natural. En el menú Terrain Preprocessing/DEMReconditioning InputRawDEM:DEM_Cuenca-InputAGREESTream:HMSlink311, output AGREEDEM: DEM_Cuenca_1. Ello permite modificar los datos de elevación del DEM para hacerlos más reales con la red de drenaje natural. En esta herramienta se necesitan definir tres parámetros: Vector buffer (cells), que es el número de celdas alrededor del vector que define el centro del cauce en que se realizará el reacondicionamiento (daremos como valor: 12.5) Smooth drop/raise, número de unidades que servirá de modificación de la elevación de la celda que define el centro del cauce (daremos valor 12.5); Smooth drop/raise, unidades que será modificará la elevación de la celda que define el centro del cauce (daremos valor 12.5) y Sharp

drop/raise, unidades adicionales en que será modificada la elevación de la celda del centro del cauce (en este caso se le ha asignado valor 12.5).

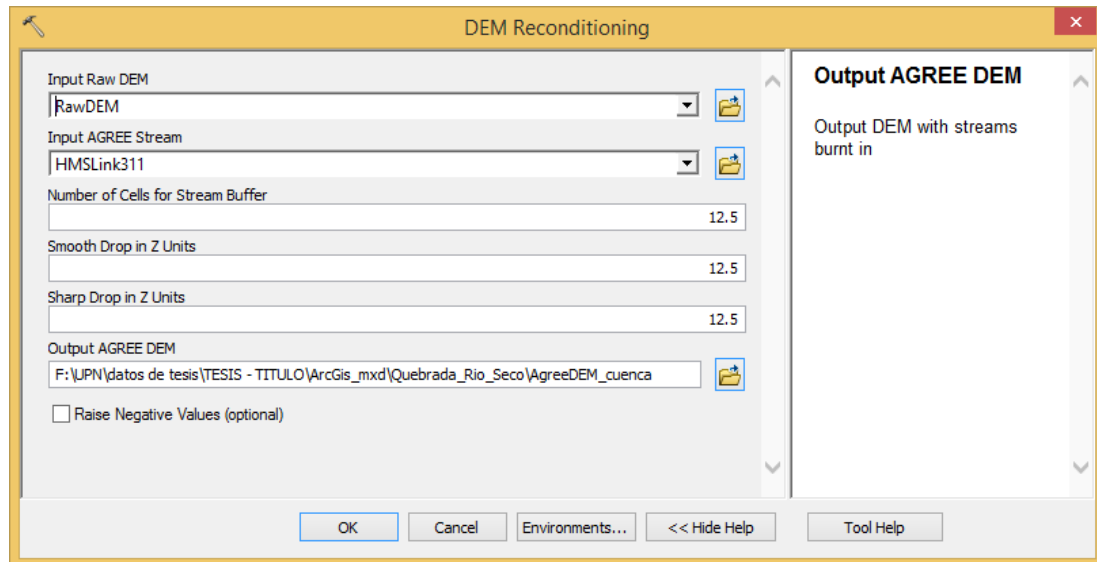


Ilustración 2: *Proceso DEM Reconditioning*

Fuente: Elaboración propia

Tras estos pasos, el DEM todavía necesita correcciones hidrológicas y para esto se harán una serie de pasos con las herramientas de la extensión Hec-HMS Tools.

Como primer paso, se implementa la herramienta “Assign Stream Slope” (Terrain Preprocessing/DEM Manipulation/Assign Stream Slope), la cual genera en la tabla de atributos del shape de Rios_General los campos “From_node” y “To_Node” necesarios en el siguiente paso. Seguidamente, se ejecutará la herramienta “Burn Stream Slope”, disponible en el mismo display options, la cual convertirá el shape de ríos, en un shape de puntos con los valores que aparecen en los campos creados en el paso anterior “From_node” y “To_Node”

3.6.2. Generación de “paredes” exteriores e interiores en la red.

Antes de llegar a la evaluación de los sumideros, falta un paso previo, “Build Walls”, esta herramienta evalúa dos tipos de “paredes” en la red de entrada al flujo, paredes exteriores y paredes interiores que conducirían el flujo de la quebrada. Además, se crean una serie de grietas en esas “paredes” que permitirán que el agua fluya fuera del cauce de esta.

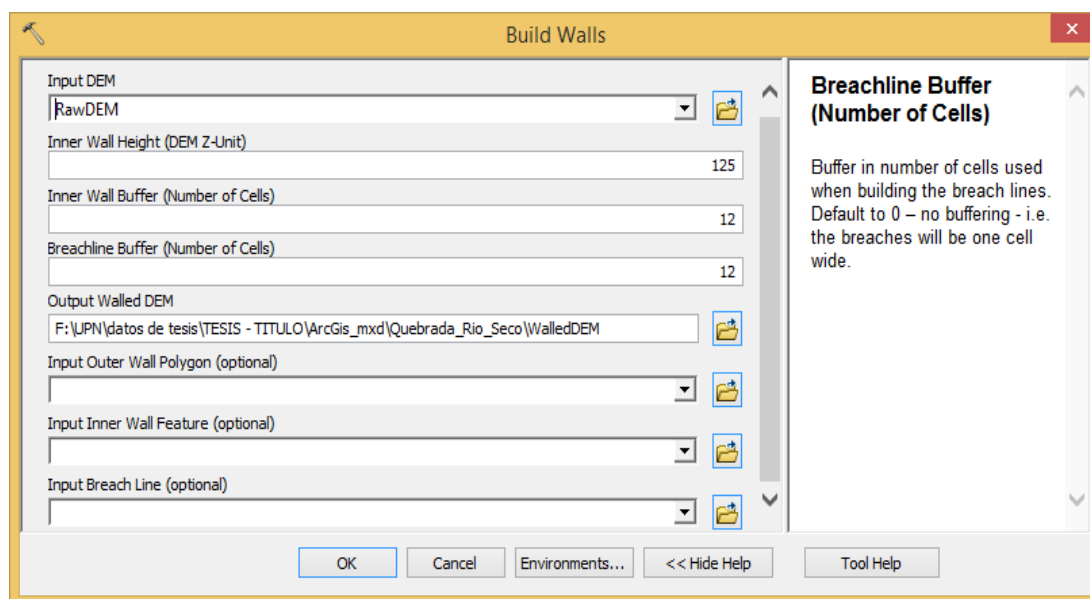


Ilustración 3: *Building walls*

Fuente: Elaboración propia

3.6.3. Previsualización de sumideros (definición del umbral de superficie)

Después del proceso anterior, se previsualizará los sumideros mediante la herramienta “Sink prescreening” (Terrain Preprocessing/DEM Manipulation/Sink Prescreening), que permite definir una posible superficie mínima que ha de tener un sumidero en el DEM para ser considerado como tal y que sea captado para su posterior eliminación. Por ello, si se aumentase su valor, habrá un menor número de sumideros visualizados, porque habrá un menor número de ellos que cumplan con

los parámetros preestablecidos. (Ver Anexo 07: Previsualización de sumideros con la herramienta “Sink Prescreening”).

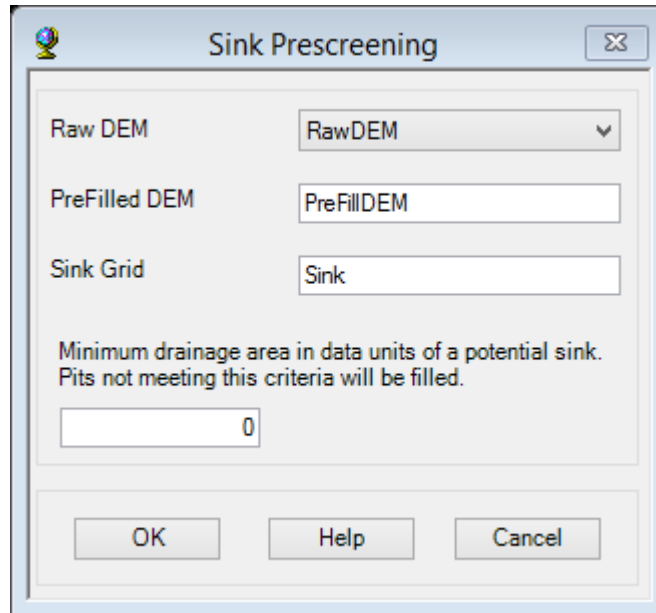


Ilustración 4: *Sink Prescreening*
Fuente: Elaboración propia

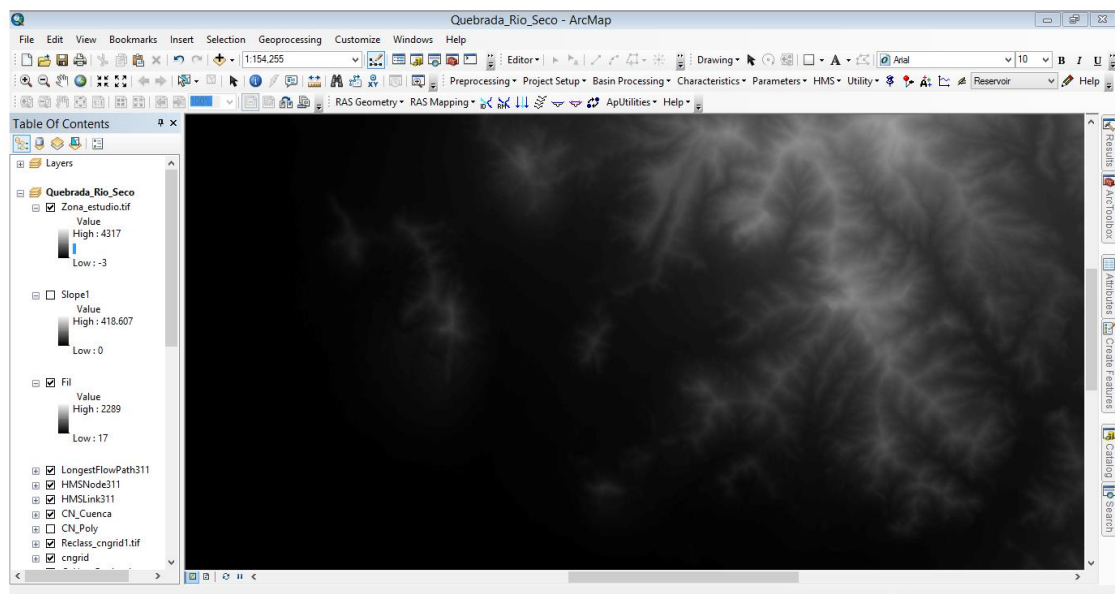


Ilustración 5: *Sink Prescreening en pantalla de visualización*
Fuente: Elaboración propia

3.6.4. Evaluación de las características de los sumideros.

Una vez que se previsualizan los sumideros, con la herramienta “Sink Evaluation” se pueden conocer el total de sumideros que intervienen y su fluente de drenaje (Terrain Preprocessing/DEM Manipulation/Sink Evaluation). Esta herramienta genera dos shapes vectoriales, una tabla de atributos se encuentra toda la información para conocer las características hidrológicas de los sumideros lo que permite diferenciar entre sumideros que se deben considerar como los que no antes de realizar el proceso de simulación de inundación.

3.6.5. Elección de los sumideros que se quiere sean considerados como tal

Siguiendo el orden de procesado de las herramientas de Hec-HMS Tools para elaborar un DEM correcto hidrológicamente, el siguiente paso sería “Sink Selection” (Terrain Preprocessing/DEM Manipulation/ Sink Selection) mediante el cual se elige el número de sumideros que afectan al desarrollo y, por lo tanto, en los pasos subsiguientes serán rellenados y cuáles no. Se ha podido comprobar que, a pesar de que en nuestra zona de estudio existen distintos tipos de materiales altamente permeables, la mayoría de los sumideros no se corresponden con dichas litologías, sino que son errores del DEM y, por ello, se rellenaron todos los sumideros previsualizados.

3.6.6. Rellenado de los sumideros

Si un píxel está rodeado por píxeles de mayor cota, el agua quedará “atrapada” en ese píxel y no seguirá el afluente. La herramienta “Fill Sinks”, permite rellenar los sumideros encontrados en el DEM (Terrain Preprocessing/DEM Manipulation/Fill Sinks) (Ver Anexo 08: DEM resultante tras rellenar los sumideros). Con esta herramienta se modifica el valor de dicho píxel permitiendo

que el agua fluya hacia una cota descendente. Se ejecutará la herramienta una sola vez, ya que se tiene corregido por métodos previos el DEM.

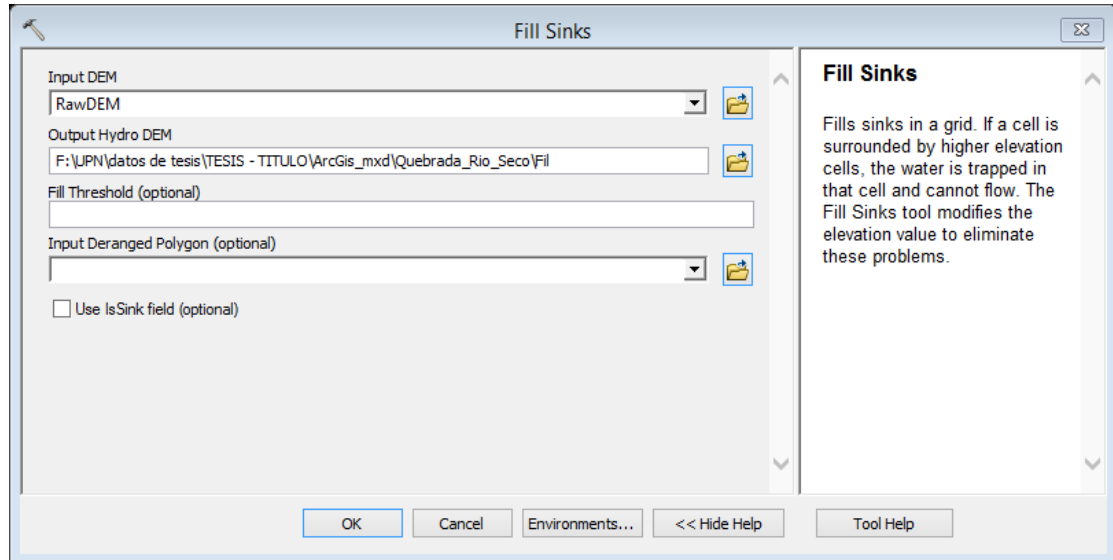


Ilustración 6: *Fill Sinks*

Fuente: Elaboración propia

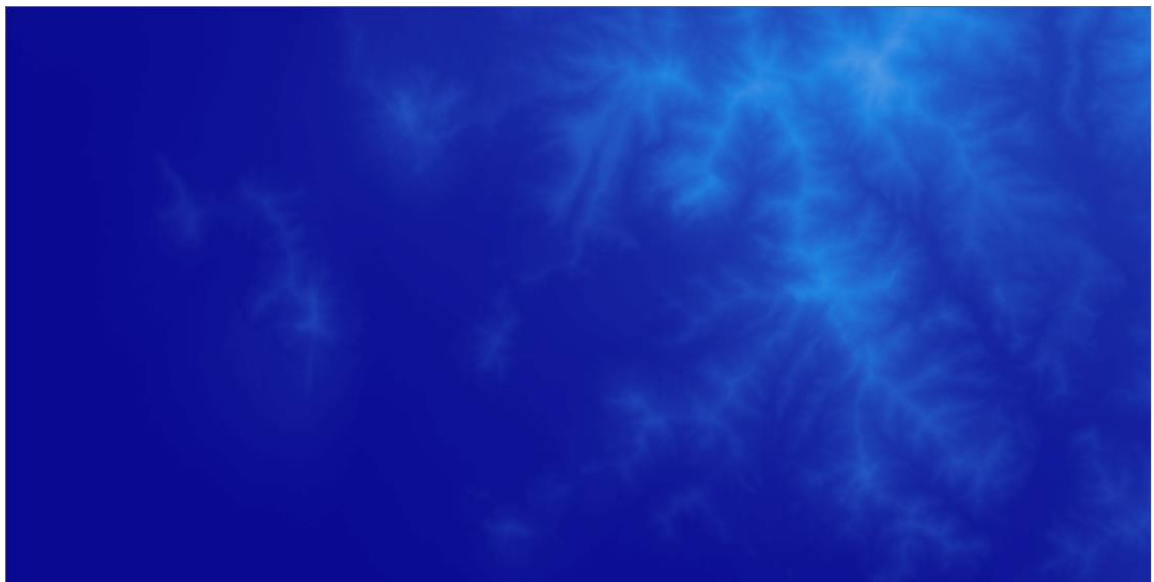


Ilustración 7: *Relleno de sumidero de la zona de estudio*

Fuente: Elaboración propia

3.6.7. Elaboración del modelo de Dirección de Flujo

Una vez terminados todos estos pasos, el nuevo DEM debería tener un afluente de agua en dirección descendente al océano por lo que es posible definir direcciones del flujo a través de la herramienta “Flow Direction” (Terrain Preprocessing/Flow Direction). Este modelo representa la dirección hacia la que drenaría un determinado volumen de agua de una celda en función del valor de elevación que toma cada píxel dentro del DEM. Para ello, es necesario realizar el Modelo de Direcciones de Flujo y, a partir de él, se genera el Modelo de Flujo Acumulado (Terrain Preprocessing/Flow Accumulation) el cual, calcula el número de píxeles que se vierten en cada uno.

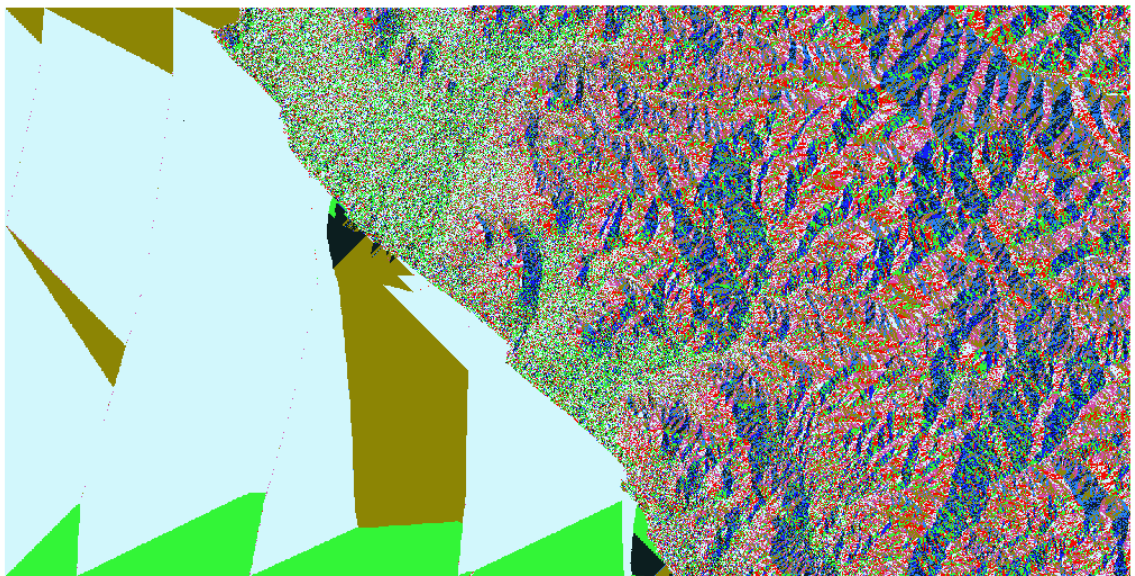


Ilustración 8: *Dirección de flujo*

Fuente: Elaboración propia

Tras haber realizado el flujo previamente dicho es necesario que un DEM sea correcto hidrológicamente mediante Hec-HMS Tools.

Creación de shape de puntos “Desembocadura_Quebrada” a partir del modelo de Direcciones de Flujo y utilizando el ArcGIS se puede definir la cuenca

hidrográfica de la quebrada el León. Para ello es necesario crear un shapefile de puntos, con un único punto que representa la desembocadura de la quebrada aguas abajo y un punto de representación de la desembocadura de la quebrada aguas arriba.

3.6.8. Delimitación de la cuenca de drenaje

A partir del ultimo shapefile y el ráster correspondiente al Modelo de Direcciones de Flujo mediante la herramienta “Watershed” (Spatial Analyst Tools/Hidrology/Watershed), se delimita automáticamente la microcuenca hidrográfica de la Quebrada El León.



Ilustración 9: *Delimitación de la microcuenca*
Fuente: Elaboración propia

3.6.9. Obtención de la red de drenaje

El último paso es obtener la red de drenaje, que permitirá elaborar posteriormente las redes de drenaje internas de la microcuenca. Para ello, mediante la herramienta “Stream Definition” (Terrain Preprocessing/Stream definition) se calcula un ráster de corrientes a partir del modelo de acumulación de flujo, especificando un área o número de celdas que hacen referencia a la cantidad de píxeles, desde un punto de vista hidrológico, indica el momento en que se genera la escorrentía (Ver

Anexo 09: red de drenaje en formato ráster obtenida del ANA). En el archivo ráster generado, todas las celdas que sean consideradas como cauce tendrán valor 1, mientras que a las demás se les asigna el valor “no data”

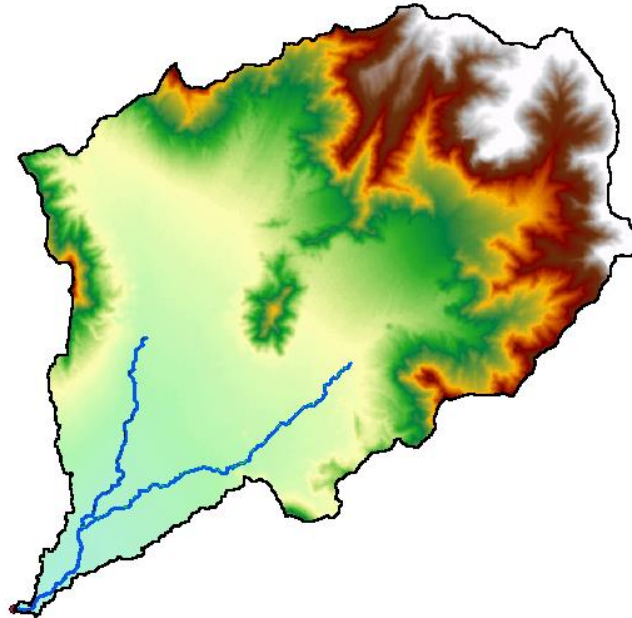


Ilustración 10: *Red de drenaje de la microcuenca*

Fuente: Elaboración propia

3.6.10. Transformación de la red de drenaje a fichero vectorial

A partir de la red de drenaje en formato ráster - DEM, se transforma vectorialmente para poder realizar posteriormente los perfiles en base a las alturas de la microcuenca. Mediante la herramienta “Stream to Feature” (Spatial Analyst Tools/Hydrology/Stream to Feature) se convierte el raster a shapefile. Una vez creado el shape, se corta mediante la herramienta “clip” usando el límite de la cuenca.

3.7. Jerarquización de la red de drenaje

El análisis de la red de drenaje permite deducir la relación entre el sistema fluvial y otras características de la cuenca como la litología, el relieve, la vegetación, etc.

La jerarquización de la red de drenaje consiste en subdividir los flujos de agua que forman dicha red de drenaje superficial en segmentos de cauce en base a la magnitud de acumulación de agua. Horton (1945) propuso un esquema de ordenamiento para la red de drenaje. Estableció una jerarquización de los cauces de un río asignando a cada segmento de la red un orden según el número de afluentes. Mediante esto, encontró una serie de regularidades en la red de drenaje relacionadas con la estructura de bifurcación y su distribución espacial. Los primeros resultados de estas regularidades fueron recogidos en las conocidas como “leyes de Horton”: ley de los números de corriente y ley de longitudes de corriente. Strahler (1952) revisó y perfeccionó (1957) este esquema de Horton dando lugar al esquema de clasificación Horton-Strahler, el cual es el más utilizado hoy en día.

Las redes de drenaje pueden ser representadas como redes neuronales formados por un conjunto de nodos conectados por líneas o segmentos, de tal modo que cada nodo solo tenga una ruta de evacuación.

3.8. Elaboración de los perfiles fluviales

Una vez que se dispone de una red fluvial coherente es posible construir una serie de perfiles longitudinales transversales en los cauces principales de la cuenca de la quebrada el León.

Para los perfiles longitudinales, se extrajeron de la red de drenaje calculada los cuatro ríos principales de la zona de estudio (1,2,3,4). Una vez que se dispone de un shapefile independiente para cada río, se convierten los shapefiles a 3D (3DAnalyst/Convert/Featuresto3D) y una vez convertidas a 3D se convierten a gráficos (seleccionando la línea, Convert to Graphics) y una vez convertidas mediante el comando perfiles de la barra de herramientas se crean los perfiles.

El último paso es mediante el comando perfiles de la barra de herramientas “3D Analyst” crear los perfiles. Se genera un gráfico del cual exportaremos los datos en formato Excel.

3.9. Cálculo del número de curva (CN)

Para el cálculo del número de curva se debe de seguir la metodología impuesta por (Autoridad Nacional del Agua, 2015) en el libro “generación del mapa temático de curva número (CN)”, dicho ello para el cálculo, se necesitan tres datos bases: el modelo digital de terreno corregido (FillRawDEM), el tipo hidrológico del suelo proporcionado por el IGN y el uso del suelo el cual es proporcionado por el ministerio del Ambiente.

Todos estos datos tienen que ser tratados en el ArcGis 10.7 debido a la magnitud y complejidad de la información geográfica a tratar.

Para construir este mapa se hace uso de la metodología SCS (Soil Conservation Service) proporcionado por la marina de los Estados Unidos. Haciendo uso de los diferentes tipos de suelo.

Tabla 7: Número de curva para condiciones medias de humedad

USO DE LA TIERRA	PENDIENTE	A	B	C	D
Barbecho R	≥ 3	77	68	89	93
Barbecho N	≥ 3	74	82	86	89
Barbecho R/N	< 3	71	78	82	86
Cultivos en hilera R	≥ 3	69	79	86	89
Cultivos en hilera N	≥ 3	67	76	82	86
Cultivos en hilera R/N	< 3	64	73	78	82
Cereales de invierno R	≥ 3	63	75	83	86
Cereales de invierno N	≥ 3	61	73	81	82
Cereales de invierno R/N	< 3	59	70	79	86
Rotación de cultivos pobres R	≥ 3	66	7	85	83
Rotación de cultivos pobres N	≥ 3	64	75	82	81
Rotación de cultivos pobres R/N	< 3	63	73	79	89
Rotación de cultivos densos R	≥ 3	58	71	81	86
Rotación de cultivos densos N	≥ 3	54	69	78	83
Rotación de cultivos densos R/N	< 3	52	67	76	85
Pradera pobre	≥ 3	68	78	86	82
Pradera media	≥ 3	49	69	78	79
Pradera buena	≥ 3	42	60	74	89
Pradera muy buena	≥ 3	39	55	69	85
Pradera pobre	< 3	46	67	81	79
Pradera media	< 3	39	59	75	77
Pradera buena	< 3	29	48	69	88
Pradera muy buena	< 3	17	33	67	83
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	≥ 3	45	66	77	78
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal media	≥ 3	39	60	73	76
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal buena	≥ 3	33	54	69	83
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	< 3	40	60	73	78
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal media	< 3	35	54	69	77
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal buena	< 3	25	50	67	76
Masa forestal (bosques, monte bajo, ...) muy clara	-	56	75	86	91
Masa forestal (bosques, monte bajo, ...) clara	-	46	68	78	83
Masa forestal (bosques, monte bajo, ...) media	-	40	60	69	76
Masa forestal (bosques, monte bajo, ...) espesa	-	36	52	62	69
Masa forestal (bosques, monte bajo, ...) muy espesa	-	29	44	54	60
Rocas permeables	≥ 3	94	94	94	94
Rocas permeables	< 3	91	91	91	91
Rocas impermeables	≥ 3	96	96	96	96
Rocas impermeables	< 3	93	93	93	93

Fuente: USDA

Las cuales se pueden agrupar de una manera más compacta de la siguiente

manera:

Tabla 8: *Re-clasificación de Tabla de uso de suelos*

Clasificación Original		Reclasificación	
Número	Descripción	Numero	Descripción
11	Agua a cielo abierto		
90	Humedales leñosos	1	Agua
95	Humedales herbáceos emergentes		
21	Poblados en espacios abiertos		
22	Poblados de baja densidad	2	Residencial Media
23	Poblados de mediana densidad		
24	Poblados de alta densidad		
41	Bosques secos	3	Bosque
42	Bosques verdes		
43	Bosques mixtos		
31	Tierra fértil		
52	Arbustos / matorrales		
71	Pastizales / herbáceas	4	Agricultura
81	Pasto / heno		
82	Cultivos		

Fuente: ANA

Para construir el mapa de usos de suelo, se hace un recorte (Clip) de la base de datos general proporcionado por el ministerio del ambiente de los tipos de suelo presentes en nuestro territorio nacional. Después de haber realizado el recorte, se procede a estratificar de una manera más concisa mediante la reclasificación de uso de suelos, teniendo la siguiente forma:

Tabla 9: *Tipo de suelo de la microcuenca*

Descripción	Tipo de Suelo
Arenosol háplico - Solonchak háplico	A
Arenosol háplico - Solonchak háplico	A
Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B
Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B
Arenosol háplico - Solonchak háplico	A
Regosol éutrico - Cambisol éutrico	C
Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B
Regosol éutrico - Cambisol éutrico	C
Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B
Arenosol háplico - Solonchak háplico	A
Regosol éutrico - Cambisol éutrico	C
Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B
Arenosol háplico - Solonchak háplico	A

Fuente: Elaboración propia

Como tercer paso, se realizará la intersección entre el tipo de suelo y el uso de suelo, el cual se convertirá en un shapefile de polígonos que procederemos a denominar CN_Polygon, en el que cada polígono tiene una combinación única de valores dependiendo de su tipo y uso de suelo.

Tabla 10: Interpolación de tipo de cobertura vegetal y tipo de suelo

Nº	Tipo de Cobertura Vegetal	Descripción	Tipo de Suelo
0	Área urbana	Arenosol háplico - Solonchak háplico	A
1	Área urbana	Arenosol háplico - Solonchak háplico	A
2	Bosque seco tipo sabana	Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B
3	Bosque seco tipo sabana	Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B
3	Bosque seco tipo sabana	Arenosol háplico - Solonchak háplico	A
4	Cardonal	Regosol éutrico - Cambisol éutrico	C
4	Cardonal	Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B
5	Desierto costero	Regosol éutrico - Cambisol éutrico	C
5	Desierto costero	Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B
5	Desierto costero	Arenosol háplico - Solonchak háplico	A
6	Matorral arbustivo	Regosol éutrico - Cambisol éutrico	C
6	Matorral arbustivo	Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B
7	Agricultura costera y andina	Arenosol háplico - Solonchak háplico	A

Fuente: Elaboración propia

Como cuarto paso, se procederá a dar un número de clasificación en base a la agrupación, cuyo valor de tabla será validado como “Landuse”, el cual vendrá dado por la nueva reclasificación del tipo de suelo.

Tabla 11: Clasificación de la agrupación de suelos

N°	Tipo de Cobertura Vegetal	Landuse	Descripción	Tipo de Suelo
0	Área urbana	2	Arenosol háplico - Solonchak háplico	A
1	Área urbana	2	Arenosol háplico - Solonchak háplico	A
2	Bosque seco tipo sabana	3	Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B
3	Bosque seco tipo sabana	3	Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B
3	Bosque seco tipo sabana	3	Arenosol háplico - Solonchak háplico	A
4	Cardonal	3	Regosol éútrico - Cambisol éútrico	C
4	Cardonal	3	Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B
5	Desierto costero	3	Regosol éútrico - Cambisol éútrico	C
5	Desierto costero	3	Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B
5	Desierto costero	3	Arenosol háplico - Solonchak háplico	A
6	Matorral arbustivo	4	Regosol éútrico - Cambisol éútrico	C
6	Matorral arbustivo	4	Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B
7	Agricultura costera y andina	4	Arenosol háplico - Solonchak háplico	A

Fuente: Elaboración propia

Como quinto paso, se procederá a crear y rellenar los siguientes campos en la tabla de atributos del CN_Polygon: SoilCode, Pcta, Pctb, Pctc, Pctd. El primero (SoilCode) es el código para identificar el tipo de suelo, los cuatro siguientes indican el porcentaje de cada tipo de suelo interviniente en la zona de estudio. Se pondrá un valor de 100% en caso represente todo el sector de evaluación y un 0% de no encontrarse presente en el área representada. La ventaja de este método está en que se puede considerar que un tipo de suelo está formado por una combinación de

distintos grupos del suelo. La tabla de atributos final de CN_polygon quedaría de la siguiente forma:

Tabla 12: *Porcentaje de participación de uso de suelos*

N°	Tipo de Cobertura Vegetal	Landuse	Descripción	Tipo de Suelo	Soil Code	Pcta	Pctb	Pctc	Pctd
0	Área urbana	2	Arenosol háplico - Solonchak háplico	A	A	100	0	0	0
1	Área urbana	2	Arenosol háplico - Solonchak háplico	A	A	100	0	0	0
2	Bosque seco tipo sabana	3	Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B	B	0	100	0	0
3	Bosque seco tipo sabana	3	Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B	B	0	100	0	0
3	Bosque seco tipo sabana	3	Arenosol háplico - Solonchak háplico	A	A	100	0	0	0
4	Cardonal	3	Regosol éutrico - Cambisol éutrico	C	C	0	0	100	0
4	Cardonal	3	Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B	B	0	100	0	0
5	Desierto costero	3	Regosol éutrico - Cambisol éutrico	C	C	0	0	100	0
5	Desierto costero	3	Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B	B	0	100	0	0
5	Desierto costero	3	Arenosol háplico - Solonchak háplico	A	A	100	0	0	0
6	Matorral arbustivo	4	Regosol éutrico - Cambisol éutrico	C	C	0	0	100	0
6	Matorral arbustivo	4	Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B	B	0	100	0	0
7	Agricultura costera y andina	4	Arenosol háplico - Solonchak háplico	A	A	100	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Como sexto paso, se procederá a desarrollar la tabla de relación con los números de curva reclasificados a vincular con la tabla de la microcuenca en base a su tipo de suelo, uso de suelo y porcentaje de participación:

Tabla 13: *Interpolación ente el porcentaje de participación y tipo de uso de suelo*

Luvalue	Descripción	A	B	C	D
1	Agua	100	100	100	100
2	Residencial Media	57	72	81	86
3	Bosque	30	58	71	78
4	Agricultura	67	77	83	87

Fuente: Elaboración propia

Como penúltimo paso, se realizará la unión e intersección de la información entre la tabla del paso seis con el paso cinco, teniendo como resultado los siguientes números de curva para cada área determinada:

Tabla 14: *Cálculo de numero curva*

Nº	Tipo de Cobertura Vegetal	Landuse	Descripción	Tipo de Suelo	CN
0	Área urbana	2	Arenosol háplico - Solonchak háplico	A	57
1	Área urbana	2	Arenosol háplico - Solonchak háplico	A	57
2	Bosque seco tipo sabana	3	Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B	58
3	Bosque seco tipo sabana	3	Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B	58
3	Bosque seco tipo sabana	3	Arenosol háplico - Solonchak háplico	A	30
4	Cardonal	3	Regosol éutrico - Cambisol éutrico	C	71
4	Cardonal	3	Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B	58
5	Desierto costero	3	Regosol éutrico - Cambisol éutrico	C	71
5	Desierto costero	3	Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B	58
5	Desierto costero	3	Arenosol háplico - Solonchak háplico	A	30
6	Matorral arbustivo	4	Regosol éutrico - Cambisol éutrico	C	83
6	Matorral arbustivo	4	Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B	77
7	Agricultura costera y andina	4	Arenosol háplico - Solonchak háplico	A	67

Fuente: Elaboración propia

Como último pase se tendrá que realizar el cálculo de cada área en el tipo de suelo para determinar el promedio del CN en base a su área por su número de curva, teniendo resultado lo siguiente:

Tabla 15: Porcentaje de participación de tipo de suelo según CN

N°	Descripción	Tipo de Suelo	CN	Área de Cuenca (m ²)	CN de Área
0	Arenosol háplico - Solonchak háplico	A	57	186,086.11	10,606,908.27
1	Arenosol háplico - Solonchak háplico	A	57	9,920,657.81	565,477,495.17
2	Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B	58	3,531,281.02	204,814,299.16
3	Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B	58	392,362.49	22,757,024.42
3	Arenosol háplico - Solonchak háplico	A	30	2,430,159.66	72,904,789.80
4	Regosol éutrico - Cambisol éutrico	C	71	41,376,672.31	2,937,743,734.01
4	Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B	58	9,460,166.06	548,689,631.48
5	Regosol éutrico - Cambisol éutrico	C	71	18,982,017.08	1,347,723,212.68
5	Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B	58	83,081,314.06	4,818,716,215.48
5	Arenosol háplico - Solonchak háplico	A	30	94,069,545.91	2,822,086,377.30
6	Regosol éutrico - Cambisol éutrico	C	83	22,884,618.88	1,899,423,367.04
6	Leptosol lítico - Afloramiento lítico	B	77	64,845.80	4,993,126.60
7	Arenosol háplico - Solonchak háplico	A	67	1,597,653.08	107,042,756.36

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Cálculo de CN

Σ Área de Cuencas	Σ Área x CN
287,977,380.27	15,362,978,937.77
CN=	53

Fuente: Elaboración propia

Se tiene como resultado final que el número de curva para la microcuenca de estudio es de 53.

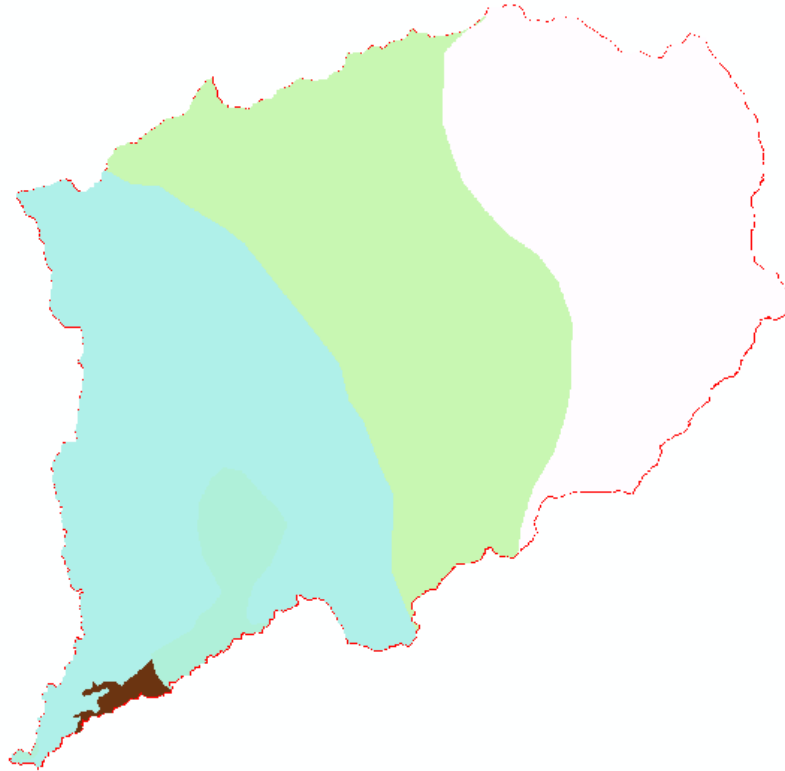


Ilustración 11: *Cálculo de CN por tipo de suelo y uso de suelo*
Fuente: Elaboración propia

3.10. Tiempo de concentración

El tiempo de concentración de una cuenca es el tiempo necesario para que una gota de agua que cae en el punto hidrológicamente más alejado de aquella llegue a la salida. Por lo tanto, el tiempo de concentración sería el tiempo de equilibrio o duración necesaria para que con una intensidad de esorrentía constante se alcance el caudal máximo.

Los parámetros requeridos para hallar este valor son los siguientes:

- Longitud del cauce principal
 - La longitud de cauce principal es el valor en kilómetros de la distancia total de la ruta principal del recorrido de la quebrada. La ruta es el recorrido que va a seguir el agua desde la cabecera de cuenca a la desembocadura. En nuestro caso la longitud del cauce principal es de 36,86421 km.
- Pendiente media
 - La pendiente media controla la velocidad con que se dará la escorrentía superficial en la cuenca de estudio. Es la relación existente entre el desnivel de altitudinal del cauce y su longitud. Se tomó el dato de pendiente media indicado por el software utilizado, ArcGis, teniendo como dato un valor de 0.030816 %.
- Desnivel
 - El desnivel de la cuenca puede ser hallado tomando una cantidad de datos distintos de cota a lo largo de la ruta, para luego promediar estos datos. Teniendo como resultado un valor promedio de 54.06 m.
- Área inundable
 - El área inundable representa el área, en kilómetros cuadrados, que se vería afectada en caso ocurriera un desborde en el recorrido de la ruta. Se considera parte del área a las zonas con cota igual o demasiado cercana a la cota de la ruta. Obteniendo un valor de 286.91 km².

Según la metodología del SCS para la obtención del tiempo de concentración se utiliza la siguiente fórmula:

Ecuación 10: *Cálculo del tiempo de concentración*

$$tc = 0.000325 * \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Donde:

Tc= tiempo de concentración

L= longitud del río principal

S= pendiente de la longitud del río principal

Aplicando la fórmula antes descrita se obtiene que el tiempo de concentración para la zona de estudio es de 4,074 horas.

3.11. Retención Potencial Máxima

Según el método de Numero Curva proporcionado por el SCS, se define la retención potencial máxima, como el máximo potencial que tiene un pixel en albergar un afluente de agua dado en mm de precipitación en un determinado tiempo, teniendo como fórmula lo siguiente:

Ecuación 11: *Retención Potencial Máxima*

$$Ia = \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) * 2.54$$

Donde:

Ia= Retención potencial máxima dado en mm

CN= Valor curva número

El resultado del valor de la retención potencial máxima es de 22.525 mm.

3.12. Precipitación efectiva

La precipitación efectiva o útil es la precipitación que se infiltra en el suelo, sin llegar a tener pérdidas por infiltraciones durante en el recorrido del afluente. Su fórmula está determinada por:

Ecuación 12: *Precipitación efectiva*

$$Pe = \frac{P}{(P - 0.2Ia)^2}$$

Donde:

Pe= Precipitación efectiva

CN= Retención potencial máxima

P= Precipitación directa

El resultado del valor de la precipitación efectiva para la zona de estudio es de 25,223 mm.

3.13. Cálculo del caudal de diseño

Para el cálculo del caudal de diseño se emplearon las fórmulas proporcionadas por la marina de los Estados Unidos para el método SCS de caudal de diseño, teniendo en cuenta todos los resultados proporcionados con anterioridad, obteniendo lo siguiente:

Tabla 17: Cálculo del caudal diseño

Microcuenca	Área	Longitud del Cauce Principal	Pendiente del Cauce Principal	CN Ponderado	Retención Potencial Máxima	Precipitación Efectiva	Tiempo de Concentración	Duración en Exceso	Tiempo Pico	Tiempo Base	Caudal Pico
	A	L	S	CN	$Ia = \left(\frac{1000}{CN} - 10\right) * 2.54$	Pe $(P - 0.2Ia)^2$	tc $\frac{L}{L^{0.77}}$	de	$tp = \sqrt{tc} + 0.6 * tc$	tb	Q_p $0.208 * Pe * A$
El León	Km ²	m	%	CN - GIS	mm	mm	hr	hr	hr	hr	m ³ /s
	286.91	36864.21	0.030816	53	22.525	25.223	4.074	4.037	4.463	11.915	337.309

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 13: *Cálculo del caudal de diseño*

$$Qp = \frac{0.208 * Pe * A}{Tp}$$

Donde:

Qp= Caudal de diseño

Pe= Precipitación efectiva

A= Área de la cuenca

Tp= Tiempo de concentración

Se calculo que el caudal pico de diseño para la microcuenca El León es de 337.309 m³/s y desarrollado en un tiempo pico de 4.463 horas con un tiempo base de 11.915 horas.

3.14. Diseño de área de inundación (Flow Area)

Para el diseño del área de inundación o Flow Area, se debe de conocer los límites de la cuenca, modelo digital de pendiente, modelo digital de sombreado y modelo digital de orientaciones para la delimitación del área de precipitación.

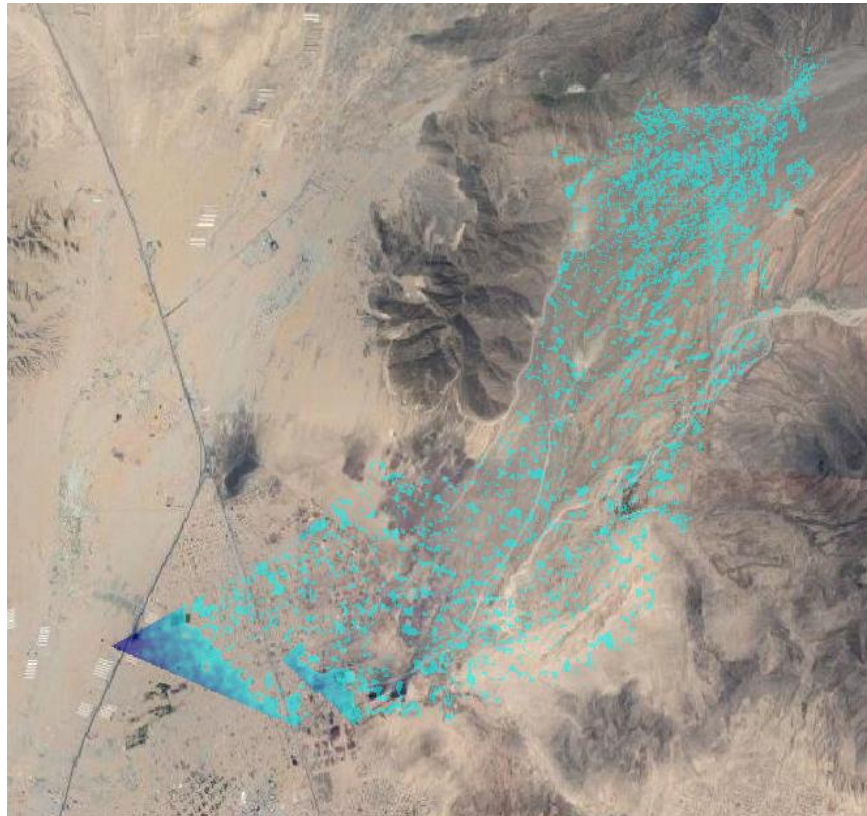


Ilustración 12: *Flow Area*

Fuente: Elaboración propia

3.15. Delimitación de cabecera de microcuenca y desfogue

Para la delimitación de la cabecera de microcuenca se observó que la acumulación de lluvia sucedía en la parte superior derecha de la microcuenca determinando dicho punto como el punto Aguas Arriba y el desfogue en la parte inferior de la cuenca, siendo el punto de salida el océano.

3.16. Diagrama unitario adimensional SCS

Para la obtención del diagrama unitario adimensional SCS, se necesita la información del hidrograma unitario de la microcuenca, actualmente El servicio de conservación de suelos de los Estados Unidos, actualmente NRCS (National Resources Conservation Service) desarrolla un diagrama sintético adimensional para el mejor tratamiento del hidrograma triangular, este modelo hidrológico fue establecido con base en el análisis de una serie de hidrogramas unitarios naturales

pertenecientes a cuencas de un extenso rango de tamaños y ubicadas en diferentes partes de la geografía de los Estados Unidos, según (National Resources Conservation Service, 2015).

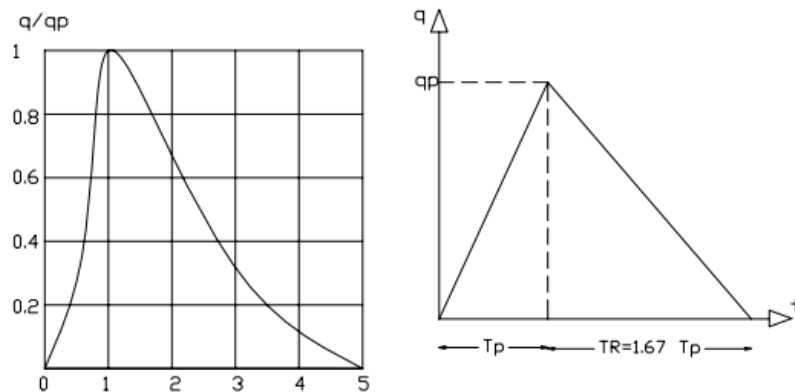


Ilustración 13: *Diagrama unitario adimensional SCS*

Fuente: Soil Conservation Service

En base a esto se construye el hidrograma sintético adimensional de la microcuenca teniendo como resultado lo siguiente:

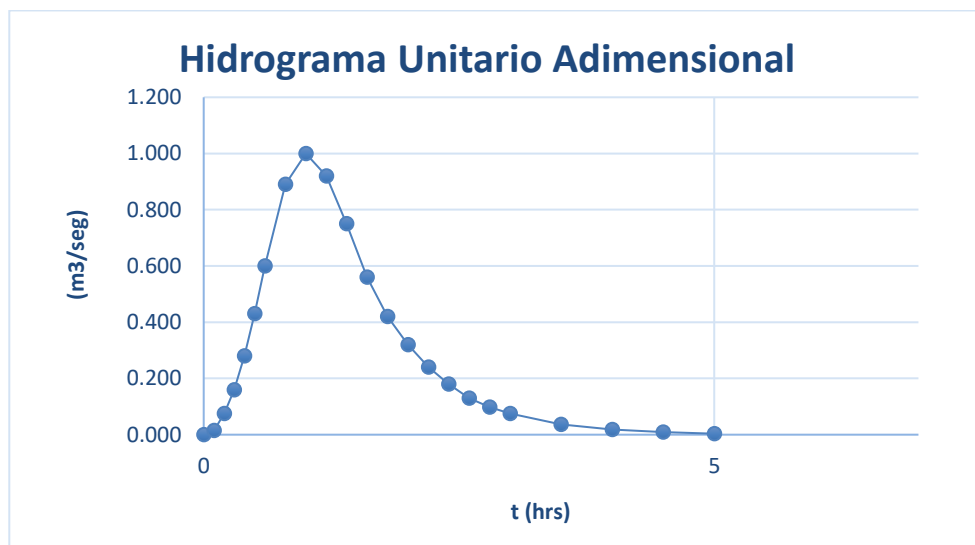


Ilustración 14: *Hidrograma Unitario Adimensional*

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: *Hidrograma sintético adimensional*

t/tp	q/qu
0.00	0.000
0.10	0.015
0.20	0.075
0.30	0.160
0.40	0.280
0.50	0.430
0.60	0.600
0.80	0.890
1.00	1.000
1.20	0.920
1.40	0.750
1.60	0.560
1.80	0.420
2.00	0.320
2.20	0.240
2.40	0.180
2.60	0.130
2.80	0.098
3.00	0.075
3.50	0.036
4.00	0.018
4.50	0.009
5.00	0.004

Fuente: Elaboración propia

3.17. Diagrama unitario adimensional SCS para la microcuenca

Para obtener los tiempos y caudales para un periodo de tormenta de 24 horas, se debe de extrapolar los datos en base al diagrama unitario adimensional SCS, obteniendo los siguientes resultados:

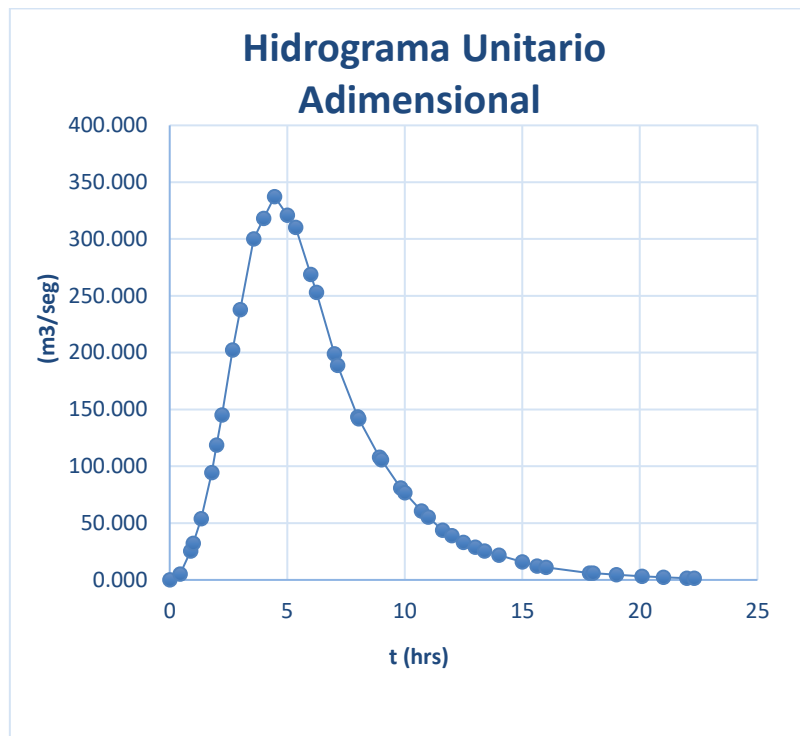


Ilustración 15: *Hidrograma Unitario Adimensional*

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: *Hidrograma de tormenta adimensional sintético*

Tiempo(h)	Gasto (m ³ /s)
0.00	0.000
0.45	5.060
0.89	25.298
1.00	32.200
1.34	53.969
1.79	94.447
2.00	118.807
2.23	145.043
2.68	202.385
3.00	237.709
3.57	300.205
4.00	318.070
4.46	337.309
5.00	321.068
5.36	310.324
6.00	268.911
6.25	252.982
7.00	198.982
7.14	188.893
8.00	143.419
8.03	141.670
8.93	107.939
9.00	105.690
9.82	80.954
10.00	76.832
10.71	60.716
11.00	55.250
11.60	43.850
12.00	39.053
12.50	33.056
13.00	28.675
13.39	25.298
14.00	21.693
15.00	15.797
15.62	12.143
16.00	11.109
17.85	6.072
18.00	5.869
19.00	4.509
20.08	3.036
21.00	2.342
22.00	1.587
22.31	1.349

Fuente: Elaboración propia

3.18. Simulación de inundación en Hec-RAS

Para la simulación por fenómenos naturales tales como una inundación, se tendrá que tomar en cuenta factores básicos tales como el DEM del terreno de la zona a estudiar, la zona de desembocadura, la zona de captación y embalse, así como el recorrido del afluente principal de la quebrada, hidrograma unitario adimensional y el caudal de diseño pico. Dicho esto, se procederá a diseñar el afluente como un flujo intermitente y de corta duración debido al periodo de tiempo base de lluvia.

Como todos los datos dichos anteriormente se diseña el proceso de simulación teniendo como resultado la zona inundable del área de estudio:

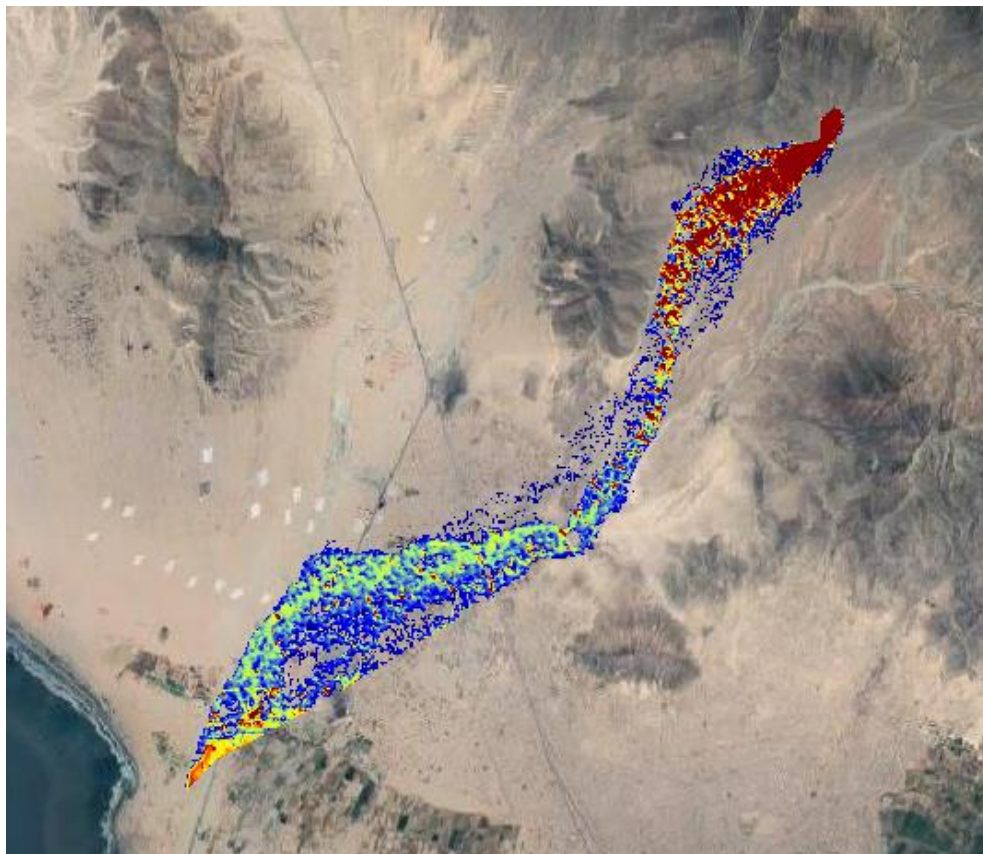


Ilustración 16: *Simulación de Inundación Hec-RAS*

Fuente: Elaboración propia

3.19. Análisis de vulnerabilidad

Para la vulnerabilidad de la población ante fenómenos y siniestros, se analiza en las dimensiones físicas, económicas, social e ideológica y cultural evaluadas en la muestra de 375 viviendas en el centro poblado El Milagro obteniendo una valoración mostrada en las siguientes tablas.

Tabla 20: Vulnerabilidad Física

Criterios a evaluar		Datos	Totales	Porcentajes del Total	Valoración	Porcentaje obtenido valoración	Valoración Vulnerabilidad Física
Calidad de materiales de construcción	Estructura sismorresistente con adecuada técnica constructiva	43	375	11.47%	1	0.11	
	Estructura de concreto acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	120		32.00%	2	0.64	
	Estructuras de adobe, piedra o madera, sin refuerzos estructurales	187		49.87%	3	1.50	
	Estructuras de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario	25		6.67%	4	0.27	
	Muy alejada > 5 Km	0		0.00%	1	0.00	
Ubicación de las viviendas	Medianamente cerca 1 – 5 Km	226	375	60.27%	2	1.21	
	Cercana 0.2 – 1 Km	94		25.07%	3	0.75	
	Muy cercana 0.2 – 0 Km	55		14.67%	4	0.59	
	Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas	0		0.00%	1	0.00	
Características Geológicas, calidad y tipo de suelo	Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	375	375	100.00%	2	2.00	2.39
	Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante	0		0.00%	3	0.00	
	Zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables	0		0.00%	4	0.00	
Cumplimiento de las normas pertinentes	Con leyes estrictamente cumplidas	43	375	11.47%	1	0.11	
	Con leyes medianamente cumplidas	120		32.00%	2	0.64	
	Con leyes sin cumplimiento	187		49.87%	3	1.50	
	Sin ley	25		6.67%	4	0.27	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Vulnerabilidad Económica

Criterios a evaluar		Datos	Totales	Porcentajes del Total	Valoración	Porcentaje obtenido valoración	Valoración Vulnerabilidad Económica
Actividad económica	Alta productividad y Recursos bien distribuidos	64	375	17.07%	1	0.17	2.20
	Medianamente productiva y distribución regular de los recursos	89		23.73%	2	0.47	
	Escasamente productiva y distribución deficiente de los recursos	95		25.33%	3	0.76	
	Sin productividad y nula distribución de recursos	127		33.87%	4	1.35	
Acceso al mercado laboral	Oferta laboral > Demanda	146	375	38.93%	1	0.39	
	Oferta laboral = Demanda	115		30.67%	2	0.61	
	Oferta laboral < Demanda	75		20.00%	3	0.60	
	No hay Oferta Laboral	39		10.40%	4	0.42	
Nivel de ingresos	Alto nivel de ingresos	110	375	29.33%	1	0.29	
	Suficientes niveles de ingresos	151		40.27%	2	0.81	
	Nivel de ingresos que cubre necesidades básicas	84		22.40%	3	0.67	
	Ingresos inferiores para cubrir necesidades básicas	30		8.00%	4	0.32	
Situación de pobreza o desarrollo humano	Población sin pobreza	161	375	42.93%	1	0.43	
	Población con menor porcentaje pobreza	100		26.67%	2	0.53	
	Población con pobreza mediana	88		23.47%	3	0.70	
	Población con pobreza total o extrema	26		6.93%	4	0.28	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Vulnerabilidad Social

Crterios a evaluar	Datos	Totales	Porcentajes del Total	Valoración	Porcentaje obtenido valoración	Valoración Vulnerabilidad Social
Nivel de organización	Población totalmente organizada	60		16.00%	1	0.16
	Población organizada	144	375	38.40%	2	0.77
	Población escasamente organizada	127		33.87%	3	1.02
	Población no organizada.	44		11.73%	4	0.47
Participación de la población en trabajos comunales	Participación total	55		14.67%	1	0.15
	Participación de la mayoría	11	375	2.93%	2	0.06
	Mínima	229		61.07%	3	1.83
	Nula participación	80		21.33%	4	0.85
Grado de relación entre las instituciones y organizaciones locales	Fuerte relación	35		9.33%	1	0.09
	Medianamente relacionados	73	375	19.47%	2	0.39
	Débil relación	120		32.00%	3	0.96
	No existe	147		39.20%	4	1.57
Tipo de integración entre las organizaciones e instituciones locales	Integración total	35		9.33%	1	0.09
	Integración parcial	66	375	17.60%	2	0.35
	Baja integración	215		57.33%	3	1.72
	No existe integración	59		15.73%	4	0.63

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Vulnerabilidad Ideológica – Cultural

Criterios a evaluar	Datos	Totales	Porcentajes del Total	Valorac.	Porcentaje obtenido valoración	Valoración Vulnerabilidad Ideológica – Cultural
Conocimiento sobre la ocurrencia de desastres	Conocimiento total de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres	62		16.53%	1	0.17
	La mayoría de la población tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias de los desastres	178	375	47.47%	2	0.95
	Escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres	105		28.00%	3	0.84
	Desconocimiento total de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres	30		8.00%	4	0.32
Percepción de la población sobre los desastres	La totalidad de la población tiene una percepción real sobre la ocurrencia de desastres	66		17.60%	1	0.18
	La mayoría de la población tiene una percepción real de la ocurrencia de los desastres	197	375	52.53%	2	1.05
	La minoría de la población tiene una percepción realista y más místico y religioso	85		22.67%	3	0.68
	Percepción totalmente irreal – místico – religioso	27		7.20%	4	0.29
Actitud frente a la ocurrencia de desastres	Actitud altamente previsoras	62		16.53%	1	0.17
	Actitud parcialmente previsoras	131	375	34.93%	2	0.70
	Actitud escasamente previsoras	175		46.67%	3	1.40
	Actitud fatalista, conformista y con desidia	7		1.87%	4	0.07

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: *Resultados de Nivel de Vulnerabilidad*

Tipo	Nivel de vulnerabilidad				Total
	Baja (1)	Media (2)	Alta (3)	Muy Alta (4)	
Física		2.39			2.39
Económica		2.20			2.20
Social		2.78			2.78
Cultural e ideológica		2.27			2.27

Fuente: Elaboración propia

3.20. Inundación real

Con la simulación de inundación, se analiza por sector del C.P. El Milagro el número de viviendas afectadas.

Tabla 25: *Viviendas afectas por inundación*

SECTOR	Inundación por simulación		
	Viviendas	Viviendas Afectadas	% Viviendas afectadas
Villa Industrial	55	55	14.67%
Villa Hermosa	20	20	5.33%
VII-B	5	5	1.33%
VII-A Los Libertadores	8	8	2.13%
Sector VIII	18	18	4.80%
Sector III	28	8	2.13%
Sector I	14	7	1.87%
Sector VI-C	44	35	9.33%
Sector VI-D	4	2	0.53%
Los Claveles	26	5	1.33%
Sector VI-B	5	0	0.00%
Sector VI-A	10	0	0.00%
Sector V	17	0	0.00%
Sector IX	19	0	0.00%
Nuevo Milagro	19	2	0.53%
Sector V-B	7	0	0.00%
Sector II	22	0	0.00%
Sector IV	6	0	0.00%
Sector X-A	3	0	0.00%
X 1ro de Mayo	17	0	0.00%
X-B El Campanario	21	0	0.00%
IV-A Las Americas	7	0	0.00%
TOTAL	375	165	44.00%

Fuente: Elaboración propia

3.21. Estructura de defensa riveraña

Primeramente, se deben determinar las secciones a trabajar en la quebrada.

Se ubican en las zonas críticas donde convergen ramificaciones nuevas a la quebrada

y por último en el margen que traspasa el C.P. El Milagro.

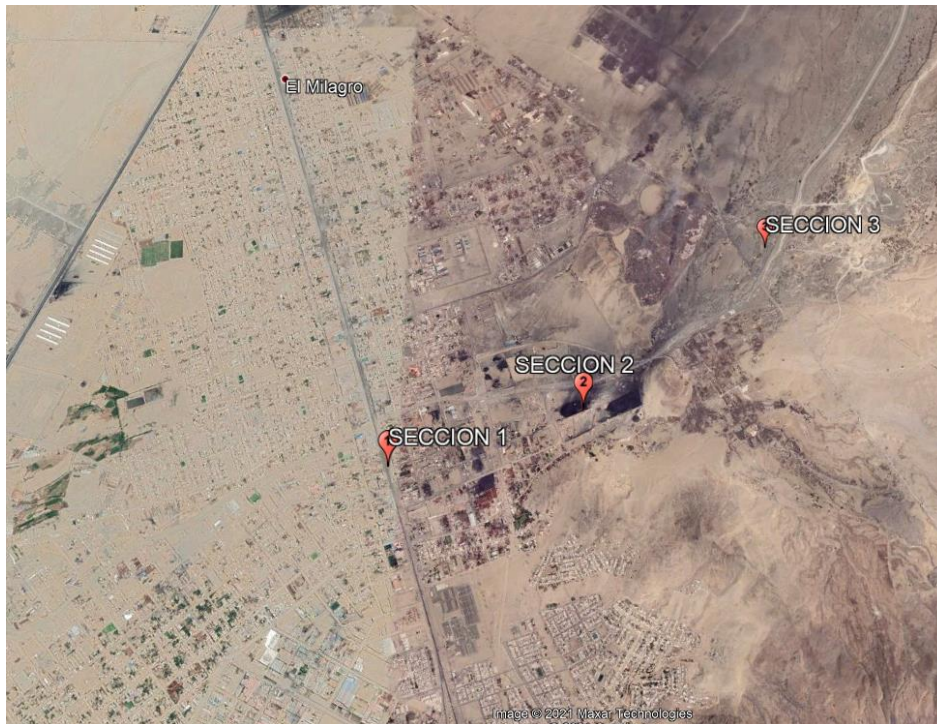


Ilustración 17: Ubicación satelital de secciones

Fuente: Elaboración propia

3.21.1. Gaviones

El cálculo de los gaviones comienza con el número de gaviones a colocar, donde para una altura de la quebrada de 3.40m se consideran dos series de 10 gaviones apilados con dimensión de 1.00x1.00m colocados de forma piramidal en 4 capas presente en las secciones 1 y 3 en ambos laterales, en la sección 2 lateral izquierdo; y para la sección 2 lateral derecho se diseña con 6 gaviones apilados de forma piramidal en 3 capas con altura de la quebrada de 2.65m. Se considera una densidad de piedra a 2.80 ton/m^3 considerando un 20% de vacíos y sin existencia de sobrecarga sobre la estructura.

Se analizan cada una de las secciones con cada lateral presente. Se verifica entonces la resistencia al volteo y al deslizamiento de la estructura, así como la posición de la resultante final en la base para la verificación de los esfuerzos para cada subnivel.

En la sección 1, lateral izquierdo; para el cálculo del coeficiente activo del suelo se determina mediante la ecuación de Coulomb para un ángulo de inclinación del terreno de 5° , ángulo de fricción de drenado del suelo en 40° , para el tipo de suelo SP - Arena con granulometría y presencia de gravas mal graduada con un peso específico de 2.25 ton/m^3 . Se considera el ángulo de fricción entre el relleno y el muro como 0° para evaluar la situación más desfavorable, resultando en $K_a=0.235$

Ecuación 14: *Coficiente activo Coulomb*

$$K_A = \frac{\cos^2(\phi - \beta)}{\cos^2 \beta \cos(\beta + \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\delta + \phi) \text{sen}(\phi - i)}{\cos(\beta + \delta) \cos(\beta + i)}} \right]^2}$$

$$K_A = \frac{\cos^2(40 - 0)}{\cos^2 0 \cos(0 + 0) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(0 + 40) \text{sen}(40 - 5)}{\cos(0 +) \cos(0 + 5)}} \right]^2} = 0.221$$

Para el nivel más bajo se calculan las fuerzas resistentes aportados por la estructura, las fuerzas horizontales dados por el peso de los gaviones y las cuñas de relleno con 23.74 ton/m y 7.09 ton/m respectivamente con un factor de amplificación de fuerzas del 6% para los gaviones y 5% para el relleno; asimismo, se calculan los momentos resistentes para cada fuerza resultando 47.49 ton-m/m para los gaviones y 24.22 ton-m/m para las cuñas de relleno. Se calcula de igual manera para el segundo nivel de la estructura, resultando en 11.70 ton/m para los gaviones y 3.54 ton/m para las cuñas de relleno, y en los momentos resistentes con 17.55 ton-m/m y 9.15 ton-m/m respectivamente. Para el tercer nivel, 5.85 ton/m para gaviones y 1.81 ton/ , para las cuñas de relleno, y en los momentos resistentes 5.85 ton-m/m y 2.66 ton-m/m respectivamente. Finalmente, en el último nivel ya no hay cuñas de suelo, para lo que la fuerza resistente del gavión es 1.95 ton/m y su momento en 0.98 ton-m/m .

Para la distribución de presiones del suelo sobre la estructura, se utiliza la ecuación de cálculo de presiones, siendo en el primer nivel un $P_1=1.99$ ton/m/m con una resultante de 3.98 ton/m. Igualmente se calcula para el segundo bloque dando en $P_2=1.49$ ton/m/m con una resultante de 2.34 ton/m. Para el tercer nivel en $P_3=0.99$ ton/m/m con una resultante de 0.99 ton/m. Y finalmente para el cuarto bloque en $P_4=0.50$ ton/m/m con resultante de 0.25 ton/m. Se calcula entonces el momento por volcamiento sobre la estructura, donde para el primer nivel resulta 5.30 ton-m/m, para el segundo nivel 2.24 ton-m/m, en el tercer nivel 0.66 ton-m/m y en el cuarto nivel 0.08 ton-m/m.

Se verifica los factores de seguridad, donde para las fuerzas horizontales debe ser mayor a 2.00 y para los momentos 1.50. Para el primer nivel, la sumatoria de fuerzas resistentes es de $F_{v01}=30.83$ ton/m, siendo el factor de seguridad, calculado entre la relación de la fuerza resistente corregido al 50% por la fricción del suelo con las fuerzas actuantes, resultando en $FSD_1=3.88$. En el segundo bloque se calcula de la misma forma, con una sumatoria de fuerzas resistentes de $F_{v02}=15.25$ ton/m, llegando a un factor de seguridad al deslizamiento en $FSD_2=3.41$. Así mismo, en el tercer nivel $F_{v03}=7.03$ ton/m resultado en $FSD_3=3.54$; y finalmente para el cuarto nivel, $F_{v04}=1.95$ ton/m concluyendo en $FSD_4=3.92$. Para los factores de seguridad a volteo, se calcula entre la relación de los momentos resistentes con los momentos actuantes, donde para el primer nivel $FSV_1=13.52$, para el segundo bloque $FSV_2=11.94$, en el tercero $FSV_3=12.83$ y en el cuarto $FSV_4=11.77$.

Finalmente, se halla la posición del resultante calculado entre la sumatoria de momentos actuantes y resistentes dividido con las fuerzas resistentes verticales. El máximo de excentricidad permitida debe ser un sexto de la base ($e \leq b/6$) para que la fuerza esté distribuida en toda la base y no de forma puntual. Para el primer nivel la

excentricidad es de $e_1=0.15\text{m}$, para el segundo nivel $e_2=0.10\text{m}$., en el tercero $e_3=0.12\text{m}$ y para culminar, en el cuarto, $e_4=0.05\text{m}$ todos ubicados hacia la izquierda del eje central.

En un segundo análisis para los muros de contención se considera la carga hidrostática, la presión ejercida por el fluido ante la estructura. El peso específico se determina en 1.73 ton/m^3 , la cual contiene una proporción de 50% agua, 30% gravas y 20% material de granulometría más fina entre arenas limos y arcillas. Se procede a calcular las fuerzas hidrostáticas considerando una carga distribuida de forma lateral ejercida sobre el muro, y de igual manera, se divide por cada fila de bloques. Para el primer piso de bloques, la carga distribuida es $P_{h1}=5.87\text{ ton/m/m}$ con una resultante de 9.97 ton/m , lo mismo fue calculado en el segundo nivel siendo $P_{h2}=4.14\text{ ton/m/m}$ siendo su resultante 4.98 ton/m , en el tercer nivel la presión distribuida fue $P_{h3}=2.42\text{ ton/m/m}$ con una resultante de 1.68 ton/m , finalmente para el ultimo nivel la carga hidrostática resultó en $P_{h4}=0.69\text{ ton/m/m}$ con un empuje resultante de 0.14 ton/m .

Se determina los factores de seguridad de deslizamiento y volteo como se realizó en primera instancia, pero ahora agregando la fuerza y momento ejercido por la carga hidrostática contraponiéndose a la presión del suelo sobre el muro siendo la diferencia de ambos. En el primer nivel, los valores obtenidos son $FSD_{h1}=2.57$ y $FSV_{h1}=11.96$; para el segundo nivel, los factores son $FSD_{h2}=2.79$ y $FSV_{h2}=15.38$; así mismo, para el tercer piso resulta $FSD_{h3}=5.05$ y $FSV_{h3}=67.59$; y finalmente, en la última fila de bloques se obtiene $FSD_{h4}=8.82$ y $FSV_{h4}=15.13$.

Igualmente, a los cálculos anteriores, se debe determinar la ubicación de la excentricidad ahora desplazada por la carga hidrostática, siendo ahora para el primer nivel $e_{h1}=0.52\text{m}$, para el segundo nivel $e_{h2}=0.43\text{m}$., en el tercero $e_3=0.31\text{m}$ y para culminar, en el cuarto, $e_4=0.06\text{m}$; estando los 3 primero ubicados a la izquierda y el

ultimo a la derecha. Se muestra a continuación el diseño de la sección extraído del plano E01.

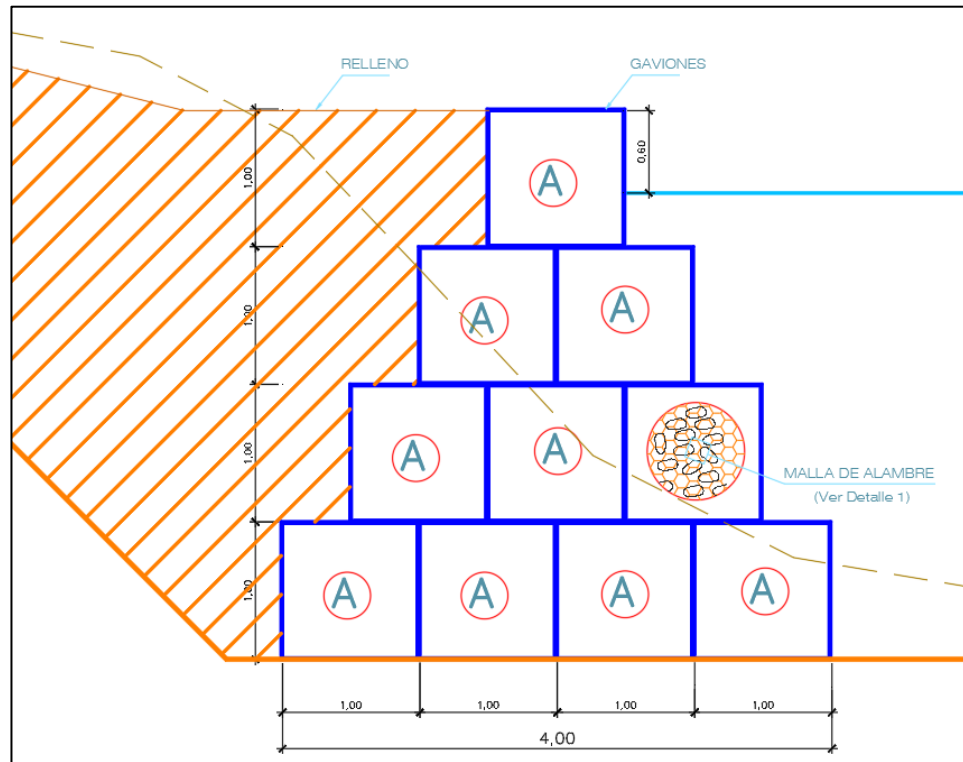


Ilustración 18: Sección 1 – Lateral izquierdo

Fuente: Elaboración propia

En la sección 1, lateral derecho; para el cálculo del coeficiente activo del suelo se determina mediante la ecuación de Coulomb para un ángulo de inclinación del terreno de 5° , ángulo de fricción de drenado del suelo en 40° , para el tipo de suelo SP - Arena con granulometría y presencia de gravas mal graduada con un peso específico de 2.12 ton/m^3 . Se considera el ángulo de fricción entre el relleno y el muro como 0° para evaluar la situación más desfavorable, resultando en $K_a=0.221$.

$$K_A = \frac{\cos^2(40 - 0)}{\cos^2 0 \cos(0 + 0) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(0 + 40)\text{sen}(40 - 5)}{\cos(0 +) \cos(0 + 5)}} \right]^2} = 0.221$$

Para el nivel más bajo se calculan las fuerzas resistentes aportados por la estructura, las fuerzas horizontales dados por el peso de los gaviones y las cuñas de relleno con 23.74 ton/m y 6.68 ton/m respectivamente con un factor de amplificación de fuerzas del 6% para los gaviones y 5% para el relleno; asimismo, se calculan los momentos resistentes para cada fuerza resultando 47.49 ton-m/m para los gaviones y 24.82 ton-m/m para las cuñas de relleno. Se calcula de igual manera para el segundo nivel de la estructura, resultando en 11.70 ton/m para los gaviones y 3.34 ton/m para las cuñas de relleno, y en los momentos resistentes con 17.55 ton-m/m y 8.62 ton-m/m respectivamente. Para el tercer nivel, 5.85 ton/m para gaviones y 1.11 ton/, para las cuñas de relleno, y en los momentos resistentes 5.85 ton-m/m y 2.50 ton-m/m respectivamente. Finalmente, en el último nivel ya no hay cuñas de suelo, para lo que la fuerza resistente del gavión es 1.95 ton/m y su momento en 0.98 ton-m/m.

Para la distribución de presiones del suelo sobre la estructura, se utiliza la ecuación de cálculo de presiones, siendo en el primer nivel un $P_1=1.87$ ton/m/m con una resultante de 3.75 ton/m. Igualmente se calcula para el segundo bloque dando en $P_2=1.41$ ton/m/m con una resultante de 2.11 ton/m. Para el tercer nivel en $P_3=0.94$ ton/m/m con una resultante de 0.94 ton/m. Y finalmente para el cuarto bloque en $P_4=0.47$ ton/m/m con resultante de 0.23 ton/m. Se calcula entonces el momento por volcamiento sobre la estructura, donde para el primer nivel resulta 5.00 ton-m/m, para el segundo nivel 2.11 ton-m/m, en el tercer nivel 0.62 ton-m/m y en el cuarto nivel 0.08 ton-m/m.

Se verifica los factores de seguridad, donde para las fuerzas debe ser mayor a 2.00 y para los momentos 1.50. Para el primer nivel, la sumatoria de fuerzas resistentes es de $F_{v01}=30.42$ ton/m, siendo el factor de seguridad, calculado entre la relación de la fuerza resistente corregido al 50% por la fricción del suelo con las fuerzas actuantes, resultando en $FSD_1=4.06$. En el segundo bloque se calcula de la misma forma, con una

sumatoria de fuerzas resistentes de $F_{v02}=15.04$ ton/m, llegando a un factor de seguridad al deslizamiento en $FSD_2=3.57$. Así mismo, en el tercer nivel $F_{v03}=6.96$ ton/m resultado en $FSD_3=3.72$; y finalmente para el cuarto nivel, $F_{v04}=1.95$ ton/m concluyendo en $FSD_4=4.16$. Para los factores de seguridad a volcamiento, se calcula entre la relación de los momentos resistentes con los momentos actuantes, donde para el primer nivel $FSV_1=14.17$, para el segundo bloque $FSV_2=12.42$, en el tercero $FSV_3=13.38$ y en el cuarto $FSV_4=12.49$.

Finalmente, se halla la posición del resultante calculado entre la sumatoria de momentos actuantes y resistentes dividido con las fuerzas resistentes verticales. Para el primer nivel la excentricidad es de $e_1=0.15$ m, para el segundo nivel $e_2=0.10$ m., en el tercero $e_3=0.11$ m y para culminar, en el cuarto, $e_4=0.04$ m todos ubicados hacia la derecha del eje central con excepción del cuarto piso.

En un segundo análisis para los muros de contención se considera la carga hidrostática, la presión ejercida por el fluido ante la estructura. El peso específico se determina en 1.73 ton/m³, la cual contiene una proporción de 50% agua, 30% gravas y 20% material de granulometría más fina entre arenas limos y arcillas. Se procede a calcular las fuerzas hidrostáticas considerando una carga distribuida de forma lateral ejercida sobre el muro, y de igual manera, se divide por cada fila de bloques. Para el primer piso de bloques, la carga distribuida es $P_{h1}=5.87$ ton/m/m con una resultante de 9.97 ton/m, lo mismo fue calculado en el segundo nivel siendo $P_{h2}=4.14$ ton/m/m siendo su resultante 4.98 ton/m, en el tercer nivel la presión distribuida fue $P_{h3}=2.42$ ton/m/m con una resultante de 1.68 ton/m, finalmente para el ultimo nivel la carga hidrostática resultó en $P_{h4}=0.69$ ton/m/m con un empuje resultante de 0.14 ton/m.

Se determina los factores de seguridad de deslizamiento y volteo como se realizó en primera instancia, pero ahora agregando la fuerza y momento ejercido por la carga

hidrostática contraponiéndose a la presión del suelo sobre el muro siendo la diferencia de ambos. En el primer nivel, los valores obtenidos son $FSD_{h1}=2.44$ y $FSV_{h1}=11.16$; para el segundo nivel, los factores son $FSD_{h2}=2.63$ y $FSV_{h2}=14.03$; así mismo, para el tercer piso resulta $FSD_{h3}=4.62$ y $FSV_{h3}=50.88$; y finalmente, en la última fila de bloques se obtiene $FSD_{h4}=10.13$ y $FSV_{h4}=16.34$.

Igualmente, a los cálculos anteriores, se debe determinar la ubicación de la excentricidad ahora desplazada por la carga hidrostática, siendo ahora para el primer nivel $e_{h1}=0.52m$, para el segundo nivel $e_{h2}=0.43m$., en el tercero $e_3=0.31m$ y para culminar, en el cuarto, $e_4=0.05m$; estando los 3 primero ubicados a la derecha y el ultimo a la izquierda. Se muestra a continuación el diseño de la sección extraído del plano E02.

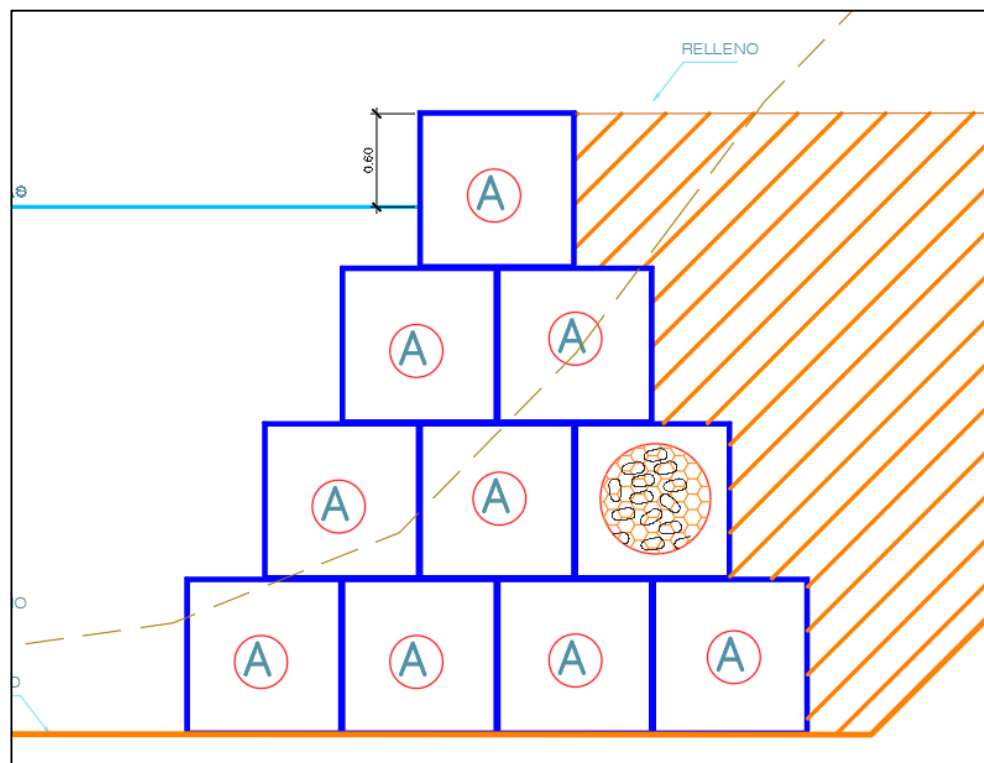


Ilustración 19: Sección 1 – Lateral derecho

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: Resultados Gaviones sección 1

	Lateral	Lado izquierdo		Lado derecho		
	Material	Suelo	Fluido	Suelo	Fluido	
Datos	Coefficiente de Presión Activa (Ka)		0.22		0.22	
	Peso específico (γs)	2.25 t/m ³	1.725 t/m ³	2.12 t/m ³	1.725 t/m ³	
	Altura libre de diseño	4 m	3.4 m	4 m	3.4 m	
	Sobrecarga	0 t/m ²		0 t/m ²		
	Gaviones	10 und		10 und		
	Fuerzas resistentes:	$\Sigma F_{vo} =$	30.83 t/m	$\Sigma F_{vo} =$	30.42 t/m	
	$\Sigma M_{vo} =$	71.71 t*m/m	$\Sigma M_{vo} =$	70.31 t*m/m		
Primer Nivel	Empuje activo	3.98 t/m	9.97 t/m	4.08 t/m	9.97 t/m	
	Fuerzas actuantes:		5.99 t/m		6.22 t/m	
	Momento por volcamiento		11.96 t*m/m		11.16 t*m/m	
	FSD		2.57		2.44	
	FSV		11.96		11.16	
	Cálculo de excentricidad		-0.52 m		0.52 m	
	Fuerzas resistentes:	$\Sigma F_{vo} =$	15.25 t/m	$\Sigma F_{vo} =$	15.04 t/m	
		$\Sigma M_{vo} =$	26.71 t*m/m	$\Sigma M_{vo} =$	26.18 t*m/m	
	Empuje activo	2.24 t/m	4.97 t/m	2.11 t/m	4.97 t/m	
	Segundo Nivel	Fuerzas actuantes:		2.73 t/m		2.86 t/m
Momento por volcamiento			1.74 t*m/m		1.87 t*m/m	
FSD			2.79		2.63	
FSV			15.38		14.03	
Cálculo de excentricidad			-0.43 m		0.43 m	
Fuerzas resistentes:		$\Sigma F_{vo} =$	7.03 t/m	$\Sigma F_{vo} =$	6.96 t/m	
		$\Sigma M_{vo} =$	8.51 t*m/m	$\Sigma M_{vo} =$	8.36 t*m/m	
Empuje activo		0.99 t/m	1.69 t/m	0.94 t/m	1.69 t/m	
Tercer Nivel		Fuerzas actuantes:		0.7 t/m		0.75 t/m
		Momento por volcamiento		0.13 t*m/m		0.16 t*m/m
	FSD		5.05		4.62	
	FSV		67.59		50.88	
	Cálculo de excentricidad		-0.31 m		0.31 m	
	Fuerzas resistentes:	$\Sigma F_{vo} =$	1.95 t/m	$\Sigma F_{vo} =$	1.95 t/m	
		$\Sigma M_{vo} =$	0.98 t*m/m	$\Sigma M_{vo} =$	0.98 t*m/m	
	Empuje activo	0.25 t/m	0.14 t/m	0.23 t/m	0.14 t/m	
	Cuarto Nivel	Fuerzas actuantes:		-0.11 t/m		-0.10 t/m
		Momento por volcamiento		-0.06 t*m/m		-0.06 t*m/m
FSD			8.82		10.13	
FSV			15.13		16.34	
Cálculo de excentricidad			0.06 m		-0.05 m	

Fuente: Elaboración propia

En la sección 2, lateral izquierdo; para el cálculo del coeficiente activo del suelo se determina mediante la ecuación de Coulomb para un ángulo de inclinación del terreno de 5°, ángulo de fricción de drenado del suelo en 38°, para el tipo de suelo SP - Arena con granulometría y presencia de gravas mal graduada con un peso específico de 2.15 ton/m³. Se considera el ángulo de fricción entre el relleno y el muro como 0° para evaluar la situación más desfavorable, resultando en $K_a=0.242$.

$$K_A = \frac{\cos^2(38 - 0)}{\cos^2 0 \cos(0 + 0) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(0 + 38)\text{sen}(38 - 5)}{\cos(0 +) \cos(0 + 5)}} \right]^2} = 0.242$$

Para el nivel más bajo se calculan las fuerzas resistentes aportados por la estructura, las fuerzas horizontales dados por el peso de los gaviones y las cuñas de relleno con 23.74 ton/m y 6.77 ton/m respectivamente con un factor de amplificación de fuerzas del 6% para los gaviones y 5% para el relleno; asimismo, se calculan los momentos resistentes para cada fuerza resultando 47.49 ton-m/m para los gaviones y 23.14 ton-m/m para las cuñas de relleno. Se calcula de igual manera para el segundo nivel de la estructura, resultando en 11.70 ton/m para los gaviones y 3.39 ton/m para las cuñas de relleno, y en los momentos resistentes con 17.55 ton-m/m y 8.75 ton-m/m respectivamente. Para el tercer nivel, 5.85 ton/m para gaviones y 1.81 ton/, para las cuñas de relleno, y en los momentos resistentes 6.98 ton-m/m y 2.54 ton-m/m respectivamente. Finalmente, en el último nivel ya no hay cuñas de suelo, para lo que la fuerza resistente del gavión es 1.95 ton/m y su momento en 0.98 ton-m/m.

Para la distribución de presiones del suelo sobre la estructura, se utiliza la ecuación de cálculo de presiones, siendo en el primer nivel un $P_1=2.08$ ton/m/m con una resultante de 4.16 ton/m. Igualmente se calcula para el segundo bloque dando en $P_2=1.56$

ton/m/m con una resultante de 2.34 ton/m. Para el tercer nivel en $P_3=1.04$ ton/m/m con una resultante de 1.04 ton/m. Y finalmente para el cuarto bloque en $P_4=0.52$ ton/m/m con resultante de 0.26 ton/m. Se calcula entonces el momento por volcamiento sobre la estructura, donde para el primer nivel resulta 5.55 ton-m/m, para el segundo nivel 2.34 ton-m/m, en el tercer nivel 0.69 ton-m/m y en el cuarto nivel 0.09 ton-m/m.

Se verifica los factores de seguridad, donde para las fuerzas debe ser mayor a 2.00 y para los momentos 1.50. Para el primer nivel, la sumatoria de fuerzas resistentes es de $F_{v01}=30.52$ ton/m, siendo el factor de seguridad, calculado entre la relación de la fuerza resistente corregido al 50% por la fricción del suelo con las fuerzas actuantes, resultando en $FSD_1=3.67$. En el segundo bloque se calcula de la misma forma, con una sumatoria de fuerzas resistentes de $F_{v02}=15.09$ ton/m, llegando a un factor de seguridad al deslizamiento en $FSD_2=3.22$. Así mismo, en el tercer nivel $F_{v03}=6.98$ ton/m resultado en $FSD_3=3.35$; y finalmente para el cuarto nivel, $F_{v04}=1.95$ ton/m concluyendo en $FSD_4=3.75$. Para los factores de seguridad a volcamiento, se calcula entre la relación de los momentos resistentes con los momentos actuantes, donde para el primer nivel $FSV_1=12.73$, para el segundo bloque $FSV_2=11.23$, en el tercero $FSV_3=12.10$ y en el cuarto $FSV_4=11.25$.

Finalmente, se halla la posición del resultante calculado entre la sumatoria de momentos actuantes y resistentes dividido con las fuerzas resistentes verticales. Para el primer nivel la excentricidad es de $e_1=0.13$ m, para el segundo nivel $e_2=0.09$ m., en el tercero $e_3=0.10$ m y para culminar, en el cuarto, $e_4=0.04$ m todos ubicados hacia la izquierda del eje central.

En un segundo análisis para los muros de contención se considera la carga hidrostática, la presión ejercida por el fluido ante la estructura. El peso específico se determina en 1.73 ton/m³, la cual contiene una proporción de 50% agua, 30% gravas y

20% material de granulometría más fina entre arenas limos y arcillas. Se procede a calcular las fuerzas hidrostáticas considerando una carga distribuida de forma lateral ejercida sobre el muro, y de igual manera, se divide por cada fila de bloques. Para el primer piso de bloques, la carga distribuida es $P_{h1}=5.87$ ton/m/m con una resultante de 9.97 ton/m, lo mismo fue calculado en el segundo nivel siendo $P_{h2}=4.14$ ton/m/m siendo su resultante 4.98 ton/m, en el tercer nivel la presión distribuida fue $P_{h3}=2.42$ ton/m/m con una resultante de 1.68 ton/m, finalmente para el ultimo nivel la carga hidrostática resultó en $P_{h4}=0.69$ ton/m/m con un empuje resultante de 0.14 ton/m.

Se determina los factores de seguridad de deslizamiento y volteo como se realizó en primera instancia, pero ahora agregando la fuerza y momento ejercido por la carga hidrostática contraponiéndose a la presión del suelo sobre el muro siendo la diferencia de ambos. En el primer nivel, los valores obtenidos son $FSD_{h1}=2.63$ y $FSV_{h1}=12.28$; para el segundo nivel, los factores son $FSD_{h2}=2.87$ y $FSV_{h2}=16.11$; así mismo, para el tercer piso resulta $FSD_{h3}=5.37$ y $FSV_{h3}=88.17$; y finalmente, en la última fila de bloques se obtiene $FSD_{h4}=7.98$ y $FSV_{h4}=14.27$.

Igualmente, a los cálculos anteriores, se debe determinar la ubicación de la excentricidad ahora desplazada por la carga hidrostática, siendo ahora para el primer nivel $e_{h1}=0.50$ m, para el segundo nivel $e_{h2}=0.42$ m., en el tercero $e_3=0.30$ m y para culminar, en el cuarto, $e_4=0.06$ m; estando los 3 primero ubicados a la izquierda y el ultimo a la derecha. Se muestra a continuación el diseño de la sección extraído del plano E03.

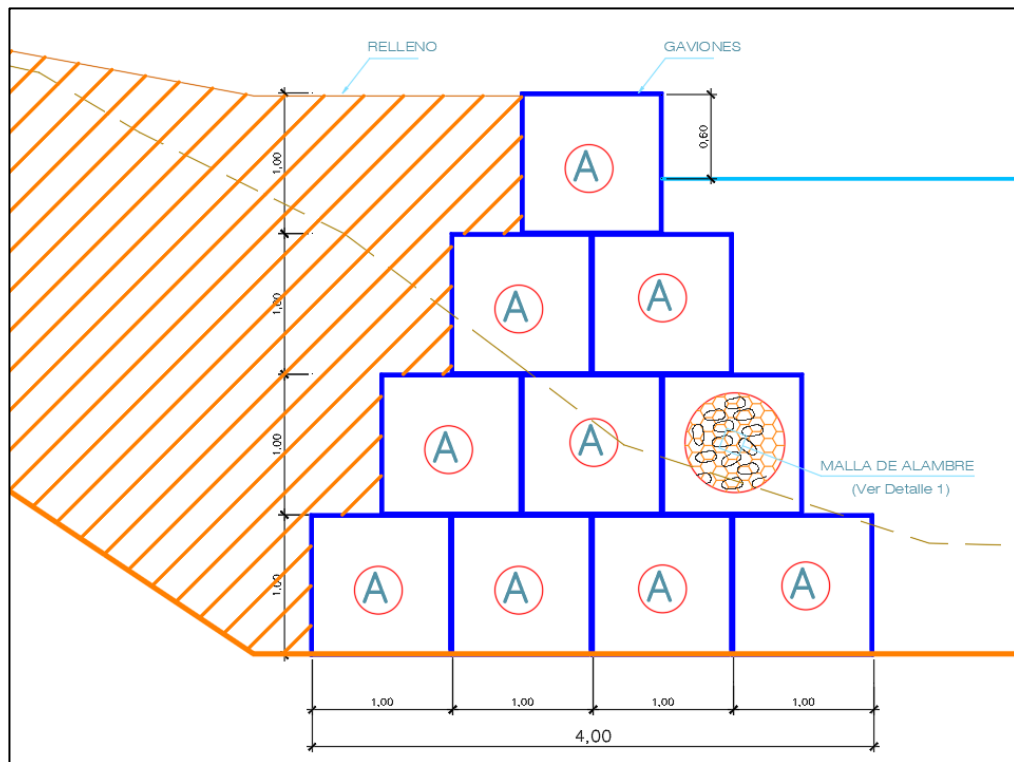


Ilustración 20: Sección 2 – Lateral izquierdo

Fuente: Elaboración propia

En la sección 2, lateral derecho; para el cálculo del coeficiente activo del suelo se determina mediante la ecuación de Coulomb para un ángulo de inclinación del terreno de 5° , ángulo de fricción de drenado del suelo en 38° , para el tipo de suelo SP - Arena con granulometría y presencia de gravas mal graduada con un peso específico de 2.05 ton/m^3 . Se considera el ángulo de fricción entre el relleno y el muro como 0° para evaluar la situación más desfavorable, resultando en $K_a=0.249$

$$K_A = \frac{\cos^2(38 - 0)}{\cos^2 0 \cos(0 + 0) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(0 + 38)\sin(38 - 5)}{\cos(0 +) \cos(0 + 5)}} \right]^2} = 0.249$$

Para el nivel más bajo se calculan las fuerzas resistentes aportados por la estructura, las fuerzas horizontales dados por el peso de los gaviones y las cuñas de

relleno con 11.70 ton/m y 3.23 ton/m respectivamente con un factor de amplificación de fuerzas del 6% para los gaviones y 5% para el relleno; asimismo, se calculan los momentos resistentes para cada fuerza resultando 17.55 ton-m/m para los gaviones y 8.34 ton-m/m para las cuñas de relleno. Para el segundo nivel, 5.85 ton/m para gaviones y 1.08 ton/, para las cuñas de relleno, y en los momentos resistentes 6.98 ton-m/m y 2.42 ton-m/m respectivamente. Finalmente, en el último nivel ya no hay cuñas de suelo, para lo que la fuerza resistente del gavión es 1.95 ton/m y su momento en 0.98 ton-m/m.

Para la distribución de presiones del suelo sobre la estructura, se utiliza la ecuación de cálculo de presiones, siendo en el primer bloque $P_1=1.53$ ton/m/m con una resultante de 2.29 ton/m. Para el segundo nivel en $P_2=1.02$ ton/m/m con una resultante de 1.02 ton/m. Y finalmente para el tercer bloque en $P_3=0.51$ ton/m/m con resultante de 0.33 ton/m. Se calcula entonces el momento por volcamiento sobre la estructura, donde para el primer nivel 2.30 ton-m/m, en el segundo nivel 0.68 ton-m/m y en el tercer nivel 0.09 ton-m/m.

Se verifica los factores de seguridad, donde para las fuerzas debe ser mayor a 2.00 y para los momentos 1.50. Para el primer nivel, la sumatoria de fuerzas resistentes es de $F_{v01}=14.93$ ton/m, siendo el factor de seguridad, calculado entre la relación de la fuerza resistente corregido al 50% por la fricción del suelo con las fuerzas actuantes, resultando en $FSD_1=3.25$. Así mismo, en el segundo nivel $F_{v02}=6.93$ ton/m resultado en $FSD_2=3.39$; y finalmente para el tercer nivel, $F_{v03}=1.95$ ton/m concluyendo en $FSD_3=3.82$. Para los factores de seguridad a volcamiento, se calcula entre la relación de los momentos resistentes con los momentos actuantes, donde para el primer bloque $FSV_1=11.27$, en el segundo $FSV_2=12.16$ y en el tercero $FSV_3=11.46$.

Finalmente, se halla la posición del resultante calculado entre la sumatoria de momentos actuantes y resistentes dividido con las fuerzas resistentes verticales. Para el

primer nivel la excentricidad es de $e_1=0.08m.$, en el segundo $e_2=0.10m$ y para culminar, en el tercero, $e_3=0.04m$ todos ubicados hacia la derecha del eje central.

En un segundo análisis para los muros de contención se considera la carga hidrostática, la presión ejercida por el fluido ante la estructura. El peso específico se determina en 1.73 ton/m^3 , la cual contiene una proporción de 50% agua, 30% gravas y 20% material de granulometría más fina entre arenas limos y arcillas. Se procede a calcular las fuerzas hidrostáticas considerando una carga distribuida de forma lateral ejercida sobre el muro, y de igual manera, se divide por cada fila de bloques. Para el primer nivel siendo $P_{h1}=4.14 \text{ ton/m/m}$ siendo su resultante 4.98 ton/m , en el segundo nivel la presión distribuida fue $P_{h2}=2.42 \text{ ton/m/m}$ con una resultante de 1.68 ton/m , finalmente para el ultimo nivel la carga hidrostática resultó en $P_{h3}=0.69 \text{ ton/m/m}$ con un empuje resultante de 0.14 ton/m .

Se determina los factores de seguridad de deslizamiento y volteo como se realizó en primera instancia, pero ahora agregando la fuerza y momento ejercido por la carga hidrostática contraponiéndose a la presión del suelo sobre el muro siendo la diferencia de ambos. En el primer nivel, los factores son $FSD_{h1}=1.99$ y $FSV_{h1}=8.48$; así mismo, para el segundo piso resulta $FSD_{h2}=3.61$ y $FSV_{h2}=13.54$; y finalmente, en la última fila de bloques se obtiene $FSD_{h3}=8.93$ y $FSV_{h3}=159.34$.

Igualmente, a los cálculos anteriores, se debe determinar la ubicación de la excentricidad ahora desplazada por la carga hidrostática, siendo ahora para el primer nivel $e_{h1}=0.49m.$, en el segundo $e_2=0.39m$ y para culminar, en el tercero, $e_3=0.06m$; todos ubicados a la derecha del eje central. Se muestra a continuación el diseño de la sección extraído del plano E04.

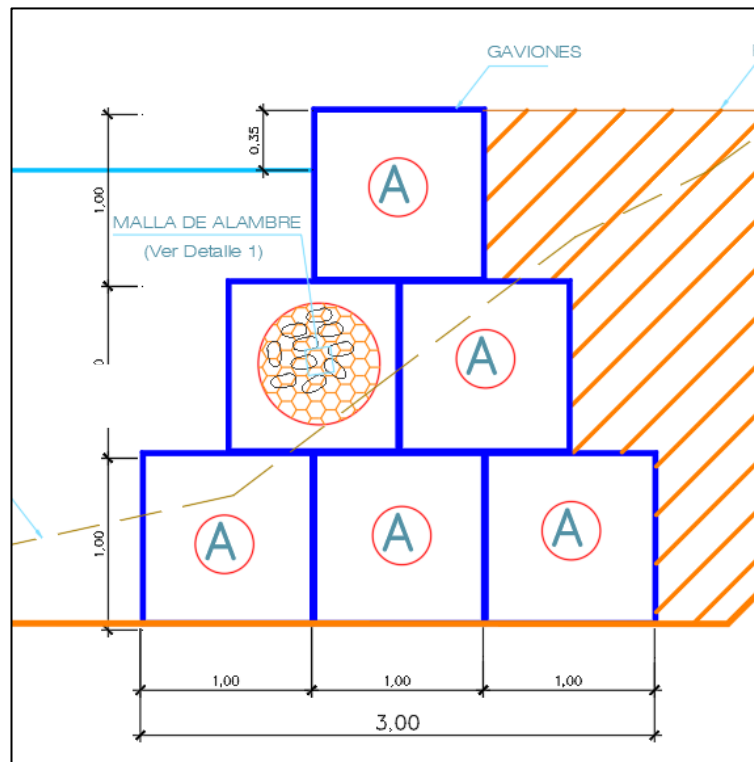


Ilustración 21: *Sección 2 – Lateral derecho*

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: Resultados Gaviones sección 2

	Lateral	Lado izquierdo		Lado derecho	
	Material	Suelo	Fluido	Suelo	Fluido
Datos	Coefficiente de Presión Activa (Ka)		0.24		0.22
	Peso específico (γ_s)	2.15 t/m ³	1.725 t/m ³	2.05 t/m ³	1.725 t/m ³
	Altura libre de diseño	4 m	3.4 m	4 m	3.65 m
	Sobrecarga	0 t/m ²		0 t/m ²	
	Gaviones	10 und		6	
	Fuerzas resistentes:	$\Sigma F_{vo} =$	30.52 t/m	$\Sigma F_{vo} =$	14.93 t/m
	$\Sigma M_{vo} =$	70.63 t*m/m	$\Sigma M_{vo} =$	25.89 t*m/m	
Primer Nivel	Empuje activo	4.16 t/m	9.97 t/m	2.3 t/m	6.06 t/m
	Fuerzas actuantes:		5.81 t/m		3.76 t/m
	Momento por volcamiento		12.28 t*m/m		3.05 t*m/m
	FSD		2.63		1.99
	FSV		12.28		8.48
	Cálculo de excentricidad		-0.5 m		0.49 m
	Fuerzas resistentes:	$\Sigma F_{vo} =$	15.09 t/m	$\Sigma F_{vo} =$	6.93 t/m
		$\Sigma M_{vo} =$	26.3 t*m/m	$\Sigma M_{vo} =$	8.27 t*m/m
	Empuje activo	2.34 t/m	4.97 t/m	1.02 t/m	2.35 t/m
	Fuerzas actuantes:		2.63 t/m		1.33 t/m
Momento por volcamiento		1.63 t*m/m		0.16 t*m/m	
FSD		2.87		2.61	
FSV		16.11		13.54	
Cálculo de excentricidad		-0.42 m		0.39 m	
Fuerzas resistentes:	$\Sigma F_{vo} =$	6.98 t/m	$\Sigma F_{vo} =$	1.95 t/m	
	$\Sigma M_{vo} =$	8.39 t*m/m	$\Sigma M_{vo} =$	0.98 t*m/m	
Empuje activo	0 t/m	1.69 t/m	0.26 t/m	0.36 t/m	
Fuerzas actuantes:		0.65 t/m		0.11 t/m	
Momento por volcamiento		0.1 t*m/m		0.01 t*m/m	
FSD		5.37		8.93	
FSV		88.17		159.34	
Cálculo de excentricidad		0.3 m		0.06 m	
Cuarto Nivel	Fuerzas resistentes:	$SF_{vo} =$	1.95 t/m		
		$SM_{vo} =$	0.98 t*m/m		
	Empuje activo	0.26 t/m	0.14 t/m		
	Fuerzas actuantes:		0.12 t/m		
	Momento por volcamiento		0.07 t*m/m		
	FSD		7.98		
FSV		14.27			
Cálculo de excentricidad		0.06 m			

Fuente: Elaboración propia

En la sección 3, el lateral derecho e izquierdo presentan las mismas propiedades; para el cálculo del coeficiente activo del suelo se determina mediante la ecuación de Coulomb para un ángulo de inclinación del terreno de 5° , ángulo de fricción de drenado del suelo en 35° , para el tipo de suelo SP - Arena con granulometría poco compactada y presencia de gravas mal graduada con un peso específico de 1.82 ton/m^3 . Se considera el ángulo de fricción entre el relleno y el muro como 0° para evaluar la situación más desfavorable, resultando en $K_a=0.28$

$$K_A = \frac{\cos^2(35 - 0)}{\cos^2 0 \cos(0 + 0) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(0 + 35)\text{sen}(35 - 5)}{\cos(0 +) \cos(0 + 5)}} \right]^2} = 0.280$$

Para el nivel más bajo se calculan las fuerzas resistentes aportados por la estructura, las fuerzas horizontales dados por el peso de los gaviones y las cuñas de relleno con 23.74 ton/m y 5.73 ton/m respectivamente con un factor de amplificación de fuerzas del 6% para los gaviones y 5% para el relleno; asimismo, se calculan los momentos resistentes para cada fuerza resultando 47.49 ton-m/m para los gaviones y 19.59 ton-m/m para las cuñas de relleno. Se calcula de igual manera para el segundo nivel de la estructura, resultando en 11.70 ton/m para los gaviones y 2.87 ton/m para las cuñas de relleno, y en los momentos resistentes con 17.55 ton-m/m y 7.40 ton-m/m respectivamente. Para el tercer nivel, 5.85 ton/m para gaviones y 0.96 ton/ , para las cuñas de relleno, y en los momentos resistentes 5.85 ton-m/m y 2.15 ton-m/m respectivamente. Finalmente, en el último nivel ya no hay cuñas de suelo, para lo que la fuerza resistente del gavión es 1.95 ton/m y su momento en 0.98 ton-m/m .

Para la distribución de presiones del suelo sobre la estructura, se utiliza la ecuación de cálculo de presiones, siendo en el primer nivel un $P_1=2.04 \text{ ton/m/m}$ con una

resultante de 4.08 ton/m. Igualmente se calcula para el segundo bloque dando en $P_2=1.53$ ton/m/m con una resultante de 2.29 ton/m. Para el tercer nivel en $P_3=1.02$ ton/m/m con una resultante de 1.02 ton/m. Y finalmente para el cuarto bloque en $P_4=0.51$ ton/m/m con resultante de 0.26 ton/m. Se calcula entonces el momento por volcamiento sobre la estructura, donde para el primer nivel resulta 5.44 ton-m/m, para el segundo nivel 2.29 ton-m/m, en el tercer nivel 0.68 ton-m/m y en el cuarto nivel 0.08 ton-m/m.

Se verifica los factores de seguridad, donde para las fuerzas debe ser mayor a 2.00 y para los momentos 1.50. Para el primer nivel, la sumatoria de fuerzas resistentes es de $F_{v01}=29.48$ ton/m, siendo el factor de seguridad, calculado entre la relación de la fuerza resistente corregido al 50% por la fricción del suelo con las fuerzas actuantes, resultando en $FSD_1=3.62$. En el segundo bloque se calcula de la misma forma, con una sumatoria de fuerzas resistentes de $F_{v02}=14.57$ ton/m, llegando a un factor de seguridad al deslizamiento en $FSD_2=3.18$. Así mismo, en el tercer nivel $F_{v03}=6.81$ ton/m resultado en $FSD_3=3.34$; y finalmente para el cuarto nivel, $F_{v04}=1.95$ ton/m concluyendo en $FSD_4=3.83$. Para los factores de seguridad a volcamiento, se calcula entre la relación de los momentos resistentes con los momentos actuantes, donde para el primer nivel $FSV_1=12.34$, para el segundo bloque $FSV_2=10.88$, en el tercero $FSV_3=11.78$ y en el cuarto $FSV_4=11.48$.

Finalmente, se halla la posición del resultante calculado entre la sumatoria de momentos actuantes y resistentes dividido con las fuerzas resistentes verticales. El máximo de excentricidad permitida debe ser un sexto de la base ($e \leq b/6$) para que la fuerza esté distribuida en toda la base y no de forma puntual. Para el primer nivel la excentricidad es de $e_1=0.09m$, para el segundo nivel $e_2=0.06m$., en el tercero $e_3=0.08m$ y para culminar, en el cuarto, $e_4=0.04m$

En un segundo análisis para los muros de contención se considera la carga hidrostática, la presión ejercida por el fluido ante la estructura. El peso específico se determina en 1.73 ton/m^3 , la cual contiene una proporción de 50% agua, 30% gravas y 20% material de granulometría más fina entre arenas limos y arcillas. Se procede a calcular las fuerzas hidrostáticas considerando una carga distribuida de forma lateral ejercida sobre el muro, y de igual manera, se divide por cada fila de bloques. Para el primer piso de bloques, la carga distribuida es $P_{h1}=5.87 \text{ ton/m/m}$ con una resultante de 9.97 ton/m , lo mismo fue calculado en el segundo nivel siendo $P_{h2}=4.14 \text{ ton/m/m}$ siendo su resultante 4.98 ton/m , en el tercer nivel la presión distribuida fue $P_{h3}=2.42 \text{ ton/m/m}$ con una resultante de 1.68 ton/m , finalmente para el ultimo nivel la carga hidrostática resultó en $P_{h4}=0.69 \text{ ton/m/m}$ con un empuje resultante de 0.14 ton/m .

Se determina los factores de seguridad de deslizamiento y volteo como se realizó en primera instancia, pero ahora agregando la fuerza y momento ejercido por la carga hidrostática contraponiéndose a la presión del suelo sobre el muro siendo la diferencia de ambos. En el primer nivel, los valores obtenidos son $FSD_{h1}=2.50$ y $FSV_{h1}=11.44$; para el segundo nivel, los factores son $FSD_{h2}=2.72$ y $FSV_{h2}=14.85$; así mismo, para el tercer piso resulta $FSD_{h3}=5.07$ y $FSV_{h3}=73.11$; y finalmente, en la última fila de bloques se obtiene $FSD_{h4}=8.35$ y $FSV_{h4}=14.66$.

Igualmente, a los cálculos anteriores, se debe determinar la ubicación de la excentricidad ahora desplazada por la carga hidrostática, siendo ahora para el primer nivel $e_{h1}=0.48\text{m}$, para el segundo nivel $e_{h2}=0.40\text{m}$., en el tercero $e_3=0.27\text{m}$ y para culminar, en el cuarto, $e_4=0.06\text{m}$. Se muestra a continuación el diseño de la sección extraído del plano E05 y E06.

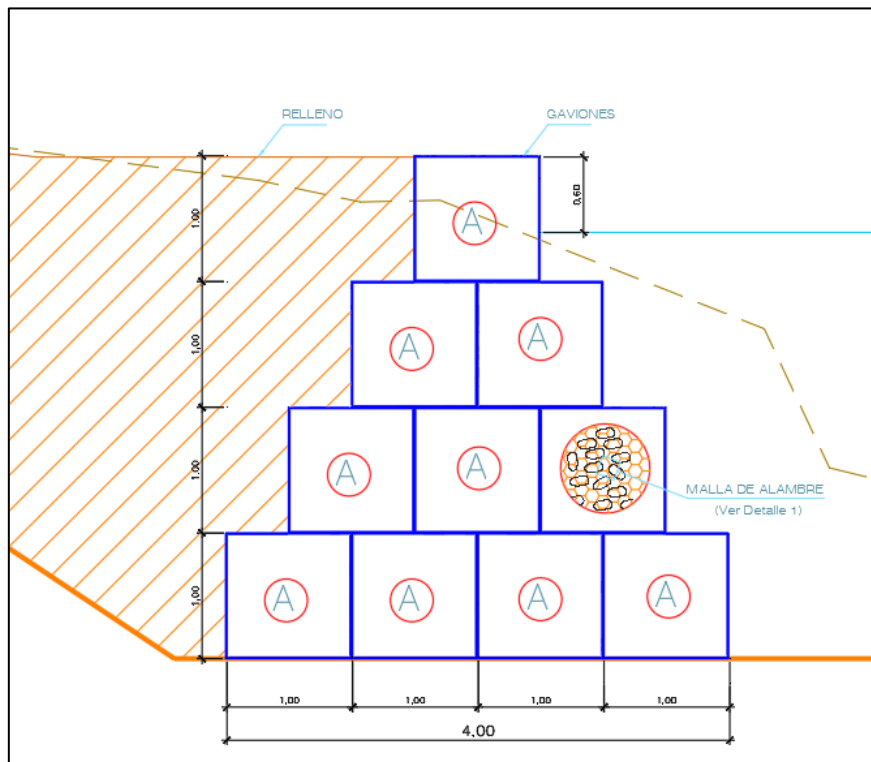


Ilustración 22: *Sección 3 – Lateral izquierdo*

Fuente: Elaboración propia

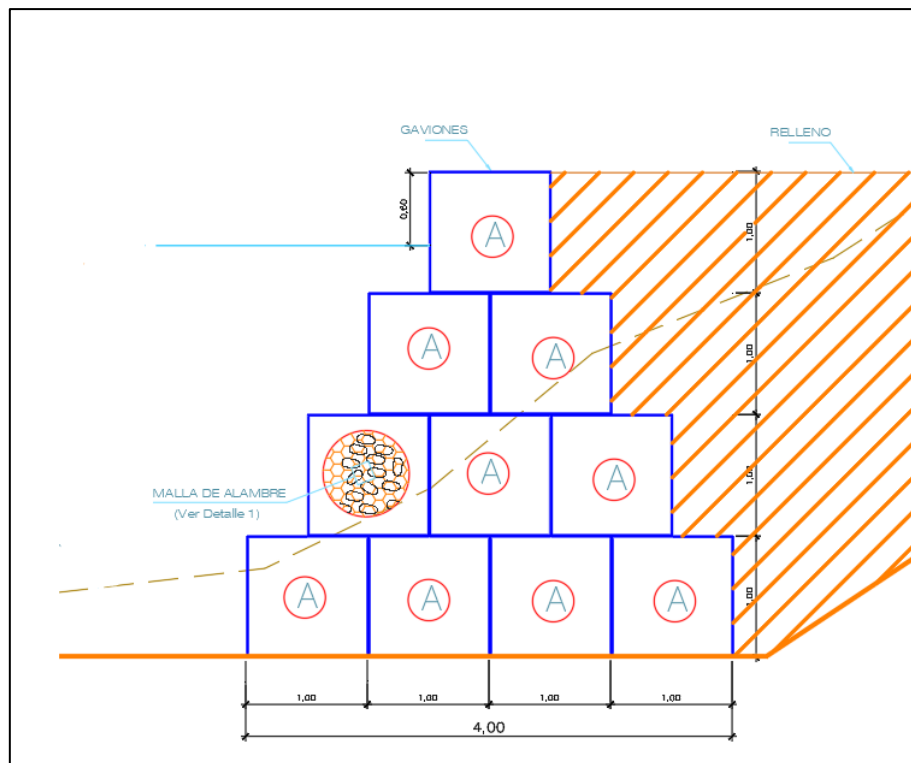


Ilustración 23: *Sección 3 – Lateral derecho*

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28: Resultados Gaviones sección 3

	Lateral	Lado izquierdo		Lado derecho		
		Suelo	Fluido	Suelo	Fluido	
Datos	Material					
	Coefficiente de Presión Activa (Ka)		0.28		0.28	
	Peso específico (γ_s)	1.82 t/m3	1.725 t/m3	1.82 t/m3	1.725 t/m3	
	Altura libre de diseño	4 m	3.4 m	4 m	3.4 m	
	Sobrecarga	0 t/m2		0 t/m2		
	Gaviones	10 und		10 und		
	Fuerzas resistentes:	$\Sigma F_{vo} =$	29.48 t/m	$\Sigma F_{vo} =$	29.48 t/m	
	$\Sigma M_{vo} =$	67.08 t*m/m	$\Sigma M_{vo} =$	67.08 t*m/m		
Primer Nivel	Empuje activo	4.08 t/m	9.97 t/m	0 t/m	9.97 t/m	
	Fuerzas actuantes:		5.89 t/m		5.89 t/m	
	Momento por volcamiento		11.44 t*m/m		11.44 t*m/m	
	FSD		2.50		2.50	
	FSV		11.44		11.44	
	Cálculo de excentricidad		-0.48 m		0.48 m	
	Fuerzas resistentes:	$\Sigma F_{vo} =$	14.57 t/m	$\Sigma F_{vo} =$	14.57 t/m	
		$\Sigma M_{vo} =$	24.96 t*m/m	$\Sigma M_{vo} =$	24.96 t*m/m	
	Empuje activo	2.29 t/m	4.97 t/m	2.29 t/m	4.97 t/m	
	Segundo Nivel	Fuerzas actuantes:		2.67 t/m		2.67 t/m
Momento por volcamiento			1.68 t*m/m		1.68 t*m/m	
FSD			2.72		2.72	
FSV			14.85		14.85	
Cálculo de excentricidad			-0.4 m		0.4 m	
Fuerzas resistentes:		$\Sigma F_{vo} =$	6.81 t/m	$\Sigma F_{vo} =$	6.81 t/m	
		$\Sigma M_{vo} =$	8 t*m/m	$\Sigma M_{vo} =$	8 t*m/m	
Empuje activo		1.02 t/m	1.69 t/m	0 t/m	1.69 t/m	
Tercer Nivel		Fuerzas actuantes:		0.67 t/m		0.67 t/m
		Momento por volcamiento		0.11 t*m/m		0.11 t*m/m
	FSD		5.07		5.07	
	FSV		73.11		73.11	
	Cálculo de excentricidad		-0.27 m		0.27 m	
	Fuerzas resistentes:	$\Sigma F_{vo} =$	1.95 t/m	$\Sigma F_{vo} =$	1.95 t/m	
		$\Sigma M_{vo} =$	0.98 t*m/m	$\Sigma M_{vo} =$	0.98 t*m/m	
	Empuje activo	0.25 t/m	0.14 t/m	0.25 t/m	0.14 t/m	
	Cuarto Nivel	Fuerzas actuantes:		-0.12 t/m		-0.12 t/m
		Momento por volcamiento		-0.07 t*m/m		-0.07 t*m/m
FSD			8.35		8.35	
FSV			14.66		14.66	
Cálculo de excentricidad			0.06 m		-0.06 m	

Fuente: Elaboración propia

3.21.2. Muro de contención ErdoX

El cálculo se realiza con la teoría de muros de contención, calculando los esfuerzos que existen sobre el cabezal donde el empuje del suelo es lo que permite el correcto funcionamiento del Sistema ErdoX, siendo este mismo el material de relleno y de empuje para la estructura. Gracias a este tipo de funcionamiento, la verificación de volteo y deslizamiento no son necesarias, sin embargo, deben de ser sustentados para su correcta verificación.

Para este sistema se realizan variantes en los cálculos, para coeficiente de empuje activo se tiene un ángulo de inclinación de la estructura en 20°, donde los demás valores son los mismo a los presentados en el cálculo de gaviones siendo ahora para la sección 1 en el lateral izquierdo $K_a=0.387$ calculando así la presión del suelo $P=2.96 \text{ ton/m}^2$ distribuida en todo el muro con una resultante de 5.03 ton/m. Para la fuerza resistente del sistema, se halla en 29.22 ton/m con el peso de la estructura y las cuñas de suelo de material de relleno.

$$K_a = \frac{\cos^2(40 - 20)}{\cos^2 20 \cos(20 + 0) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(0 + 40)\sin(40 - 5)}{\cos(20 +) \cos(20 + 5)}} \right]^2} = 0.387$$

Para el cálculo del momento actuante, se determina la fuerza de empuje en relación a la ubicación de su resultante, siendo este 5.71 ton-m/m; y el momento reactivo del sistema en 55.83 ton-m/m.

Así como se realizó en los cálculos para gaviones, se verifica el factor de seguridad para deslizamiento y volteo, donde $FSD=5.80$ y $FSV=8.84$.

Como lo realizados en gaviones, se analiza la presión hidrostática ejercida; el fluido genera una carga distribuida ante el muro de $P_h=4.83 \text{ ton/m}^2$ dando una resultante

de 6.76 ton/m, posterior se determina el momento de empuje sobre el muro resultando en 6.31 ton-m/m

Finalmente se determinan los factores de seguridad para lo cual se deben de considerar todas las cargas, siendo contrapuestas la carga hidrostática con la presión del suelo de la misma manera que fue analizada en los cálculos de gaviones, resultando así $FSD_h=16.92$ y $FSV_h=92.23$. Se muestra a continuación el diseño de la sección extraído del plano E07.

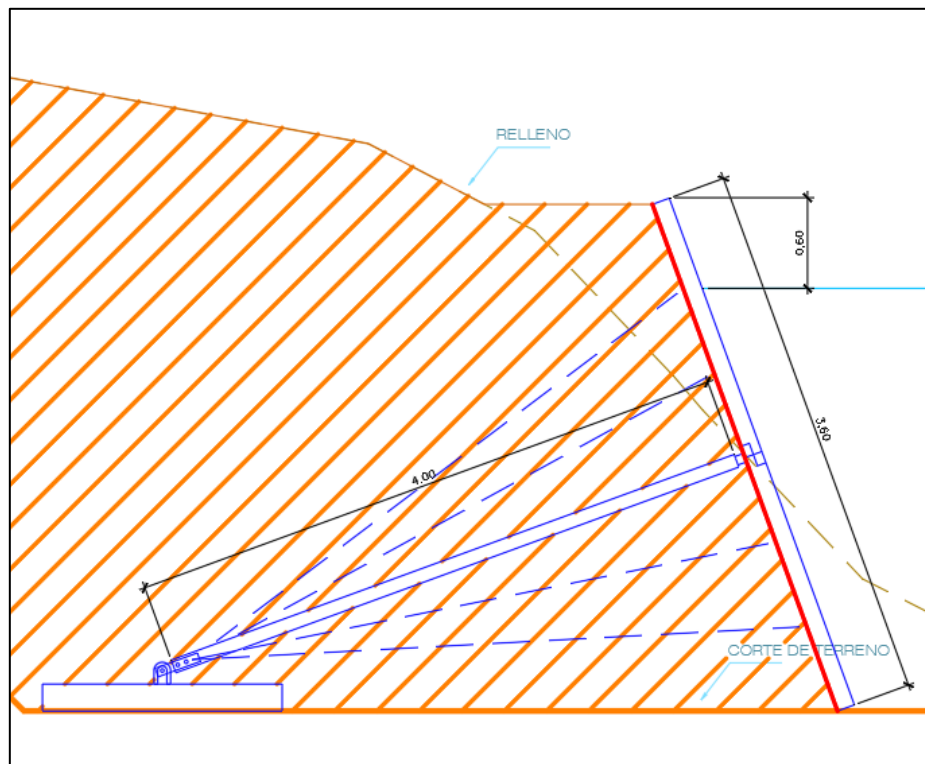


Ilustración 24: Sección 1 – Lateral izquierdo

Fuente: Elaboración propia

Ahora, para la sección 1 lateral izquierdo se vuelven a repetir los cálculos, para coeficiente de empuje activo se tiene un ángulo de inclinación de la estructura en 20° , donde los demás valores son los mismo a los presentados en el cálculo de gaviones siendo $K_a=0.387$ calculando así la presión del suelo $P=2.79 \text{ ton/m}^2$ distribuida en todo el

muro con una resultante de 4.74 ton/m. Para la fuerza resistente del sistema, se halla en 27.53 ton/m con el peso de la estructura y las cuñas de suelo de material de relleno.

$$K_a = \frac{\cos^2(40 - 20)}{\cos^2 20 \cos(20 + 0) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(0 + 40)\sin(40 - 5)}{\cos(20 +) \cos(20 + 5)}} \right]^2} = 0.387$$

Para el cálculo del momento actuante, se determina la fuerza de empuje en relación a la ubicación de su resultante, siendo este 5.38 ton-m/m; y el momento reactivo del sistema en 52.59 ton-m/m.

Así como se realizó en los cálculos para gaviones, se verifica el factor de seguridad para deslizamiento y volteo, donde FSD=5.80 y FSV=8.33.

Igualmente, se analiza la presión hidrostática ejercida; el fluido genera una carga distribuida ante el muro de $P_h=4.83 \text{ ton/m}^2$ dando una resultante de 6.76 ton/m, posterior se determina el momento de empuje sobre el muro resultando en 6.31 ton-m/m

Finalmente se determinan los factores de seguridad para lo cual se deben de considerar todas las cargas, siendo contrapuestas la carga hidrostática con la presión del suelo de la misma manera que fue analizada en los cálculos de gaviones, resultando así $FSD_h=13.64$ y $FSV_h=56.57$. Se muestra a continuación el diseño de la sección extraído del plano E08.

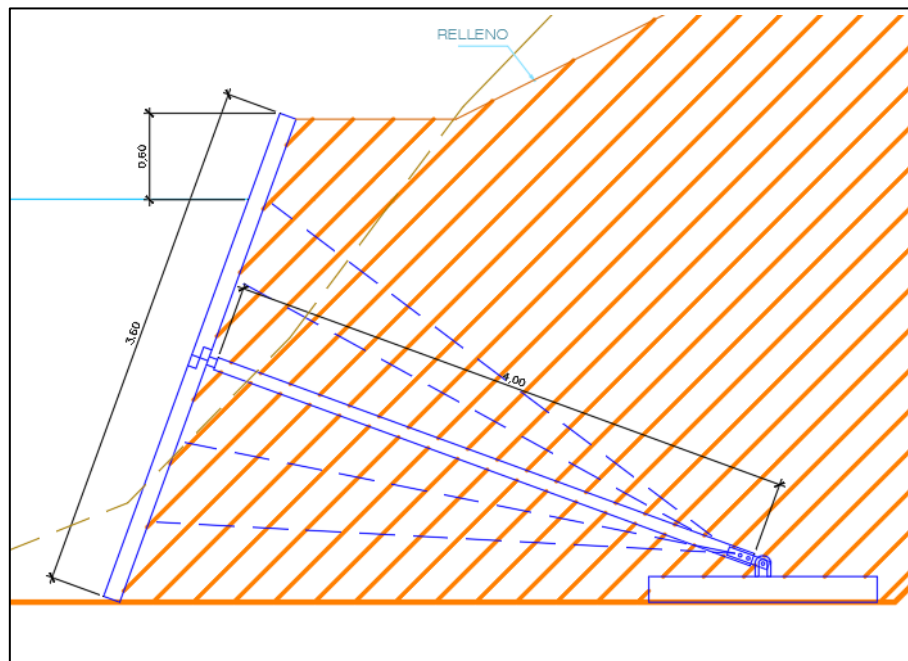


Ilustración 25: Sección 1 – Lateral derecho

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: Resultados ErdoX sección 1

	Lateral	Lado izquierdo		Lado derecho	
	Material	Suelo	Fluido	Suelo	Fluido
Datos	Coefficiente de Presión Activa (K_a)	0.39		0.39	
	Peso específico (γ_s)	2.25 t/m ³	1.725 t/m ³	2.12 t/m ³	1.725 t/m ³
	Altura libre de diseño	3.4 m	2.8 m	3.4 m	2.8 m
	Sobrecarga	0 t/m ²		0 t/m ²	
	Fuerzas resistentes:	$\Sigma F_o =$	29.22 t/m	$\Sigma F_o =$	27.53 t/m
		$\Sigma M_{vo} =$	55.82 t*m/m	$\Sigma M_{vo} =$	52.59 t*m/m
Muro de contención	Empuje activo	5.03 t/m	6.76 t/m	4.74 t/m	6.76 t/m
	Fuerzas actuantes	1.73 t/m		2.02 t/m	
	Momento por volcamiento	0.61 t*m/m		0.93 t*m/m	
	FSD	16.92		13.64	
	FSV	92.23		56.26	

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, para la sección 2 lateral izquierdo de igual manera, para coeficiente de empuje activo se tiene un ángulo de inclinación de la estructura en 20°, donde los demás valores son los mismo a los presentados en el cálculo de gaviones siendo $K_a=0.412$ calculando así la presión del suelo $P=3.01 \text{ ton/m}^2$ distribuida en todo el

muro con una resultante de 5.11 ton/m. Para la fuerza resistente del sistema, se halla en 27.92 ton/m con el peso de la estructura y las cuñas de suelo de material de relleno.

$$K_a = \frac{\cos^2(38 - 20)}{\cos^2 20 \cos(20 + 0) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(0 + 38)\sin(38 - 5)}{\cos(20 +) \cos(20 + 5)}} \right]^2} = 0.412$$

Para el cálculo del momento actuante, se determina la fuerza de empuje en relación a la ubicación de su resultante, siendo este 5.77 ton-m/m; y el momento reactivo del sistema en 53.34 ton-m/m.

Así como se realizó en los cálculos para gaviones, se verifica el factor de seguridad para deslizamiento y volteo, donde FSD=5.45 y FSV=8.45.

Igualmente, se analiza la presión hidrostática ejercida; el fluido genera una carga distribuida ante el muro de $P_h=4.83 \text{ ton/m}^2$ dando una resultante de 6.76 ton/m, posterior se determina el momento de empuje sobre el muro resultando en 6.31 ton-m/m

Finalmente se determinan los factores de seguridad para lo cual se deben de considerar todas las cargas, siendo contrapuestas la carga hidrostática con la presión del suelo de la misma manera que fue analizada en los cálculos de gaviones, resultando así $FSD_h=16.95$ y $FSV_h=103.57$. Se muestra a continuación el diseño de la sección extraído del plano E09.

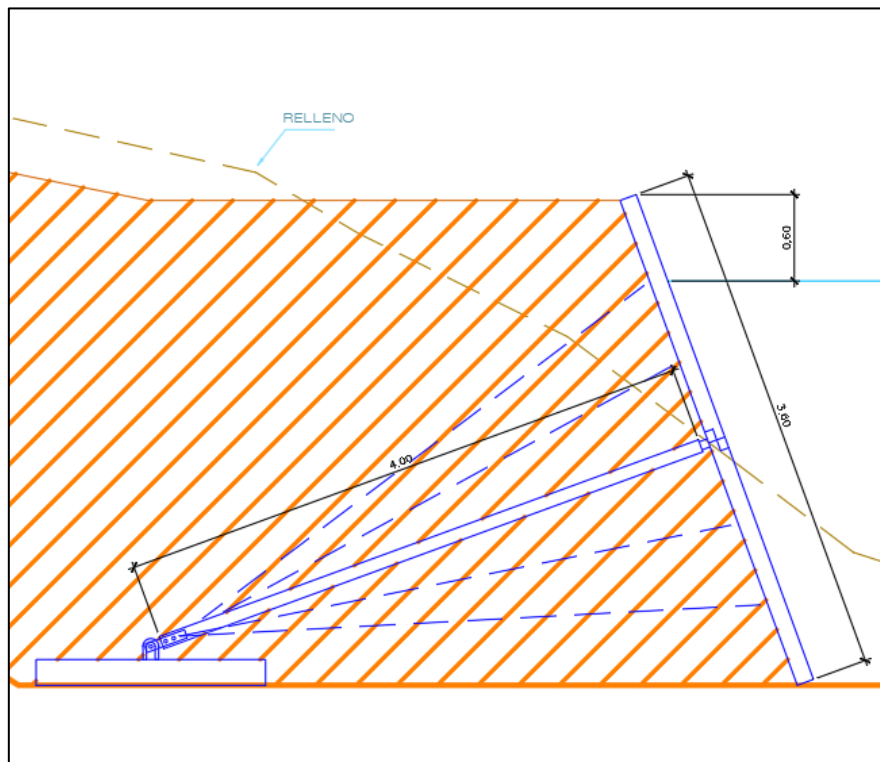


Ilustración 26: Sección 2 – Lateral derecho

Fuente: Elaboración propia

Para la sección 2 lateral derecho de igual manera, para coeficiente de empuje activo se tiene un ángulo de inclinación de la estructura en 20° , donde los demás valores son los mismo a los presentados en el cálculo de gaviones siendo $K_a=0.412$ calculando así la presión del suelo $P=2.55 \text{ ton/m}^2$ distribuida en todo el muro con una resultante de 4.33 ton/m . Para la fuerza resistente del sistema, se halla en 26.63 ton/m con el peso de la estructura y las cuñas de suelo de material de relleno.

$$K_a = \frac{\cos^2(38 - 20)}{\cos^2 20 \cos(20 + 0) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(0 + 38)\sin(38 - 5)}{\cos(20 +) \cos(20 + 5)}} \right]^2} = 0.412$$

Para el cálculo del momento actuante, se determina la fuerza de empuje en relación a la ubicación de su resultante, siendo este 5.23 ton-m/m; y el momento reactivo del sistema en 50.85 ton-m/m.

Así como se realizó en los cálculos para gaviones, se verifica el factor de seguridad para deslizamiento y volteo, donde $FSD=6.15$ y $FSV=8.06$.

Igualmente, se analiza la presión hidrostática ejercida; el fluido genera una carga distribuida ante el muro de $P_h=4.83 \text{ ton/m}^2$ dando una resultante de 6.76 ton/m, posterior se determina el momento de empuje sobre el muro resultando en 6.31 ton-m/m

Finalmente se determinan los factores de seguridad para lo cual se deben de considerar todas las cargas, siendo contrapuestas la carga hidrostática con la presión del suelo de la misma manera que fue analizada en los cálculos de gaviones, resultando así $FSD_h=15.41$ y $FSV_h=64.83$. Se muestra a continuación el diseño de la sección extraído del plano E10.

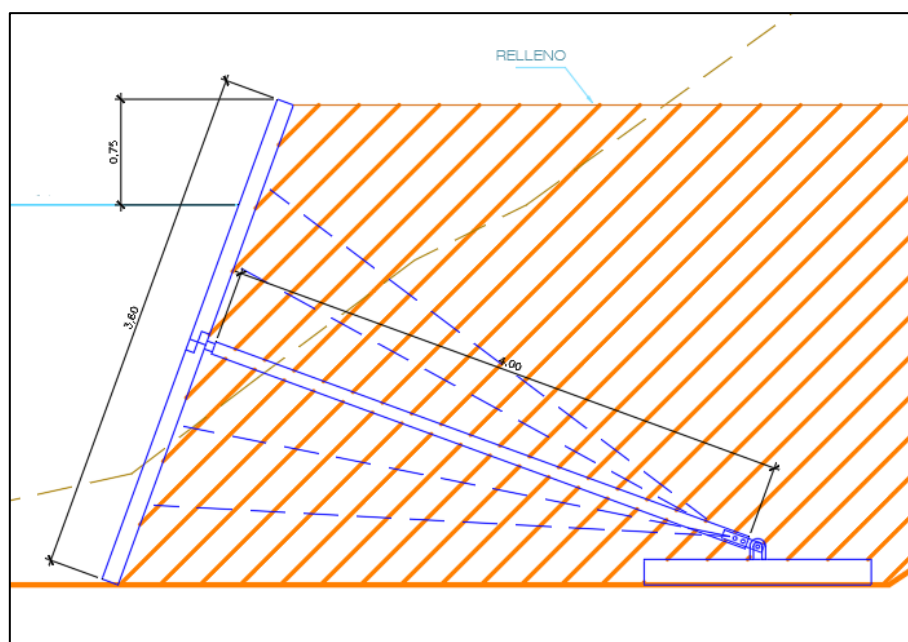


Ilustración 27: Sección 2 – Lateral derecho

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30: Resultados ErdoX sección 2

	Lateral	Lado izquierdo		Lado derecho	
	Material	Suelo	Fluido	Suelo	Fluido
Datos	Coefficiente de Presión Activa (K_a)	0.41		0.41	
	Peso específico (γ_s)	2.15 t/m ³	1.725 t/m ³	2.05 t/m ³	1.725 t/m ³
	Altura libre de diseño	3.4 m	2.8 m	3.4 m	2.65 m
	Sobrecarga	0 t/m ²		0 t/m ²	
	Fuerzas resistentes:	$\Sigma F_o=$	27.92 t/m	$\Sigma F_o=$	26.63 t/m
Muro de contención		$\Sigma M_{vo}=$	53.34 t*m/m	$\Sigma M_{vo}=$	50.85 t*m/m
	Empuje activo	5.11 t/m	6.76 t/m	4.33 t/m	6.06 t/m
	Fuerzas actuantes	1.65 t/m		1.73 t/m	
	Momento por volcamiento	0.51 t*m/m		0.78 t*m/m	
	FSD	16.95		15.41	
	FSV	103.59		64.83	

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, para la sección 3 en ambas laterales, coeficiente de empuje activo se tiene un ángulo de inclinación de la estructura en 20° , donde los demás valores son los mismo a los presentados en el cálculo de gaviones siendo $K_a=0.450$, calculando así la presión del suelo $P=2.79 \text{ ton/m}^2$ distribuida en todo el muro con una resultante de 4.74 ton/m. Para la fuerza resistente del sistema, se halla en 23.64 ton/m con el peso de la estructura y las cuñas de suelo de material de relleno.

Para el cálculo del momento actuante, se determina la fuerza de empuje en relación a la ubicación de su resultante, siendo este 5.368 ton-m/m; y el momento reactivo del sistema en 45.149 ton-m/m.

Así como se realizó en los cálculos para gaviones, se verifica el factor de seguridad para deslizamiento y volteo, donde $FSD=4.99$ y $FSV=8.41$.

Como lo realizados en gaviones, se analiza la presión hidrostática ejercida; el fluido genera una carga distribuida ante el muro de $P_h=4.83 \text{ ton/m}^2$ dando una resultante de 6.76 ton/m, posterior se determina el momento de empuje sobre el muro resultando en 6.31 ton-m/m

Finalmente se determinan los factores de seguridad para lo cual se deben de considerar todas las cargas, siendo contrapuestas la carga hidrostática con la presión del suelo de la misma manera que fue analizada en los cálculos de gaviones, resultando así $FSD_h=6.31$ y $FSV_h=47.87$. Se muestra a continuación el diseño de la sección extraído del plano E11 y E12.

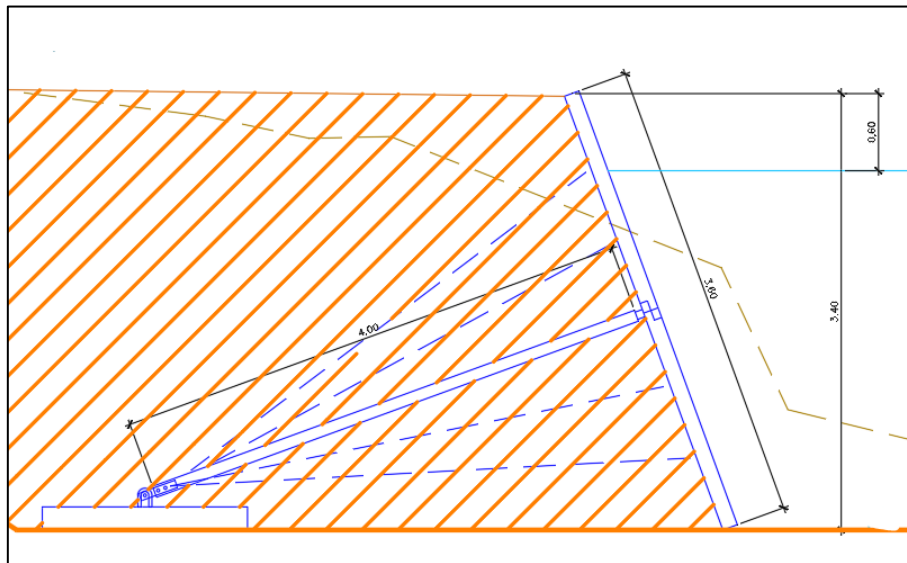


Ilustración 28: *Sección 3 – Lateral izquierdo*

Fuente: Elaboración propia

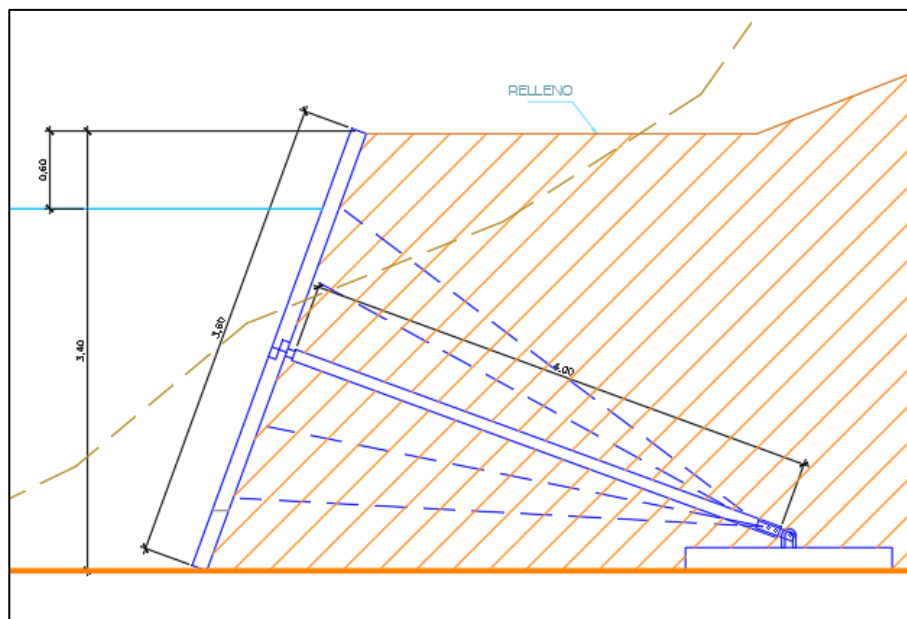


Ilustración 29: *Sección 3 – Lateral derecho*

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31: Resultados ErdoX sección 3

	Lateral	Lado izquierdo		Lado derecho	
		Suelo	Fluido	Suelo	Fluido
Datos	Material				
	Coefficiente de Presión Activa (Ka)	0.45		0.45	
	Peso específico (γ_s)	1.82 t/m ³	1.725 t/m ³	1.82 t/m ³	1.725 t/m ³
	Altura libre de diseño	3.4 m	2.8 m	3.4 m	2.8 m
	Sobrecarga	0 t/m ²		0 t/m ²	
	Fuerzas resistentes:	$\Sigma F_o=$	23.64 t/m	$\Sigma F_o=$	26.63 t/m
	$\Sigma M_{vo}=$	45.15 t*m/m	$\Sigma M_{vo}=$	50.85 t*m/m	
Muro de contención	Empuje activo	4.74 t/m	6.76 t/m	5.34 t/m	6.76 t/m
	Fuerzas actuantes	2.03 t/m		1.43 t/m	
	Momento por volcamiento	0.94 t*m/m		0.26 t*m/m	
	FSD	11.67		18.66	
	FSV	47.87		192.00	

Fuente: Elaboración propia

3.22. Análisis de costos

Se realizó el análisis de costos de realizando una comparación entre ambos sistemas estructurales. Se tiene en cuenta las actividades más representativas e influyentes para la ejecución, obviando las relacionadas a obras provisionales y preliminares, tomando en cuenta directamente el presupuesto de movimiento de tierras y suministro e instalación de las obras estructurales. A continuación, se presenta el resumen de presupuesto.

Tabla 32: Análisis de costos de estructuras

Descripción	Und	Metrado	Gaviones		Metrado	ErdoX	
			Precio s/	Parcial s/		Precio s/	Parcial s/
01.00.00.00 Sección 01							79,443.81
01.01.00.00 Movimiento de tierras							28,159.41
01.01.01.00 Excavación en terreno conglomerado con equipo	M ³	635.28	18.48	11,739.97	649.30	18.48	11,999.06
01.01.02.00 Refine, perfilado y compactación del terreno	M ²	94.50	5.61	530.15	120.00	5.61	673.20
01.01.03.00 Relleno compactado con material propio	M ³	379.56	23.73	9,006.96	613.60	23.73	14,560.73
01.01.04.00 Eliminación de material excedente hasta d=10 km	M ³	255.72	25.95	6,635.93	35.70	25.95	926.42
01.02.00.00 Muro de contención							
01.02.01.00 Gaviones				30,050.20			
01.02.01.01 Suministro y colocación de gavión tipo caja puesto en obra 5.0x1.0x1.0m 8x10 zn+5%al	Und	20.00	1,502.51	30,050.20	-	-	-
01.02.02.00 Sistema ErdoX							51,284.40
01.02.02.01 Suministro y colocación de kit de ensamblaje de muro de contención anclado tipo paraguas modelo	Und	-	-	-	6.00	8,547.40	51,284.40
02.00.00.00 Sección 02				38,910.47			83,505.96
01.01.00.00 Movimiento de tierras				20,880.35			32,221.56
02.01.01.00 Excavación en terreno conglomerado con equipo	M ³	478.44	18.48	8,841.57	745.50	18.48	13,776.84
02.01.02.00 Refine, perfilado y compactación del terreno	M ²	73.50	5.61	412.34	120.00	5.61	673.20
02.01.03.00 Relleno compactado con material propio	M ³	355.44	23.73	8,434.59	709.10	23.73	16,826.94
02.01.04.00 Eliminación de material excedente hasta d=10 km	M ³	123.00	25.95	3,191.85	36.40	25.95	944.58
02.02.00.00 Muro de contención							
02.02.01.00 Gaviones				18,030.12			
02.02.01.01 Suministro y colocación de gavión tipo caja puesto en obra 5.0x1.0x1.0m 8x10 zn+5%al	Und	12.00	1,502.51	18,030.12	-	-	-
02.02.02.00 Sistema ErdoX							51,284.40

02.02.02.01	Suministro y colocación de kit de ensamblaje de muro de contención anclado tipo paraguas modelo	Und	-	-	-	6.00	8,547.40	51,284.40
03.00.00.00	Sección 03							67,601.43
03.01.00.00	Movimiento de tierras							81,627.67
03.01.00.00	Movimiento de tierras							37,551.23
03.01.01.00	Excavación en terreno conglomerado con equipo	M ³	861.48	18.48	15,920.15	695.00	18.48	12,843.60
03.01.02.00	Refine, perfilado y compactación del terreno	M ²	94.50	5.61	530.15	120.00	5.61	673.20
03.01.03.00	Relleno compactado con material propio	M ³	565.08	23.73	13,409.35	544.50	23.73	12,920.99
03.01.04.00	Eliminación de material excedente hasta d=10 km	M ³	296.40	25.95	7,691.58	150.50	25.95	3,905.48
03.02.00.00	Muro de contención							
03.02.01.00	Gaviones							30,050.20
03.02.01.01	Suministro y colocación de gavión tipo caja puesto en obra 5.0x1.0x1.0m 8x10 zn+5%al	Und	20.00	1,502.51	30,050.20	-	-	-
03.02.02.00	Sistema ErdoX							51,284.40
03.02.02.01	Suministro y colocación de kit de ensamblaje de muro de contención anclado tipo paraguas modelo	Und	-	-	-	6.00	8,547.40	51,284.40
	Costo directo							164,475.11
								244,577.44

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Según (Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria, 2013) teniendo en la actualidad el mayor riesgo que es el cambio climático, el cual a su vez provoca inundaciones, las cuales son un riesgo altamente grave y fulminante una vez estas se produzcan, teniendo caudales según el Instituto que podrían llegar a $400 \text{ m}^3/\text{s}$ es importante contrastarlos con el procesado en la investigación de $337.09 \text{ m}^3/\text{s}$ pudiendo estos ser posibles caudales de un río en afluencia, es necesario tener en consideración la magnitud del desastre que este puede llegar a ocasionar si se llegase a producir, en el estudio de (Cartaya & Mantuano-Eduarte, 2016) el caudal estimado es de tan sólo $61.4 \text{ m}^3/\text{s}$ con una posible área afectada de 18.72 km^2 , tan sólo el 18.21% del caudal de la investigación

Para el análisis de vulnerabilidades, al tomar como guía a Tascón (2017) donde analiza la vulnerabilidad por el método Analytic Hierarchy Process o Proceso Analítico Jerárquico, se determinaron las vulnerabilidades existentes en el Centro Poblado El Milagro usando de base las matrices y parámetros a evaluar según el Manual para la Gestión de Riesgos de INDECI, siendo evaluado en el ámbito físico los materiales de construcción utilizados en viviendas, localización de viviendas según la cercanía al río, las características del suelo sobre las cuales fueron construidas y el cumplimiento de las leyes existentes referentes al desarrollo urbano para cada uno de los sectores (Tabla 20: *Vulnerabilidad Física*), tales como indican (Vera & Albarracín, 2017) donde identificaron que aproximadamente el 49% de las viviendas en su estudio están construidas de material noble, 27% hechas en bahareque, finalizando con una valoración de 2.39, concluyendo en una vulnerabilidad de nivel medio, muy similar a (García, Suárez, & Herbas, 2017) para

el municipio de Santa Ana del Yacuma la cual presenta características físicas muy parecidas y a (De Jesús, Gutiérrez , & Rodríguez , 2011) la cual indica una vulnerabilidad global del sector de Puerto Mosquito es la más alta de la cuenca y en sector Paraíso más baja.

La vulnerabilidad económica constituye el acceso a activos económicos que reflejan la capacidad que tiene el centro poblado para hacer frente desastres. Para nuestro estudio, luego de analizar los criterios de actividad económica en el centro poblado, acceso al mercado laboral local, nivel de ingresos de los habitantes y situación de pobreza; la valoración resultante es de 2.20 siendo esta una vulnerabilidad de nivel medio, la cual indica que para la población afectada por un siniestro no resultaría difícil recuperarse de esta crisis, a diferencia de (De Jesús, Gutiérrez , & Rodríguez , 2011) donde las comunidades asentadas en la cuenca presentan una vulnerabilidad económica alta, donde la tasa de desempleo en octubre del 2010 alcanzó el 60.05%; además el 77.9% de las familias tienen como ingreso menos de un salario mínimo legal; lo cual es una realidad diferente hablando en porcentajes en el presente estudio, según la Tabla 21: *Vulnerabilidad Económica*, el 6.93% de las viviendas se encuentran en pobreza total. Aun así, este indicador muestra que para este sector minoritario resultaría imposible recuperarse de un desastre de esta magnitud, siendo este un hecho constante en cada uno de los desastres ocurridos en el Perú como lo indica el reporte del Centro de Operaciones de Emergencia Regional en el año 2017, indicando que el ultimo fenómeno de la región la libertad afecto a seis mil seiscientos cuarenta y tres por lluvias e inundaciones.

Se analizó de igual manera el ámbito social, concentrándose este en el nivel de organización y la participación de la población en trabajos comunales y, los más importantes, el grado y el tipo de integración entre las organizaciones e instituciones locales las cuales indican la capacidad de prevenir y responder ante situaciones de emergencia evaluado en correlación a Altamira-PA por Dos Santos et al. (2018) en donde se consideró la ocurrencia de inundaciones estacionales. La valoración final de este resulta en 2.78, siendo este uno de los más altos de los cuatro criterios estudiados, pero aun así manteniéndose en una vulnerabilidad de nivel medio. Este valor responde luego de los desastres ocurridos en el año 2017, en donde las instituciones locales han capacitado a la población sobre los desastres ocurridos y las medidas a tomar, sin embargo, viéndose limitada en su alcance total a toda la comunidad hasta en un 39.20% por aspectos económicos por parte de las instituciones e ideológicos por parte de la población debido a aspectos poco realistas y centrados en puntos religiosos como lo indican las propias instituciones de capacitación. Finalmente, con la vulnerabilidad cultural e ideológica, se evaluó la concepción y reacción presente en la población ante la ocurrencia de un peligro, sea natural o tecnológico, la cual es dependiente de su nivel de conocimientos, creencias y mitos, siendo evaluadas con el conocimiento sobre la ocurrencia, percepción y actitud ante la ocurrencia de los desastres valorándose en 2.27 con una vulnerabilidad de valor medio, la cual nos muestra que pese al esfuerzo de las instituciones locales por informar a la población sigue existiendo una fracción de 7.20% de la población que considera que los siniestros son producidos por un acto divino.

Los resultados finales de vulnerabilidad indican un nivel de riesgo medio según la tabla N°01 proporcionada por el INDECI, esto se debe varios factores ya antes mencionados, asemejándose al estudio de la microcuenca La Soledad donde califica con vulnerabilidad alta buscando aplicarse medidas correctivas (Rivera, Solís, Jiménez, & Faustino, 2004), viéndose incrementado al pasar de los años debido a falta de control o seguimiento alguno. De la misma manera se puede predecir el incremento del riesgo en el centro poblado El Milagro, el cual podría incrementarse por el cambio climático que sufre nuestro territorio y el aumento demográfico en el sector y zonas aledañas de la quebrada; por lo que se deberán de tomar medidas para prevenir el riesgo de inundación en la quebrada de El León. Al comparar este análisis con el en hecho por la universidad de Cantabria, el cual toma en cuenta toda la provincia de Trujillo, podemos tomar en cuenta que el estudio realizado por la investigación tomada añade el hecho histórico del Niño Costero dado en el año 2017, aumento considerablemente el área de influencia de la inundación.

Realizada la simulación, se contabilizaron las viviendas afectadas por cada sector en el centro poblado El milagro viéndose afectadas 11 sectores parcialmente y en su totalidad con una sumatoria del 44% de las viviendas, siendo las más afectadas, como se previó en el análisis de vulnerabilidad física en el apéndice anterior y en investigaciones referentes como García et al. (2017) y Hernández et al. (2017), donde se muestran las viviendas más cercanas al río con una distancia no mayor a un kilómetro son las más propensas a ser afectadas de manera total; mientras viviendas ubicadas a una distancia mayor podrían pasar por daños menores o completamente nulos.

Oswaldo (2017) en su investigación donde realiza el análisis de presupuestos entre un sistema de gaviones de tipo A y sistema tradicional de muro de contención en voladizo concluye de igual manera en que el sistema de gaviones es más económico en 11.05% demostrando porque es el método más utilizado. Analizadas las propuestas de mejora los tramos de la quebrada en la presente tesis, la propuesta de gaviones y el sistema ErdoX como muro de contención llegan a cumplir con su función principal, proteger la rivera de las crecidas y venidas eficientemente, sin embargo, analizando las ventajas que posee cada estructura, los gaviones alcanzan costos menores con S/164,475.11 dados a su bajo costo en los materiales de relleno que son provenientes de las canteras ubicadas la quebrada; mientras que el sistema ErdoX alcanza un valor más elevado de S/244,577.44 por la poca interacción que hay con este en los diferentes proyectos realizados en la región, provocado un elevado gasto de fletes y de las partes y piezas utilizadas en su instalación (Uteaga, 2017).

Luján (2017) de igual manera resalta el diseño por el cual se debe optar, el cual debe ser el más óptimo para general los menores gastos posibles en instalación, sea de gaviones o cualquier otro sistema constructivo, utilizando él una estructura piramidal con una base de 3 unidades a lo largo de la rivera, siendo este el diseño final propuesto en la presente investigación con una estructura piramidal de base de 4 unidades y 3 unidades para la sección 2, sin embargo pudiendo disminuir la cantidad bajo múltiples iteraciones en su estabilidad, siendo este un valor de gran importancia en la propuesta económica final como lo demuestra Oswaldo (2017) en sus diferentes sistemas de muros. El sistema ErdoX por otro lado, ocupa solamente 4 unidades distribuidas una instalada junto una a la otra reduciendo la cantidad de material de

préstamo y utilizando netamente el material propio y, así como detalla Urteaga (2017), genera una ventaja constructiva simplificando las tareas a realizar y el personal obrero.

4.2. Conclusiones

La vulnerabilidad física en el centro poblado El Milagro es media con 2.39, 2.20 en vulnerabilidad económica, 2.78 en vulnerabilidad social y 2.27 para la vulnerabilidad ideológica – cultural; con un promedio global de 2.41.

Las zonas de vulnerabilidad actual frente a inundaciones por desborde de la quebrada El León son: Villa Industrial, Villa Hermosa, VII-B, VII-A Los Libertadores, Sector VIII, Sector III, Sector I, Sector VI-C, Sector VI-D, Los Claveles, Sector VI-B, Sector VI-A, Sector V, Sector IX, Nuevo Milagro, Sector V-B, Sector II, Sector IV, Sector X-A, X 1ro de Mayo, X-B El Campanario, IV-A Las Américas. Las viviendas afectadas como resultado de la simulación de la inundación en el centro poblado El Milagro es de 44% estando ubicadas en las cercanías de la quebrada con una distancia no mayor a un kilómetro.

La propuesta de medidas estructurales para la protección y defensa ante la inundación existente en la quebrada El León son la construcción de muros de contención tipo gaviones y con el sistema ErdoX.

La estructura de muro de contención con gaviones y con el sistema ErdoX cumplen correctamente con su función de estabilización y refuerzo del talud con cargas estáticas y fuerzas hidráulicas. La propuesta de muro de contención tipo gaviones resulta más económica con S/.164,475.11 que el sistema ErdoX con S/.244,577.44.

4.3. Limitaciones

Por último, dentro de las limitaciones que se presentaron dentro de la metodología fue el tiempo de recopilación de información para el proceso en gabinete de los mismo, la cantidad mínima de investigaciones realizadas en el tema de interés y la zona de estudio de gran longitud y difícil de acceso en ciertos tramos. Cabe recalcar que la presente investigación abarca hacer estudios de campo y diseño de ingeniería, limitándose a solo realizar el análisis de vulnerabilidad y las propuestas de protección, más no a su puesta en marcha de estas.

4.4. Recomendaciones

Se recomienda ampliar el tamaño de muestra para ser más preciso en el análisis de vulnerabilidad del centro poblado y ampliar el estudio a los distritos cercanos a la quebrada para una simulación total de la quebrada.

Realizar el levantamiento topográfico completo de las quebradas asociadas a la quebrada El León y actualizar a la base de datos.

Analizar la explotación de canteras en el lecho de la quebrada y su impacto en la quebrada.

Estudiar la socavación local ocasionada por las fuerzas hidráulicas en los márgenes de la quebrada y las estructuras propuestas

Analizar más proveedores de muro de contención de gaviones tipo caja para una propuesta económica óptima.

Realizar una evaluación de desempeño para la instalación de los muros de contención, realizando un balance económico en temas de mantenimiento a lo largo de su vida útil.

REFERENCIAS

- Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria. (2013). *Evaluación probabilística de la peligrosidad y la vulnerabilidad frente a desastres naturales basados en proyecciones de cambio climático aplicado al Área Metropolitana de Trujillo (Perú)*. Trujillo.
- actualidad.rt.com*. (9 de julio de 2012). Obtenido de <https://actualidad.rt.com/actualidad/view/48797-Las-inundaciones-mas-devastadoras-del-siglo-XXI>
- agencias.abc.es*. (4 de abril de 2014). Obtenido de <https://agencias.abc.es/agencias/noticia.asp?noticia=1387234>
- Arévalo, M. (2017). Análisis de la vulnerabilidad físico estructural y funcional en edificaciones públicas y privadas ante el riesgo de inundaciones generadas por el desborde de la quebrada serrano en el sector urbano de la ciudad de Saposoa.
- Autoridad Nacional del Agua. (2015). *Generación del mapa temático Curva Número*. Lima.
- bvsde.paho.org*. (s.f.). Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/cursodesastres/diplomado/curso1/tema1.html>
- Cajigal Molina, E., & Maldonado González, A. L. (2019). Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante inundaciones. Un ejercicio emergente ante el cambio climático. *Economía, sociedad y territorio*, 19(61), 543 - 574. Obtenido de <https://doi.org/10.22136/est20191342>
- Carrera Aguilar, S. (2017). *Análisis del peligro por fenómenos de remoción en masa en los taludes de un tramo de la quebrada Shanshayacu, zona Quitumbe, Distrito Metropolitano de Quito*. Ecuador .
- Carrera, J., Méndez, W., & Rivas, L. (2013). Modelaje hidrológico de escenarios para eventos de inundaciones en la planicie de desborde del río Patanemo, estado Carabobo, Venezuela. *Revista de Investigación*, 37(80), 245-268. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142013000300012&lng=es&tlng=

- Cartaya, S., & Mantuano-Eduarte, R. (2016). Identificación de zonas en riesgo de inundación mediante la simulación hidráulica en un segmento del Río Pescadillo, Manabí, Ecuador. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142016000300009&lng=es&tlng=es
- Centro Nacional de Estimación, P. y. (2014). *Manual para la evaluación de riesgos originados por inundaciones fluviales, dirección de gestión de procesos, Lima, Perú.*
- Cercedo, F. (2019). Evaluación de riesgo originado por inundaciones fluviales en el centro poblado de Sausal - Distrito de Luyando.
- civil, I. N. (2005). *Mapa de peligros y plan de usos del suelo y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Chosica. lima.*
- Córdova Gutierrez, D., Paredes Méndez, D., & Alulema del Salto, R. A. (2017). Determinación del parámetro hidrológico número de curva en la cuenca de la quebrada El Batán, usando sistemas de información geográfica y percepción remota. *FIGEMPA*, 2(8), 29 - 39.
- De Jesús, O., Gutiérrez, Y., & Rodríguez, J. (2011). Análisis de la vulnerabilidad y el riesgo a inundaciones en la cuenca baja del río Gaira, en el Distrito de Santa Marta. *Prospect*, 9(2), 93 - 102.
- Díaz, J., López, A., Yanes, A., Dorta, P., & Máyer, P. (2020). Propuesta metodológica para estimar la vulnerabilidad local por inundación en áreas turísticas costera de clima árido: aplicación al litoral de Arona y Adeje (So de Tenerife). *Cuadernos de Geografía*, 87 - 106.
- Dos Santos Franco, V., Barreiros de Souza, E., & Meiguins de Lima, A. M. (2018). Floods and social vulnerability: Study on the Xingu River in Altamira/PA. *Ambiente & Sociedade*, 21. Obtenido de <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0157r3vu1811ao>
- ecoexploratorio.org. (s.f.). *ecoexploratorio.org*. Obtenido de <https://ecoexploratorio.org/amenazas-naturales/inundaciones/que-son-las-inundaciones/>
- El Correo. (28 de Febrero de 2019). Obtenido de El Correo: <https://diariocorreo.pe/edicion/la-libertad/otra-vez-limpian-cauce-de-la-quebrada-el-leon-873293/>
- elcomercio.pe*. (15 de marzo de 2017). Obtenido de <https://elcomercio.pe/peru/la-libertad/libertad-lluvias-e-inundaciones-dejan-6-643-damnificados-145089>

- García, W., Suárez, Y., & Herbas, E. (2017). Estela. Evaluación del riesgo y medidas de mitigación para eventos de inundación en el Municipio de Santa Ana Del Yacuma (Beni, Bolivia). *Acta Nova*, 8(2), 165-185. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892017000200002&lng=es&tlng=es
- Gonzalez, S. (2001). *Gestión del riesgo por inundaciones en la ciudad de Buenos Aires Situación actual y alternativa*. Argentina.
- Hernández, R., Barrios, H., & Ramírez, A. (2017). Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 8(3), 5-25. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v8n3/2007-2422-tca-8-03-00005.pdf>
- inundaciones, e. u. (21 de marzo de 2019). *elcomercio.pe*. Obtenido de <https://elcomercio.pe/mundo/eeuu/estados-unidos-riesgo-inundaciones-precedentes-nebraska-iowa-dakota-missouri-noticia-619009>
- López Martínez, F. (2020). Análisis y evolución de la cartografía de zonas inundables en España, desde un marco jurídico de referencia nacional a uno europeo. *EURE*, 46(139), 277 - 284. Obtenido de <https://dx.doi.org/10.4067/S0250->
- Lopez S., J. (2005). Estrategias de mitigación y control de inundaciones y aludes torrenciales en el Estado Vargas y en el Valle de Caracas: Situación actual y perspectivas futuras. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 20(4), 61-73. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652005000400006&lng=es&tlng=es.
- López, A., Díaz, J., Yanes, A., Dorta, P., & Máyer, P. (2020). Propuesta metodológica para estimar la vulnerabilidad local por inundación en áreas turísticas costeras de clima árido: Aplicación al litoral de Arona y Adeje (SO de Tenerife). *Cuadernos de geografía*, 104, 87-106. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7492148>
- Lozano, O. (2008). *Metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo ante inundaciones y sismos, de las edificaciones en centros urbanos*. Cusco: PREDES.
- Marcelo, C., Adrián, G., & Zimmermann, E. (2013). Pronóstico de niveles para alerta de crecidas en el Gran Rosario, Santa Fe, Argentina. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*,

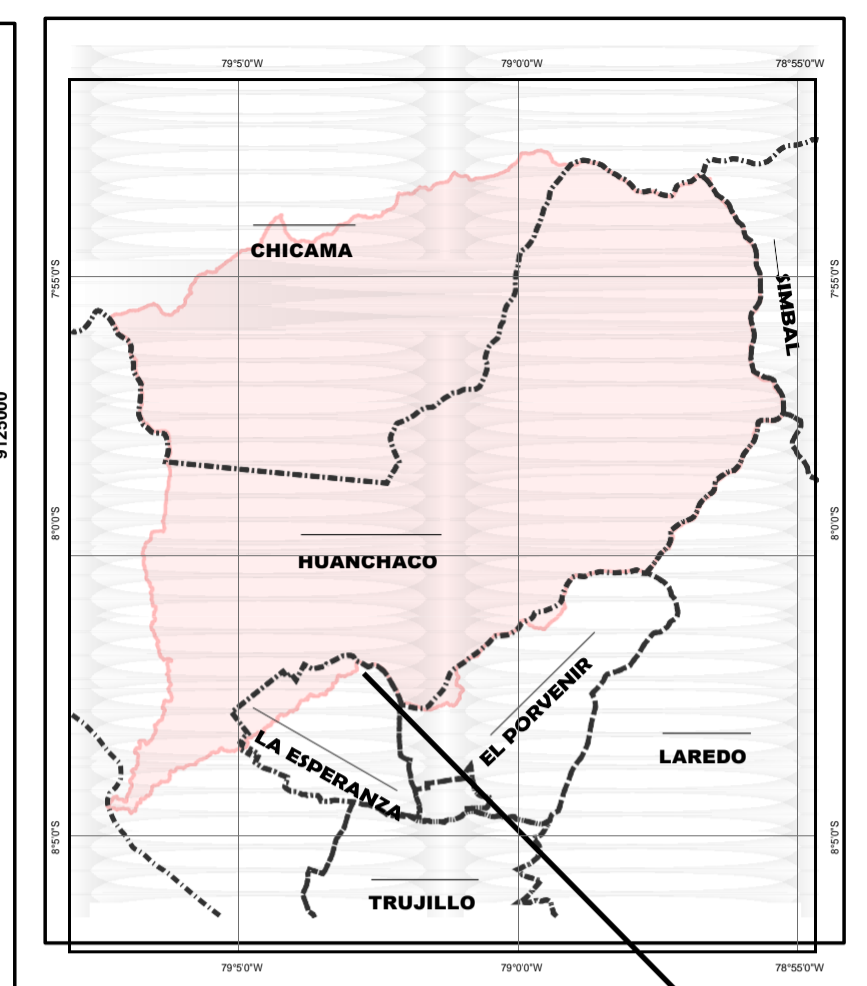
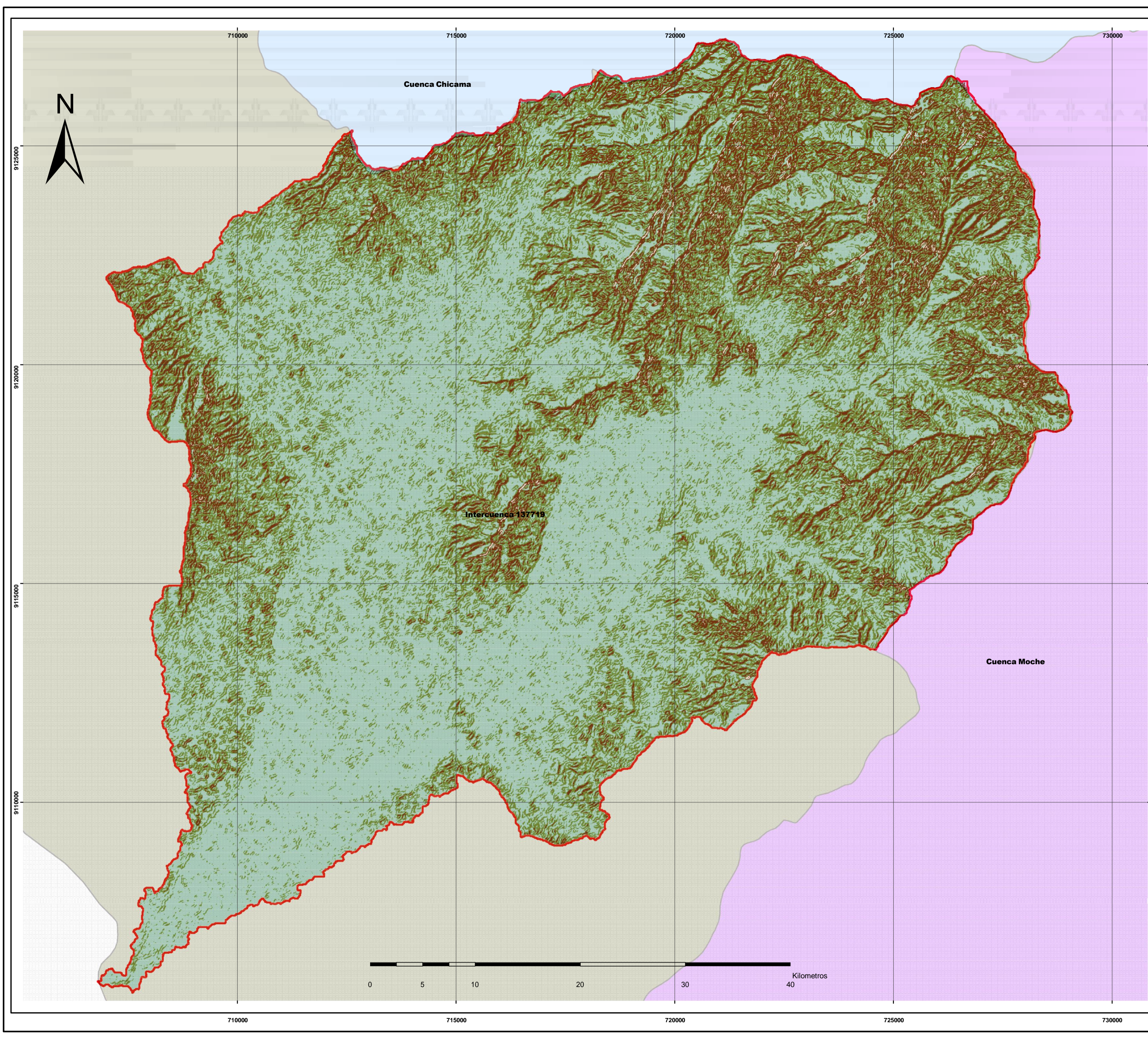
- 34(2), 88-102. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382013000200008&lng=es&tlng=es
- Martínez Navarro , E. (2011). Ética profesional de los profesores. *Un profesional excelente combina técnica y ética: Emilio Martínez*.
- Ministerio de Transportes y comunicaciones. (2014). *Manual de hidrología, hidráulica y drenaje*. Lima.
- Morales-Vallejo, P. (2007). *Estadística aplicada a las Ciencias sociales: La fiabilidad de los tests y escalas*. Madrid: Universidad Pontificia Comillas. Obtenido de “<http://www.upcomillas.es/personal/peter/estadisticabasica/Fiabilidad.pdf>”
- National Resources Conservation Service. (2015). *National Engineering Handbook Hydrology*.
- Pérez Moales, A., Gil Guirado, S., & Olcina, J. (2016). La información catastral como herramienta para el análisis de la exposición al peligro de inundaciones en el litoral mediterráneo español. *EURE*, 42(127), 231 - 256. Obtenido de <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612016000300010>
- Perozo, M., & Marrero, N. (2011). *Estimación del riesgo de inundación en urbanismos y zonas agrícolas ubicadas en la planicie del Río Coro, Estado Falcón, Venezuela*. . Venezuela.
- Quincho, G. (2015). Gestión de Inundación por caudales máximos en la Subcuenca Baja de la Quebrada del Río Huaycoloro - Río Rimac. *Revista ECIPerú*, 88-95.
- Rivelli, F. R., & Flores, E. M. (2009). Protección de Márgenes en el Río Grande, Tramo las quebradas Trancas - Tilcara. *Cuarto Simposio Regional sobre hidráulica de ríos* (págs. 91-92). Salta: Rios .
- Rivera, L., Solís, H., Jiménez, F., & Faustino, J. (2004). Evaluación de la amenaza y vulnerabilidad a inundaciones en la microcuenca La Soledad, Valle de Ángeles, Honduras. *Recursos Naturales y Ambiente/no. 43:125-131*.
- Rubio, H. y. (2015). *Vulnerabilidad en sistemas de agua potable y alcantarillado ante inundaciones en el distrito de Trujillo*. Trujillo, Perú: Universidad Nacional de Trujillo.
- SINADECI. (s.f.). *SINADECI, Decreto Ley N° 19338*.

SINADECI, R. d. (s.f.). *Decreto Supremo N° 005-88-SGMD*.

Tascón, L. (2017). Análisis metodológico para la estimación de la vulnerabilidad por inundaciones. Ejemplo de aplicación en el municipio de Ponferrada (León, España). Obtenido de <https://buleria.unileon.es/handle/10612/7045>

Vera, J., & Albarracín, A. (2017). Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 27(2), 109 - 136. doi:<http://dx.doi.org/10.18359/rcin.2309>

ANEXOS



MAPA DE UBICACIÓN
 ESCALA: 1 : 150 000

Leyenda

- Cuenca Chicama
- Cuenca Moche
- Intercuenca 137719

Porcentaje de pendiente

- 0 - 25 %
- 25.1 - 50 %
- 50.1 - 75 %
- 75.1 - 100 %

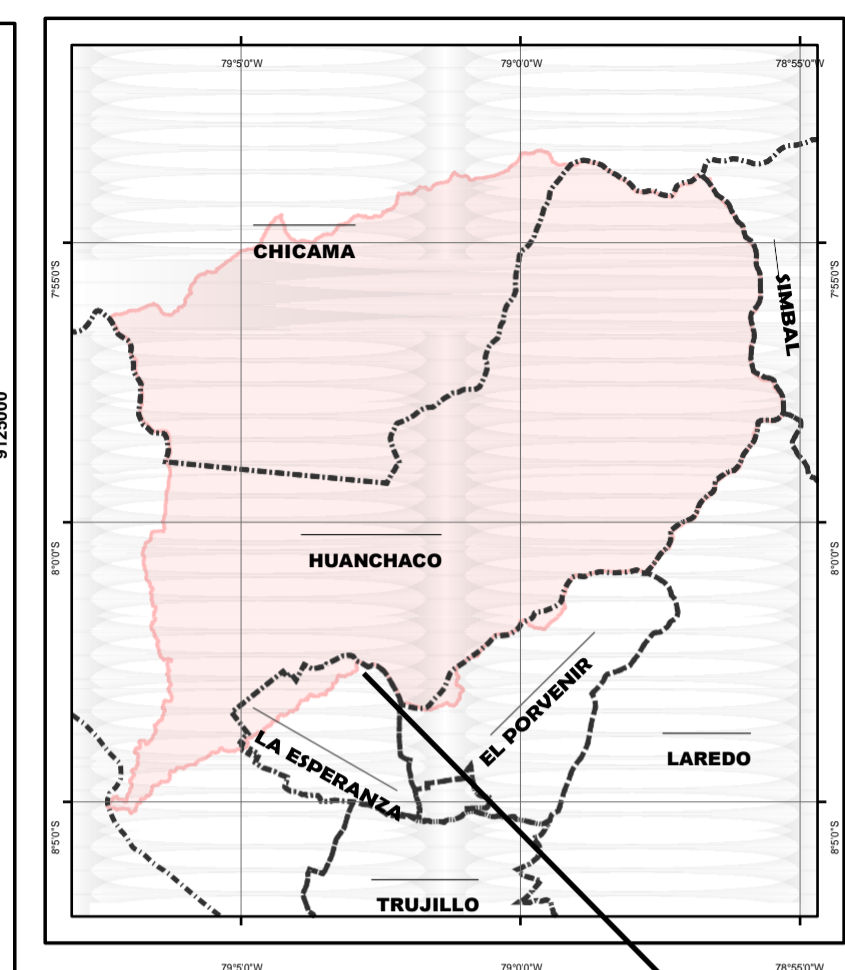
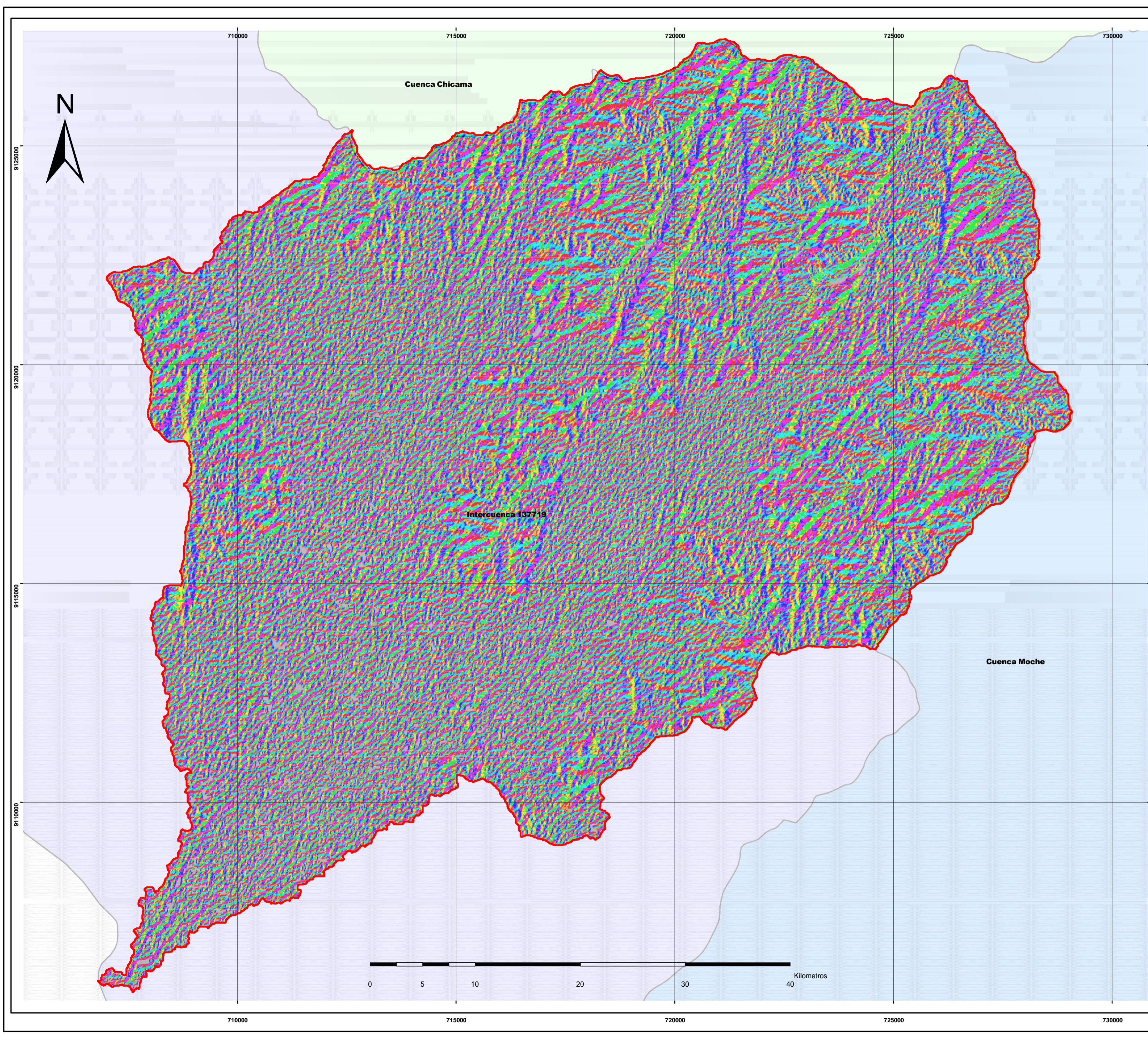
Límite de microcuenca

Descripción	% de Pendiente	Área (km ²)	%
Sectores amenazados por alud- avalanchas y flujos repentinos de piedra y lodo	0 % - 25%	154.52	54.32%
Sectores que son inundados a baja velocidad y permanecen bajo agua por varios días	25% - 50 %	94.20	33.12%
Inundaciones muy esporádicas, con bajo tirante y velocidad. De 300 a 500 m. desde el lugar del peligro tecnológico	50 % - 75 %	34.79	12.23%
Terrenos altos no inundables, alejados de barrancos o cerros deleznable. No amenazados por peligros, como actividad volcánica, maremotos, etc.	75 % a mas	0.93	0.33%

Proyecto: Estimación de la vulnerabilidad por inundaciones en La Quebrada El León y propuesta de mejora con fines de protección en el C.P. El Milagro - La Libertad, 2021

Plano: MAPA TEMÁTICO DE PENDIENTES EN LA MICROCUENCA EL LEÓN

Autores: Medina Espinoza, Erick German Panduro Sisniegas, Sergio Carlos	Departamento: La Libertad	Provincia: Trujillo	Distrito: Huanchaco
Especialidad: Hidráulica		Plano:	
Asesor: Ing. Aguilar Villena, Roxana Milagros	Proyección: GCS WGS 1984	Escala: 1:40,000	Fecha: Enero - 2021



MAPA DE UBICACIÓN
 ESCALA: 1 : 150 000

Legenda

- Límite de microcuenca

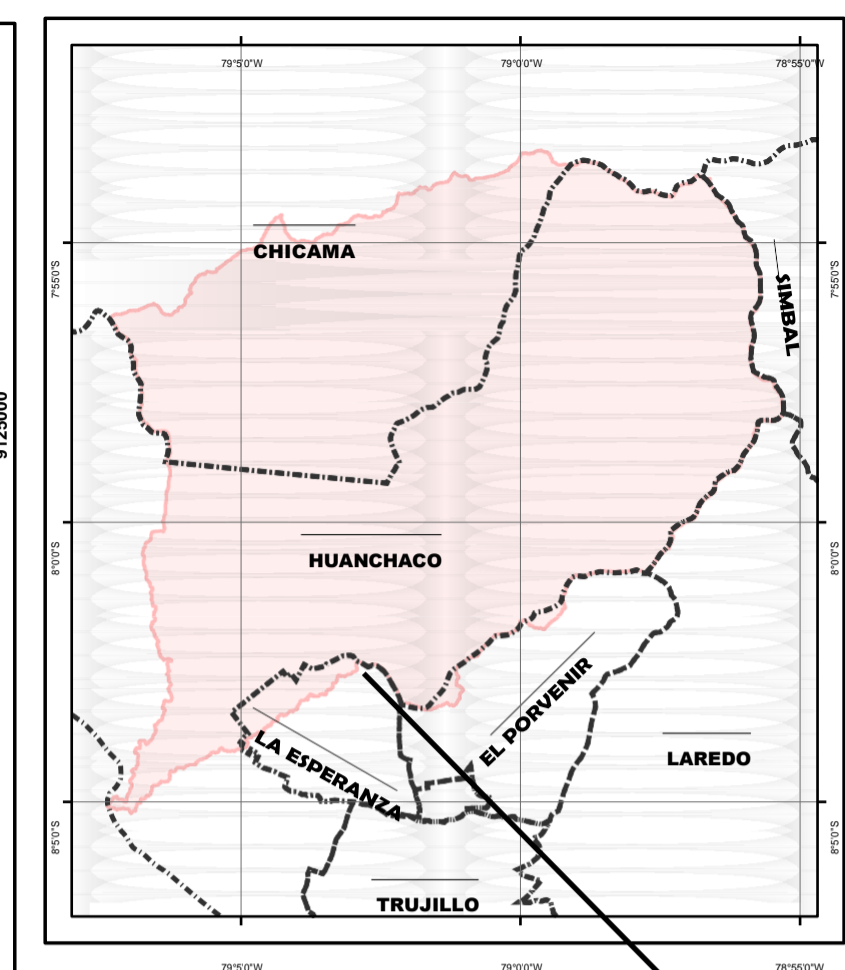
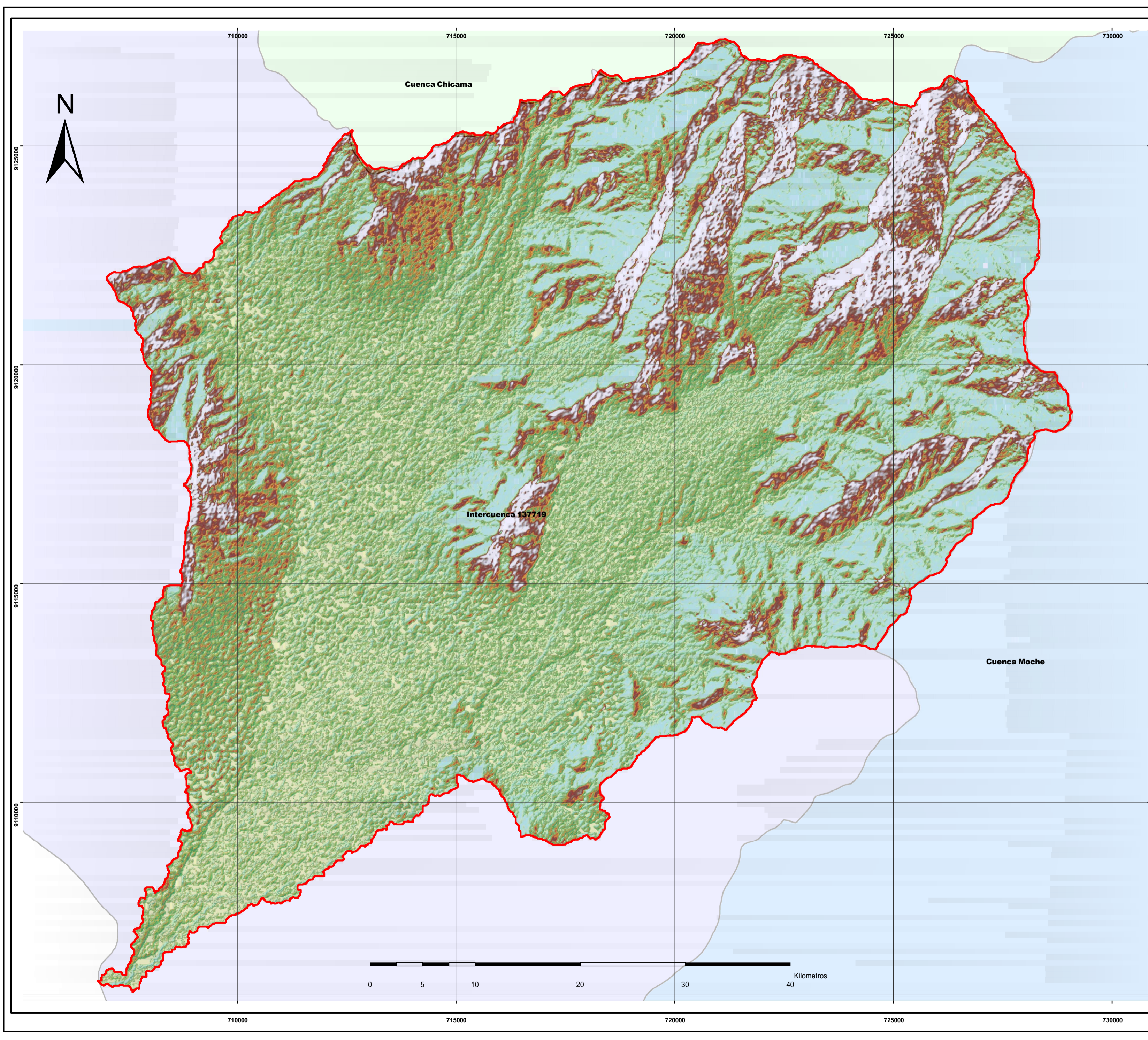
Cuencas relacionadas

- Cuenca Chicama
- Cuenca Huamansaña
- Cuenca Moche
- Cuenca Virú
- Intercuenca 137713
- Intercuenca 137715
- Intercuenca 137719
- Intercuenca 13773

Tipo de Orientaciones

- Flat (-1)
- North (0-22.5)
- Northeast (22.5-67.5)
- East (67.5-112.5)
- Southeast (112.5-157.5)
- South (157.5-202.5)
- Southwest (202.5-247.5)
- West (247.5-292.5)
- Northwest (292.5-337.5)
- North (337.5-360)

	Proyecto: Estimación de la vulnerabilidad por inundaciones en La Quebrada El León y propuesta de mejora con fines de protección en el C.P. El Milagro - La Libertad, 2021		
	Plano: PLANO DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR INUNDACION		
Testas: Medina Espinoza, Erick German Panduro Siniogae, Sergio Carlos	Departamento: La Libertad	Provincia: Trujillo	Distrito: Huanchaco
Asesor: Ing. Aguilar Villena Roxana Milagros	Proyección: GCS WGS 1984	Escala: 1:40,000	Fecha: Enero - 2021



MAPA DE UBICACIÓN
 ESCALA: 1 : 150 000

Leyenda

- Límite de microcuenca

Cuencas_Estudio

- Cuenca Chicama
- Cuenca Huamansaña
- Cuenca Moche
- Cuenca Virú
- Intercuenca 137713
- Intercuenca 137715
- Intercuenca 137719
- Intercuenca 13773

Alturas

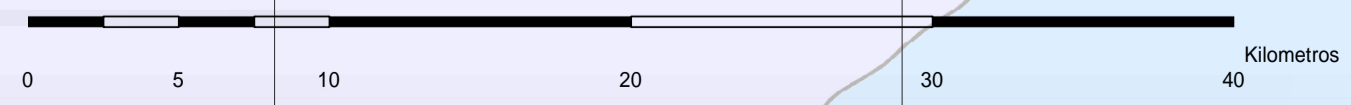
Altura Max: 254

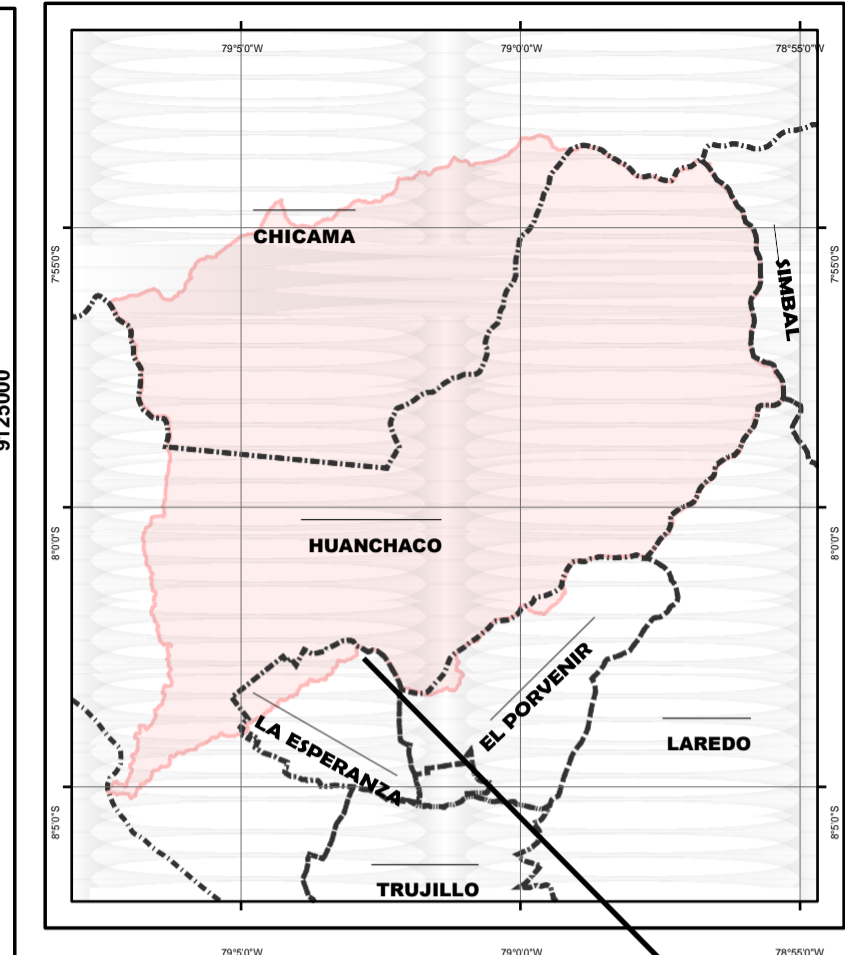
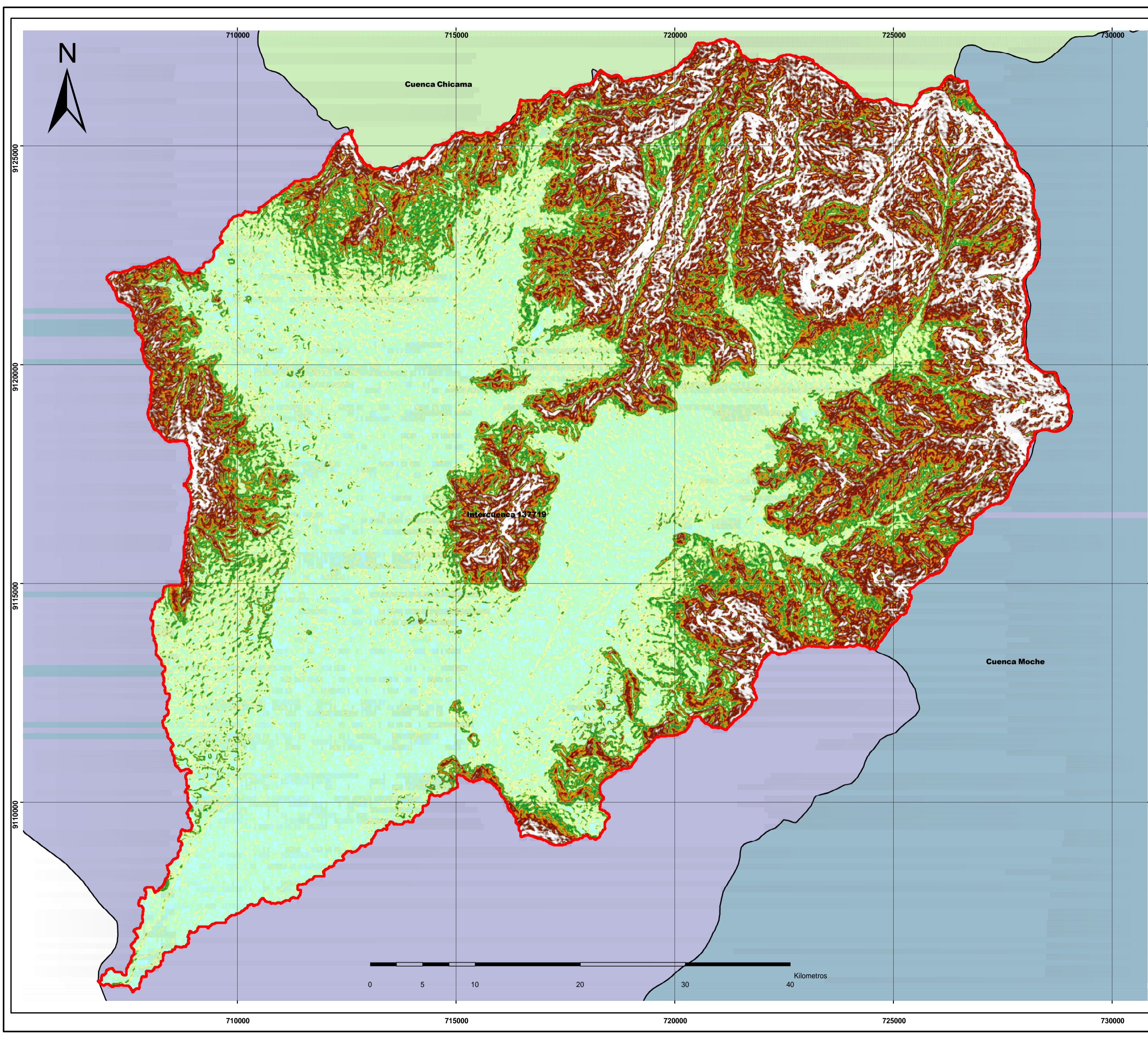
Altura Min : 0

Descripción	% de Pendiente	Área (km²)	%
Sectores amenazados por alud, avalanchas y flujos repentinos de piedra y lodo	0% - 25%	154.52	54.32%
Sectores que son inundados a baja velocidad y permanecen bajo agua por varios días	25% - 50%	94.20	33.12%
Inundaciones muy esporádicas, con bajo tirante y velocidad. De 300 a 500 m. desde el lugar del peligro tecnológico	50% - 75%	34.79	12.23%
Terrenos altos no inundables, alejados de barrancos o cerros deleznable. No amenazados por peligros, como actividad volcánica, maremotos, etc.	75% a mas	0.93	0.33%

Proyecto: Estimación de la vulnerabilidad por inundaciones en La Quebrada El León y propuesta de mejora con fines de protección en el C.P. El Milagro - La Libertad, 2021
 Plano:

MAPA TEMÁTICO DE SOMBREADO DE LA MICROCUENCA EL LEÓN			
Testas:	Departamento:	Provincia:	Distrito:
Medina Espinoza, Erick German	La Libertad	Trujillo	Huanchaco
Panduro Sienegae, Sergio Carlos	Especialidad:	Hidráulica	Plano:
Asesor:	Proyección:	Escala:	Fecha:
Ing. Aguilar Villena Roxana Milagros	GCS WGS 1984	1:40,000	Enero - 2021

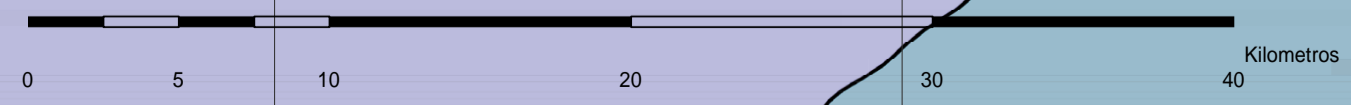





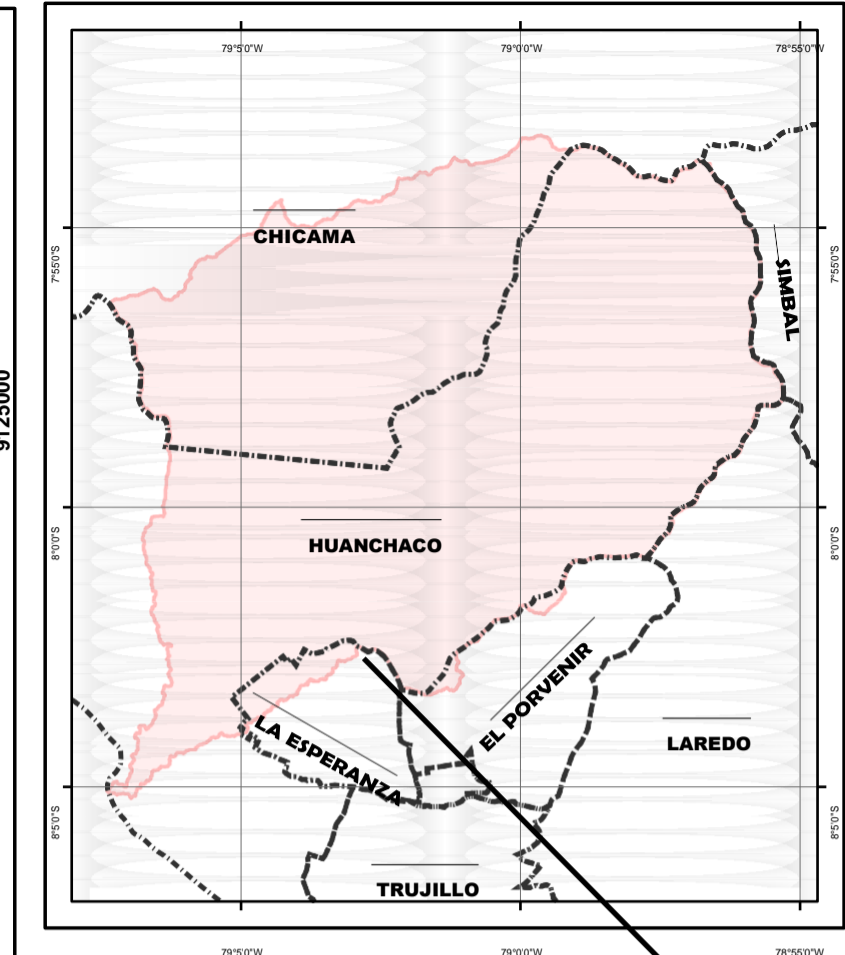
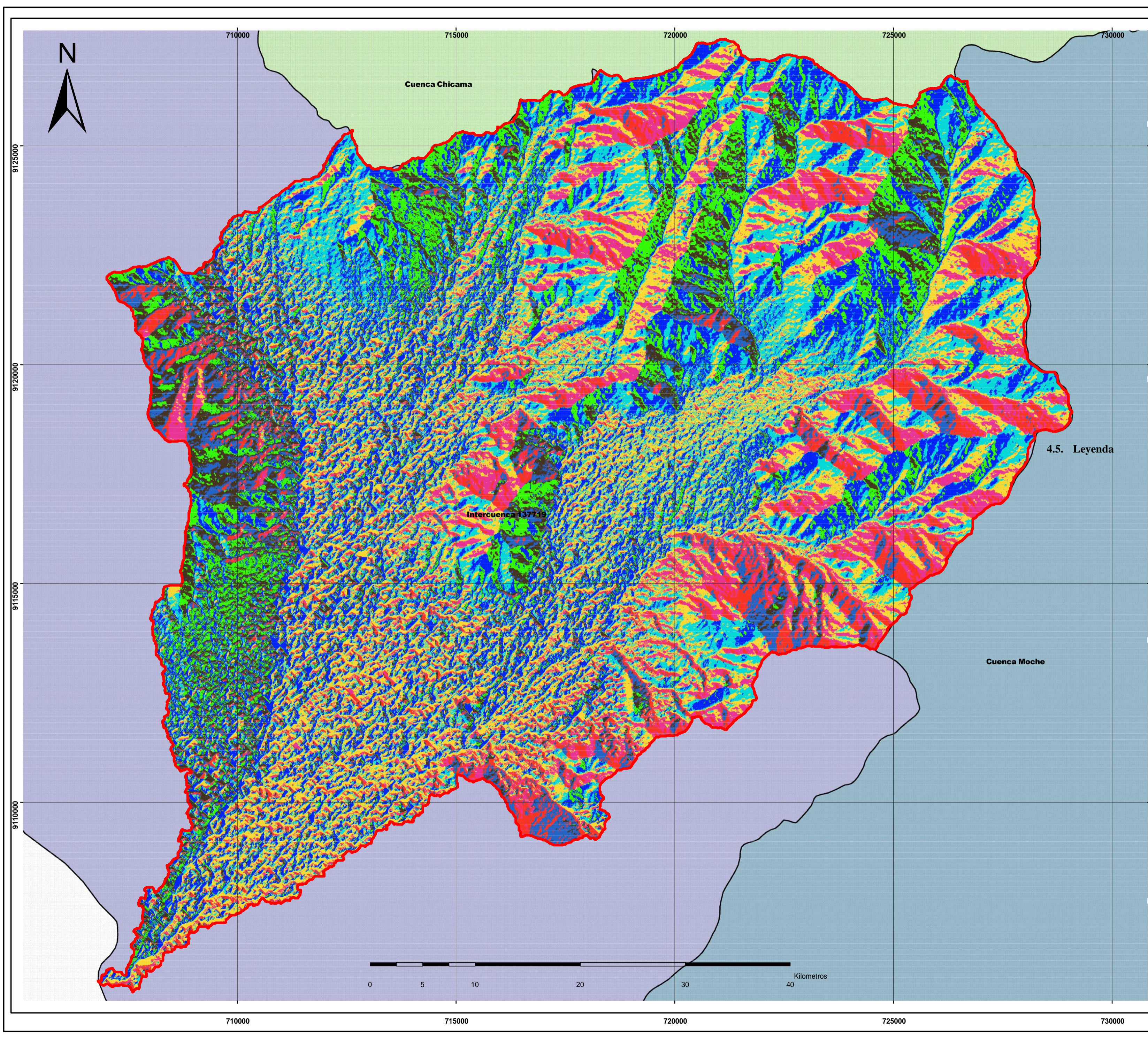
MAPA DE UBICACIÓN
 ESCALA: 1 : 150 000

Legenda

 Límite de microcuenca
Índice de Relieve
 Altura Max: 142 m
 Altura Min : 0 m
Cuencas_Estudio
 Cuenca Chicama
 Cuenca Huamansaña
 Cuenca Moche
 Cuenca Virú
 Intercuenca 137713
 Intercuenca 137715
 Intercuenca 137719
 Intercuenca 13773



 Proyecto: Estimación de la vulnerabilidad por inundaciones en La Quebrada El León y propuesta de mejora con fines de protección en el C.P. El Milagro - La Libertad, 2021 Plano:	MAPA DE ÍNDICE DE RELIEVE DE LA MICROCUENCA EL LEÓN		
	Testas: Medina Espinoza, Erick German Panduro Sienegae, Sergio Carlos Asesor: Ing. Aguilar Villena Roxana Milagros	Departamento: La Libertad	Provincia: Trujillo
Proyección: GCS WGS 1984	Escala: 1:40,000	Fecha: Enero - 2021	

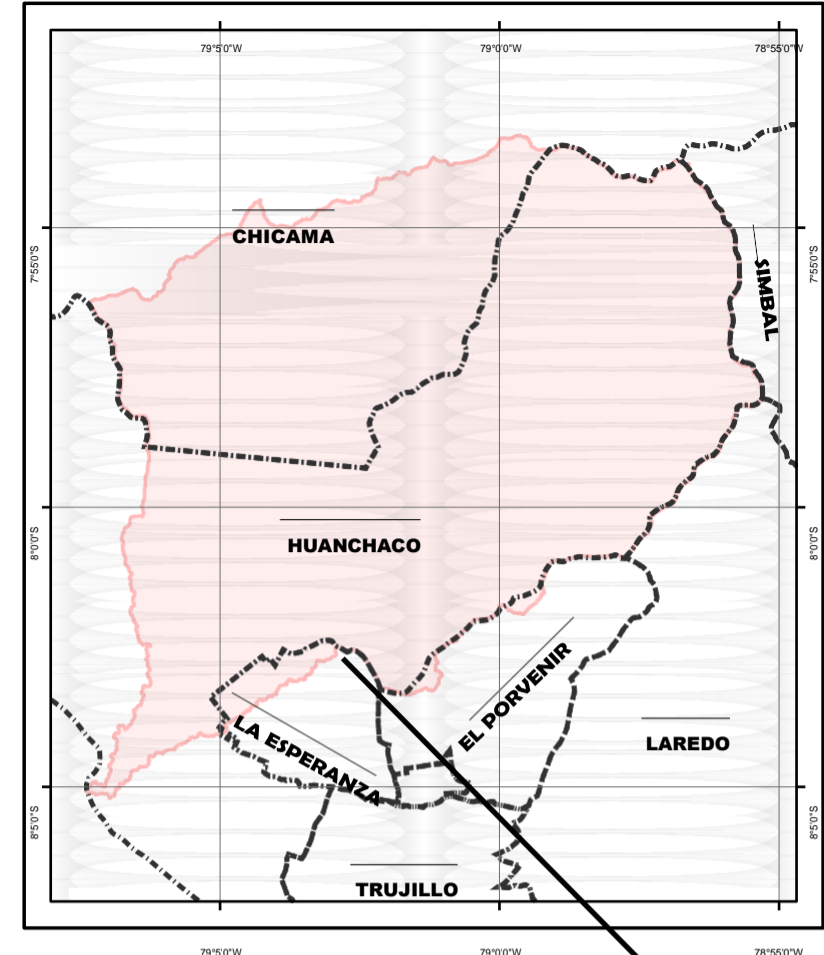
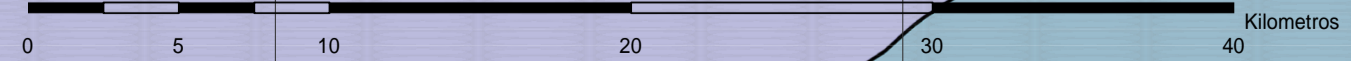
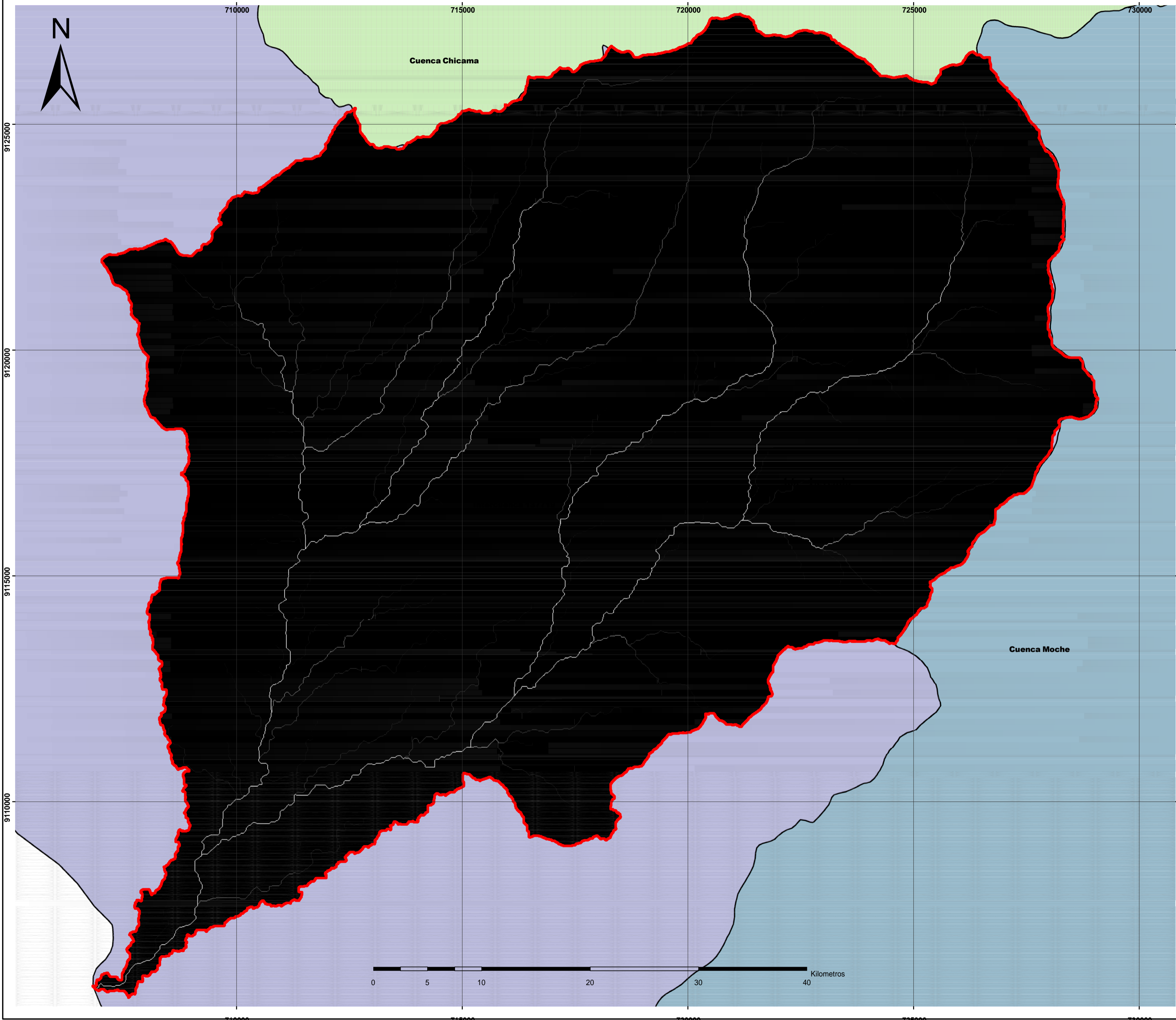


MAPA DE UBICACIÓN
 ESCALA: 1 : 150 000


4.5. Leyenda




	Proyecto: Estimación de la vulnerabilidad por inundaciones en La Quebrada El León y propuesta de mejora con fines de protección en el C.P. El Milagro - La Libertad, 2021		
	Plano: MAPA TEMÁTICO DE DIRECCIÓN DE FLUJO EN LA MICROCUENCA EL LEÓN		
Testistas: Medina Espinoza, Erick German Panduro Sainiega, Sergio Carlos	Departamento: La Libertad	Provincia: Trujillo	Distrito: Huanchaco
Asesor: Ing. Aguilar Villena, Roxana Milagros	Proyección: GCS WGS 1984	Escala: 1:40,000	Fecha: Enero - 2021












MAPA DE UBICACIÓN
ESCALA: 1 : 150 000

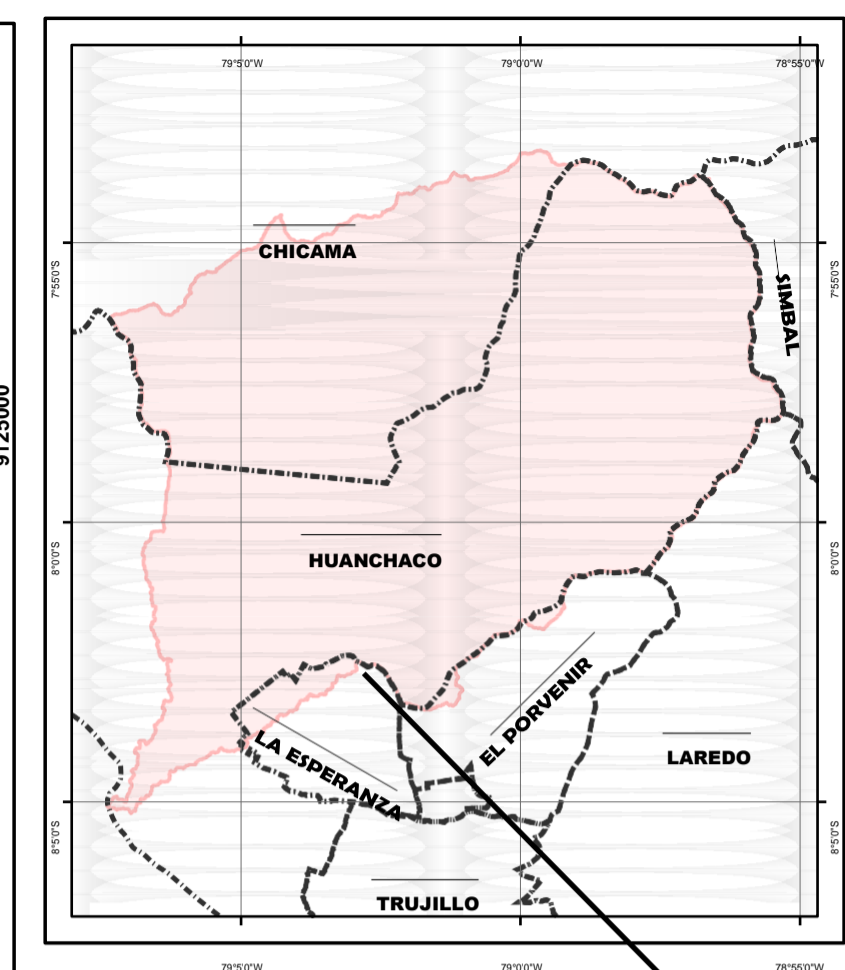
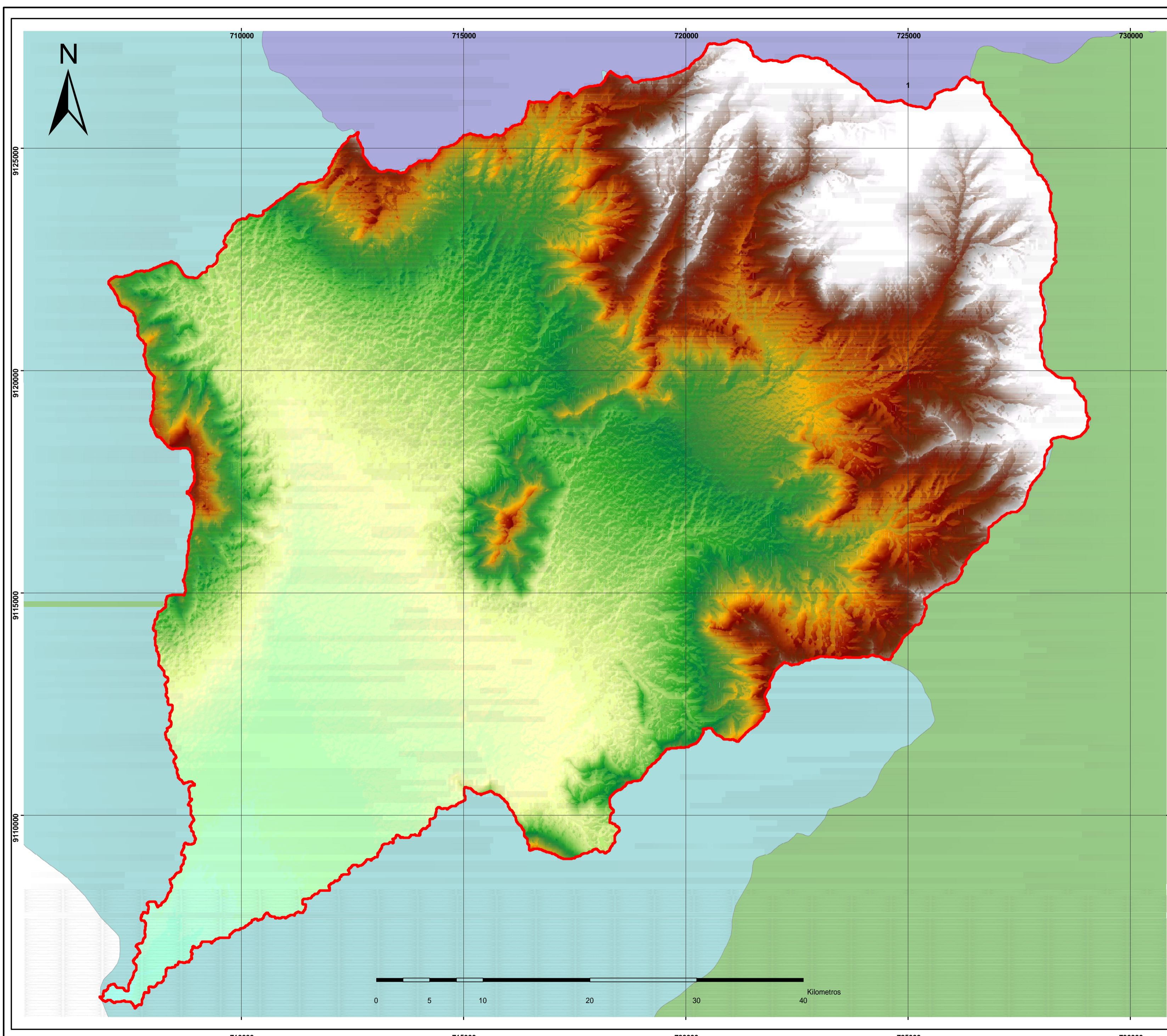
 Límite de microcuenca
Acumulación de Flujo

 A. Max: 1836236
A. Min: 0

Cuencas relacionadas

-  Cuenca Chicama
-  Cuenca Huamansaña
-  Cuenca Moche
-  Cuenca Virú
-  Intercuenca 137713
-  Intercuenca 137715
-  Intercuenca 137719
-  Intercuenca 13773

	Proyecto: Estimación de la vulnerabilidad por inundaciones en La Quebrada El León y propuesta de mejora con fines de protección en el C.P. El Milagro - La Libertad, 2021		
	Plano: MAPA TEMÁTICO DE ACUMULACIÓN DE FLUJO EN LA MICROCUENCA EL LEÓN		
Elaborado por: Medina Espinoza, Erick German Panduro Sisniegas, Sergio Carlos	Departamento: La Libertad	Provincia: Trujillo	Dirección: Huanchaco
Asesor: Ing. Aguilar Villena, Roxana Milegros	Proyección: GCS WGS 1984	Escala: 1:40,000	Fecha: Enero - 2021



MAPA DE UBICACIÓN
 ESCALA: 1 : 150 000

Leyenda

- ▭ Límite de microcuenca

Altura de sumideros

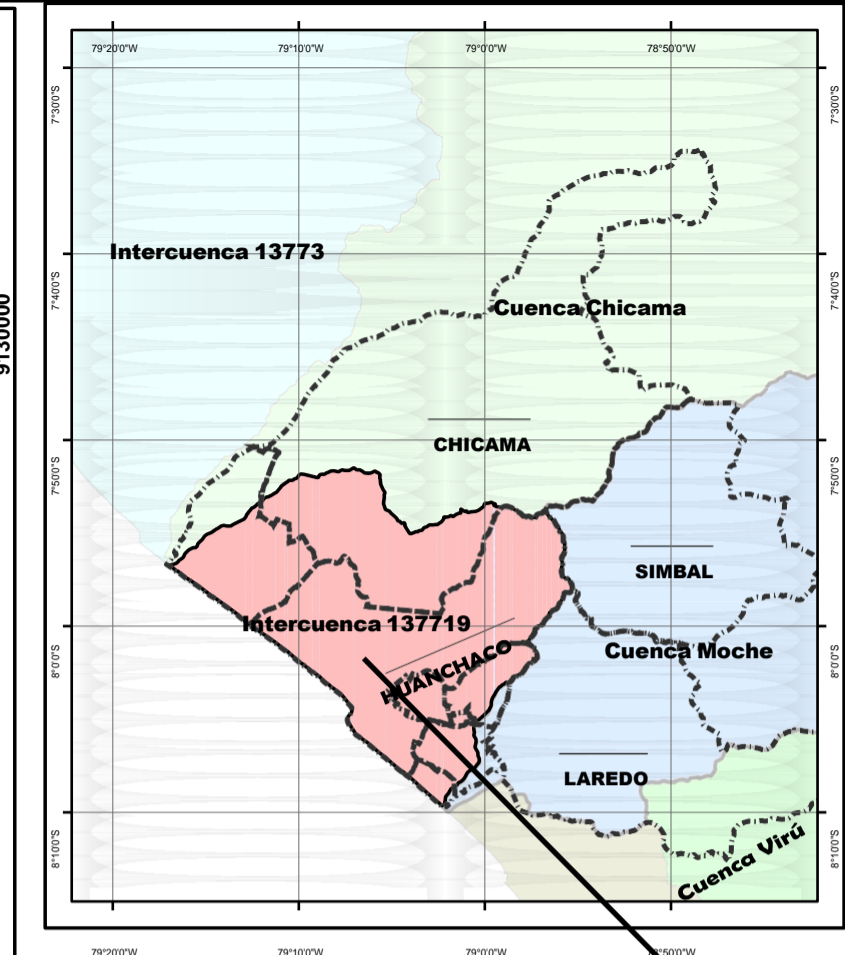
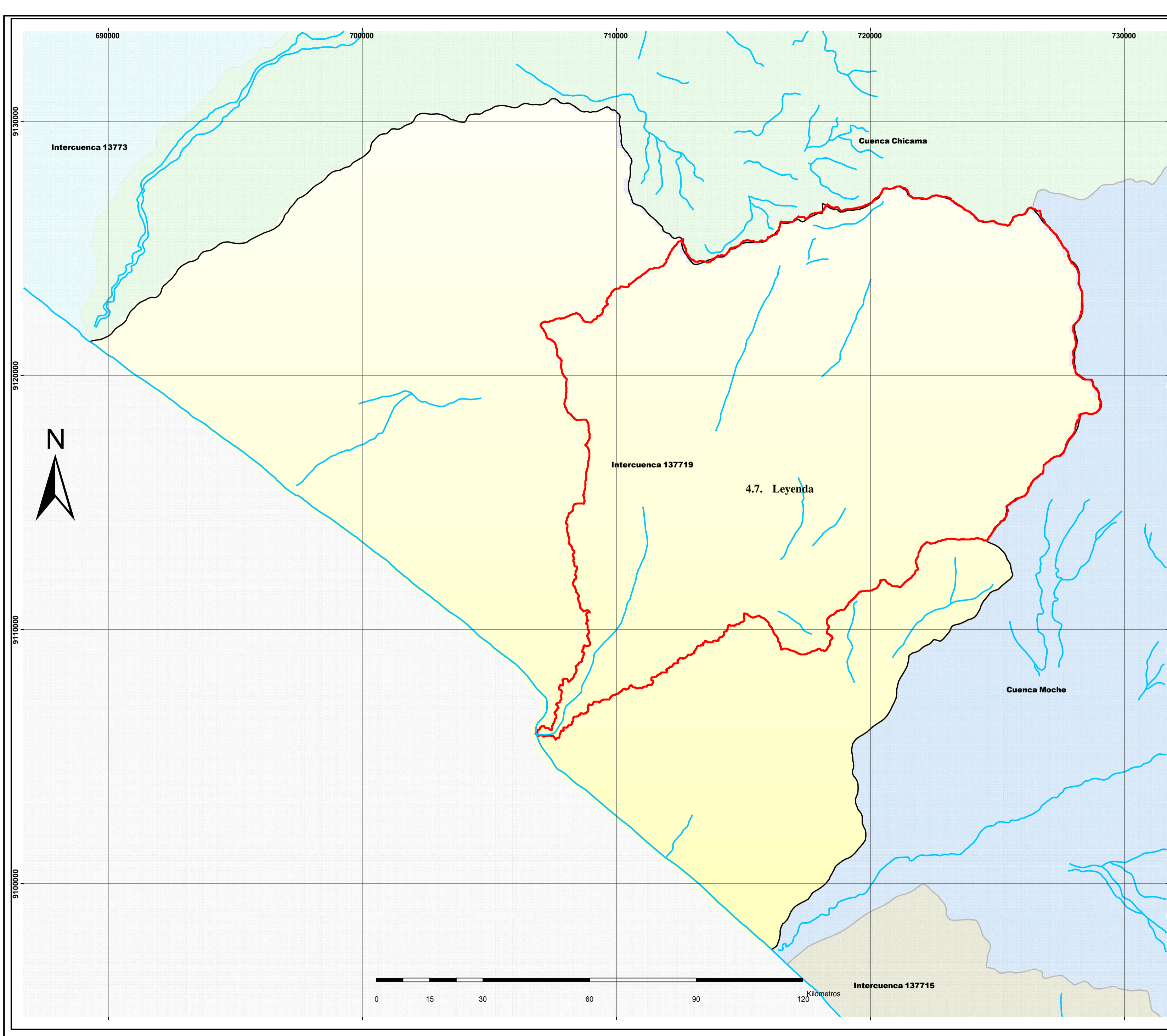
- ▭ A. Max: 2289 m
- ▭ A. Min: 17 m

Cuencas Relacionadas

Nombres

- ▭ Cuenca Chicama
- ▭ Cuenca Moche
- ▭ Intercuenca 137719




	Proyecto: Estimación de la vulnerabilidad por inundaciones en La Quebrada El León y propuesta de mejora con fines de protección en el C.P. El Milagro - La Libertad, 2021		
	Plano: MAPA TEMÁTICO DE PREVISUALIZACIÓN DE SUMIDEROS EN LA MICROCUENCA EL LEÓN		
Testas: Medina Espinoza, Erick German Panduro Siniogae, Sergio Carlos	Departamento: La Libertad	Provincia: Trujillo	Distrito: Huanchaco
Asesor: Ing. Aguilar Villena, Roxana Milagros	Proyección: GCS WGS 1984	Escala: 1:40,000	Fecha: Enero - 2021








MAPA DE UBICACIÓN
 ESCALA: 1 : 500 000

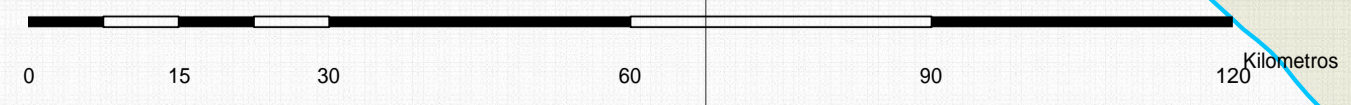
4.7. Leyenda


4.7. Leyenda

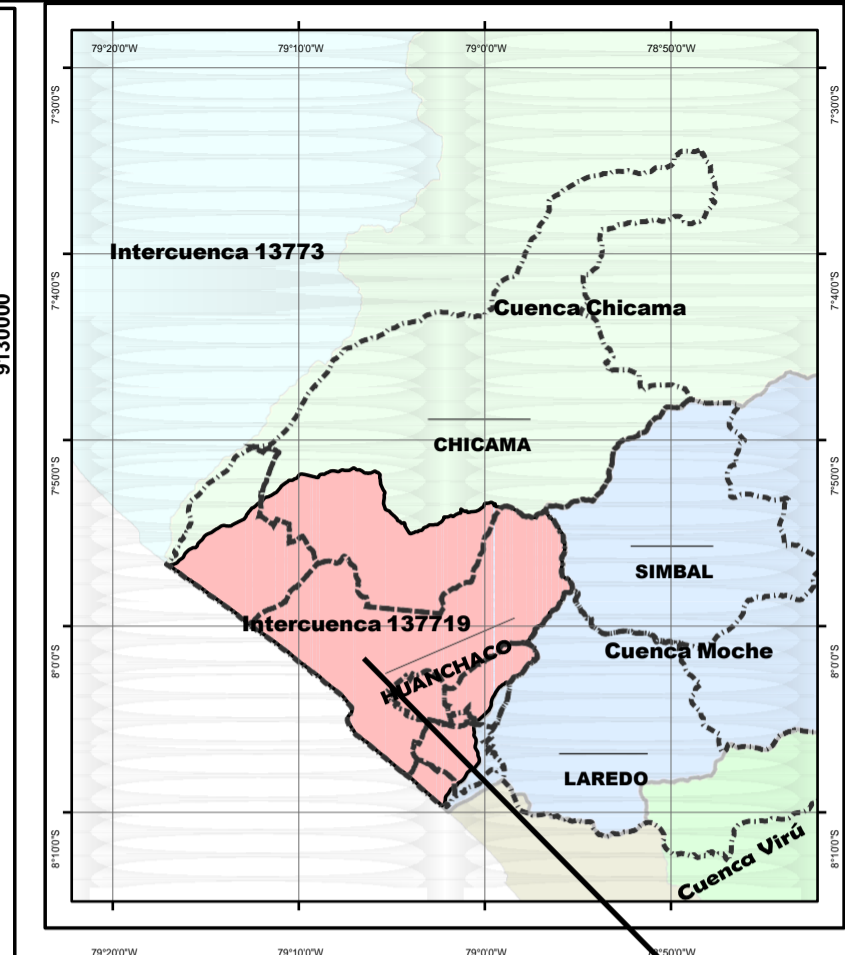
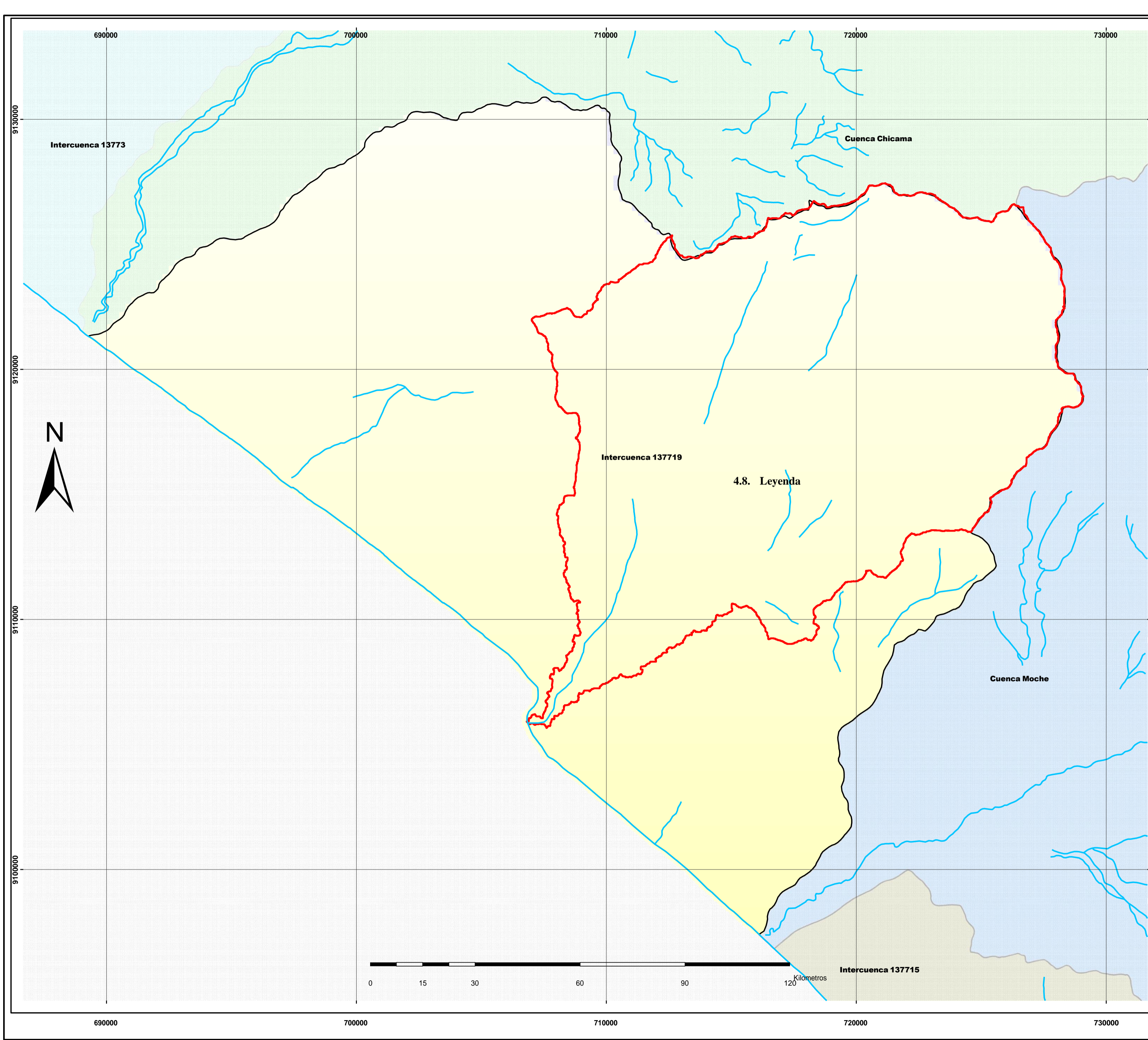
-  Ríos
-  Límite de microcuenca proyectada
-  Cuenca Principal de Estudio

Cuencas Relacionadas

-  Cuenca Chicama
-  Cuenca Huamansaña
-  Cuenca Moche
-  Cuenca Virú
-  Intercuenca 137713
-  Intercuenca 137715
-  Intercuenca 137719
-  Intercuenca 13773



	Proyecto: Estimación de la vulnerabilidad por inundaciones en La Quebrada El León y propuesta de mejora con fines de protección en el C.P. El Milagro - La Libertad, 2021		
	Plano: MAPA TEMÁTICO DE RÍOS RELACIONADOS A LA ZONA DE ESTUDIO		
Tratado:	Departamento:	Provincia:	Dirección:
Medina Espinoza, Erick German	La Libertad	Trujillo	Huanchaco
Panduro Sisnegas, Sergio Carlos	Especialidad:	Hidráulica	Plano:
Asesor: Ing. Aguilar Villena	Proyección:	Escala:	Fecha: Enero - 2021
Roxana Milagros	GCS WGS 1984	1:70.000	



MAPA DE UBICACIÓN
 ESCALA: 1 : 500 000

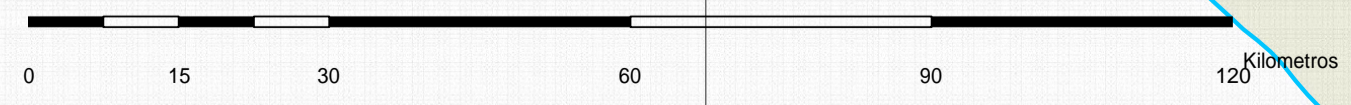
4.8. Leyenda

4.8. Leyenda

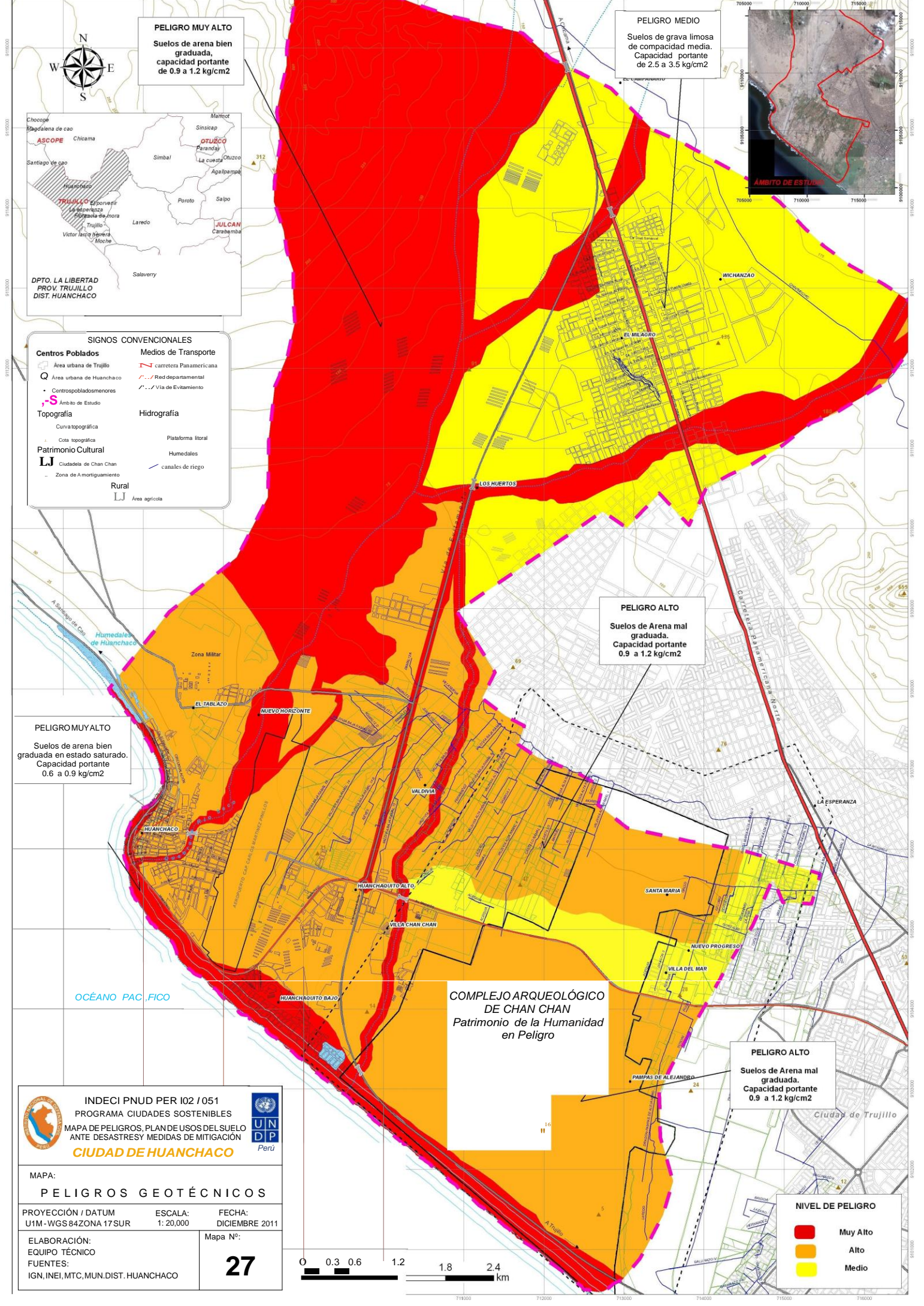
- Ríos
- Límite de microcuenca proyectada
- Cuenca Principal de Estudio

Cuencas Relacionadas

- Cuenca Chicama
- Cuenca Huamansaña
- Cuenca Moche
- Cuenca Virú
- Intercuenca 137713
- Intercuenca 137715
- Intercuenca 137719
- Intercuenca 13773



	Proyecto: Estimación de la vulnerabilidad por inundaciones en La Quebrada El León y propuesta de mejora con fines de protección en el C.P. El Milagro - La Libertad, 2021		
	Plano: MAPA TEMÁTICO DE RÍOS RELACIONADOS A LA ZONA DE ESTUDIO		
Teléfono:	Departamento:	Provincia:	Dirección:
Medina Espinoza, Erick German	La Libertad	Trujillo	Huanchaco
Panduro Sisnegas, Sergio Carlos	Especialidad:	Hidráulica	Plano:
Asesor: Ing. Aguilar Villena	Proyección:	Escala:	Fecha: Enero - 2021
Roxana Milagros	GCS WGS 1984	1:70.000	



PELIGRO MUY ALTO
 Suelos de arena bien graduada, capacidad portante de 0.9 a 1.2 kg/cm²

PELIGRO MEDIO
 Suelos de grava limosa de compacidad media. Capacidad portante de 2.5 a 3.5 kg/cm²

PELIGRO ALTO
 Suelos de Arena mal graduada. Capacidad portante 0.9 a 1.2 kg/cm²

PELIGRO MUY ALTO
 Suelos de arena bien graduada en estado saturado. Capacidad portante 0.6 a 0.9 kg/cm²

PELIGRO ALTO
 Suelos de Arena mal graduada. Capacidad portante 0.9 a 1.2 kg/cm²

COMPLEJO ARQUEOLÓGICO DE CHAN CHAN
 Patrimonio de la Humanidad en Peligro

NIVEL DE PELIGRO

- Muy Alto
- Alto
- Medio

- SIGNOS CONVENCIONALES**
- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| Centros Poblados | Medios de Transporte |
| □ Área urbana de Trujillo | — carretera Panamericana |
| □ Área urbana de Huanchaco | — Red departamental |
| • Centros poblados menores | — Vía de Evitamiento |
| • Ambito de Estudio | |
| Topografía | Hydrografía |
| — Curva topográfica | — Plataforma litoral |
| — Cota topográfica | — Humedales |
| Patrimonio Cultural | — canales de riego |
| — Ciudadela de Chan Chan | |
| — Zona de Amortiguamiento | |
| Rural | |
| — Área agrícola | |

INDECI PNUD PER I02 / 051
 PROGRAMA CIUDADES SOSTENIBLES

MAPA DE PELIGROS, PLAN DE USOS DEL SUELO ANTE DESASTRES Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN

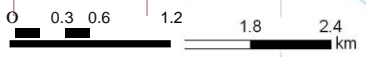
CIUDAD DE HUANCHACO

MAPA:
PELIGROS GEOTÉCNICOS

PROYECCIÓN / DATUM: UTM - WGS 84 ZONA 17 SUR ESCALA: 1: 20,000 FECHA: DICIEMBRE 2011

ELABORACIÓN: EQUIPO TÉCNICO Mapa N°: **27**

FUENTES: IGN, INEI, MTC, MUN. DIST. HUANCHACO



9100000
9110000
9120000
9130000
9140000
9150000
9160000
9170000
9180000
9190000
9200000

705000
710000
715000
720000
725000
730000
735000
740000
745000
750000

VULNERABILIDAD FISICA																
SECTOR	MATERIALES DE CONTRUCCION UTILIZADA EN VIVIENDAS				LOCALIZACION DE VIVIENDAS				CARACTERISTICAS GEOLÓGICAS, CALIDAD Y TIPO DE SUELO				LEYES EXISTENTES			
	Estructura sismorresistente con adecuada técnica constructiva	Estructura de concreto acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	Estructuras de adobe, piedra o madera, sin refuerzos estructurales	Estructuras de adobe, cañay otros de menor resistencia, en estado precario	Muy alejada > 5 Km	Medianamente cerca 1 - 5 Km	Cercana 0.2 - 1 Km	Muy cercana 0.2 - 0 Km	Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas	Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante	Zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables	Con leyes estrictamente cumplidas	Con leyes medianamente cumplidas	Con leyes sin cumplimiento	Sin ley
Villa Industrial	6	15	32	2				55		55			6	15	32	2
Villa Hermosa	2	5	9	4			20			20			2	5	9	4
Sector VII-B		2	3				5			5				2	3	
VII-A Los Libertadores	1	1	6				8			8			1	1	6	
Sector VIII	1	7	8	2			18			18			1	7	8	2
Sector III	2	8	15	3		23	5			28			2	8	15	3
Sector I	1	5	6	2		10	4			14			1	5	6	2
Sector VI-C	5	12	26	1		11	33			44			5	12	26	1
Sector VI-D		2	2			3	1			4				2	2	
Los Claveles	5	6	15			26				26			5	6	15	
Sector VI-B	1	2	1	1		5				5			1	2	1	1
Sector VI-A		2	7	1		10				10				2	7	1
Sector V	1	11	5			17				17			1	11	5	
Sector IX	2	10	6	1		19				19			2	10	6	1
Nuevo Milagro	4	4	11			19				19			4	4	11	
V-A Villa el Sol																
Sector V-B	1	1	4	1		7				7			1	1	4	1
Sector II	2	5	13	2		22				22			2	5	13	2
Sector IV		2	4			6				6				2	4	
Sector X-A		2	1			3				3				2	1	
X Iro de Mayo	3	5	6	3		17				17			3	5	6	3
X-B El Campanario	5	10	4	2		21				21			5	10	4	2
IV-A Las Americas	1	3	3			7				7			1	3	3	
TOTAL	43	120	187	25	0	226	94	55	0	375	0	0	43	120	187	25
%	11.47%	32.00%	49.87%	6.67%	0.00%	60.27%	25.07%	14.67%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	11%	32%	50%	7%

VULNERABILIDAD ECONÓMICA																
SECTOR	ACTIVIDAD ECONOMICA				ACCESO AL MERCADO LABORAL				NIVEL DE INGRESOS				SITUACION DE POBREZA O DESARROLLO HUMANO			
	Alta productividad y recursos bien distribuidos	Medianamente productiva y distribución regular de los recursos	Escasamente productiva y distribución deficiente de los recursos	Sin productividad y nula distribución de recursos	Oferta laboral > Demanda	Oferta laboral = Demanda	Oferta laboral < Demanda	No hay Oferta Laboral	Alto nivel de ingresos	Suficientes nivel de ingresos	Nivel de ingresos que cubre necesidades básicas	Ingresos inferiores para cubrir necesidades básicas	Población sin pobreza	Población con menor porcentaje pobreza	Población con pobreza mediana	Población con pobreza total o extrema
Villa Industrial	45	5	5		40	5	5	5	15	30	5	5	40	5	5	5
Villa Hermosa		12	5	3	2	6	7	5		8	7	5	2	6	7	5
Sector VII-B		1	2	2	1	3	1			4	1		1	3	1	
VII-A Los Libertadores		3	3	2	4	1	1	2	2	3	1	2	4	1	1	2
Sector VIII		5	8	5	5	5	5	3	5	5	5	3	5	5	5	3
Sector III		8	10	10	3	10	10	5	3	10	10	5	10	3	12	3
Sector I	1	3	4	6	8	1	5		8	1	5		8	1	5	
Sector VI-C	8	12	12	12	15	20	8	1	10	25	8	1	23	12	8	1
Sector VI-D	1	1	1	1	1	1	1	1		2	1	1	1	1	1	1
Los Claveles	5	8	8	5	2	1	11	12	2	1	20	3	2	1	22	1
Sector VI-B	1	2	1	1	3	2			3	2			3	2		
Sector VI-A		3	4	3	4	5	1		4	5	1		4	5	1	
Sector V		1	1	15	8	8	1		8	8	1		8	8	1	
Sector IX	1	2	2	14	5	7	6	1	5	7	6	1	5	7	6	1
Nuevo Milagro	2	1	8	8	8	8	2	1	8	8	2	1	8	8	2	1
V-A Villa el Sol																
Sector V-B		5		2	5	2			5	2			5	2		
Sector II		5	5	12	11	11			11	11			11	11		
Sector IV		1	1	4	2	4			2	4			2	4		
Sector X-A				3	1	1	1		1	1	1		1	1	1	
X Iro de Mayo				17	8	8	1		8	8	1		8	8	1	
X-B El Campanario		10	10	1	8	4	7	2	8	4	7	2	8	4	7	2
IV-A Las Americas		1	5	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	1
TOTAL	64	89	95	127	146	115	75	39	110	151	84	30	161	100	88	26
%	17.07%	23.73%	25.33%	33.87%	38.93%	30.67%	20.00%	10.40%	29.33%	40.27%	22.40%	8.00%	42.93%	26.67%	23.47%	6.93%

VULNERABILIDAD SOCIAL																
SECTOR	NIVEL DE ORGANIZACIÓN				PARTICIPACIÓN DE LA POBLACIÓN EN TRABAJOS COMUNALES				GRADO DE RELACION ENTRE LAS INSTITUCIONES Y ORGANIZACIONES LOCALES				TIPO DE INTEGRACIÓN ENTRE LAS ORGANIZACIONES E INSTITUCIONES LOCALES			
	Población totalmente organizada	Población organizada	Población escasamente organizada	Población no organizada.	Participación total	Participación de la mayoría	Mínima participación	Nula participación	Fuerte relación	Medianamente relacionados	Débil relación	No existe	Integración total	Integración parcial	Baja integración	No existe integración
Villa Industrial	10	22	21	2	55				35	20			35	20		
Villa Hermosa	2	8	8	2			20			20				20		
Sector VII-B		1	4				5				5				5	
VII-A Los Libertadores	1	1	5	1			8				8				8	
Sector VIII	3	3	10	2			18				18				18	
Sector III	5	10	10	3			28				28				28	
Sector I	1	11		2				14				14				14
Sector VI-C	15	15	2	12			44					44			44	
Sector VI-D	1	1	1	1		4						4			4	
Los Claveles		15	11				26			26					26	
Sector VI-B			5				5				5				5	
Sector VI-A		10					10				10				10	
Sector V	1	15	1					17				17				17
Sector IX				19				19				19				19
Nuevo Milagro		5	14				19					19		19		
V-A Villa el Sol																
Sector V-B			7				7				7				7	
Sector II		11	11				22				22				22	
Sector IV	1	1	4					6				6				6
Sector X-A		3						3				3				3
X Iro de Mayo	5	12					17				17				17	
X-B El Campanario	15		6					21				21			21	
IV-A Las Americas			7			7				7				7		
TOTAL	60	144	127	44	55	11	229	80	35	73	120	147	35	66	215	59
%	16.00%	38.40%	33.87%	11.73%	14.67%	2.93%	61.07%	21.33%	9.33%	19.47%	32.00%	39.20%	9.33%	17.60%	57.33%	15.73%

VULNERABILIDAD CULTURAL E IDEOLÓGICO												
SECTOR	CONOCIMIENTO TOTAL DE LA POBLACIÓN SOBRE LAS CAUSAS Y CONSECUENCIAS DE LOS DESASTRES				PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN SOBRE LOS DESASTRES				ACTITUD FRENTE A LA OCURRENCIA DE DESASTRES			
	Conocimiento total de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres	La mayoría de la población tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias de los desastres	Escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres	Desconocimiento total de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres	La totalidad de la población tiene una percepción real sobre la ocurrencia de desastres	La mayoría de la población tiene una percepción real de la ocurrencia de los desastres	La mayoría de la población tiene una percepción realista y mística y religioso	Percepción totalmente irreal - místico - religioso	Actitud altamente previsoras	Actitud parcialmente previsoras	Actitud escasamente previsoras	Actitud fatalista, conformista y con desidia
Villa Industrial	55				55				55			
Villa Hermosa		20				20					20	
Sector VII-B		4	1			5				0	5	
VII-A Los Libertadores		5	3			8				5	3	
Sector VIII		10	7	1			18			10	7	1
Sector III	5	13	10	0			28		5	13	10	0
Sector I	0	0		14				14	0	0	14	
Sector VI-C	2	20	20	2		44			2	20	20	2
Sector VI-D	0	0		4				4	0	0		4
Los Claveles		15	11			26				15	11	
Sector VI-B		5	0			5					5	
Sector VI-A		10				10					10	
Sector V		17					17				17	
Sector IX			19			19					19	
Nuevo Milagro		5	5	9		5	5	9		14	5	
V-A Villa el Sol		0	0				0			0	0	
Sector V-B		5	2			2	5			5	2	
Sector II		11	11	0	11	11				11	11	
Sector IV		1	5			6				1	5	
Sector X-A		0	3				3			0	3	
X Iro de Mayo		15	2			15	2			15	2	
X-B El Campanario		15	6			15	6			15	6	
IV-A Las Americas		7	0			6	1			7	0	
TOTAL	62	178	105	30	66	197	85	27	62	131	175	7
%	16.53%	47.47%	28.00%	8.00%	17.60%	52.53%	22.67%	7.20%	16.53%	34.93%	46.67%	1.87%

03.01.01.00	EXCAVACIÓN EN TERRENO CONGLOMERADO CON EQUIPO	m ³						861.48						695.00
			1	34.72	12.00		416.64		1	29.13	10.00		291.30	
			1	37.07	12.00		444.84		1	40.37	10.00		403.70	
03.01.02.00	REFINE, PERFILADO Y COMPACTACION DEL TERRENO	m ²						94.50						120.00
			1	4.50	10.50		47.25		1	6.00	10.00		60.00	
			1	4.50	10.50		47.25		1	6.00	10.00		60.00	
03.01.03.00	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m ³						565.08						544.50
			1	18.30	12.00		219.60		1	26.46	10.00		264.60	
			1	28.79	12.00		345.48		1	27.99	10.00		279.90	
03.01.04.00	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA D=10 KM	m ³						296.40						150.50
			vol	861.48	rell	565.08	296.40		vol	695.00	rell	544.50	150.50	
03.02.00.00	MURO DE CONTENCIÓN													
03.02.01.00	GAVIONES													
03.02.01.01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GAVION TIPO CAJA PUESTO EN OBRA 5.0X1.0X1.0M 8X10 ZN+5%AL	UND	2	10.00			20.00	20.00						
03.02.02.00	SISTEMA ERDOX													
03.02.02.01	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE KIT DE ENSAMBLAJE DE MURO DE CONTENCIÓN ANCLADO TIPO PARAGUAS MODELO	UND							2	3.00			6.00	6.00

SUJETO	VULNERABILIDAD FISICA				VULNERABILIDAD ECONOMICA				VULNERABILIDAD SOCIAL				VULNERABILIDAD CULTURAL-IDEOLOGICA			SUMA
	MATERIALES DE CONTRUCCION UTILIZADA EN VIVIENDAS	LOCALIZACION DE VIVIENDAS	CARACTERISTICAS GEOLOGICAS, CALIDAD Y TIPO DE SUELO	LEYES EXISTENTES	ACTIVIDAD ECONOMICA	ACCESO AL MERCADO LABORAL	NIVEL DE INGRESOS	SITUACION DE POBREZA O DESARROLLO HUMANO	NIVEL DE ORGANIZACION	PARTICIPACION DE LA POBLACION EN TRABAJOS COMUNALES	GRADO DE RELACION ENTRE LAS INSTITUCIONES Y ORGANIZACIONES LOCALES	TIPO DE INTEGRACION ENTRE LAS ORGANIZACIONES E INTIUCIONES LOCALES	CONOCIMIENTO TOTAL DE LA POBLACION SOBRE LAS CAUSAS Y CONSECUENCIAS DE LOS DESASTRES	PERCEPCION DE LA POBLACION SOBRE LOS DESASTRES	ACTITUD FRENTE A LA OCURRENCIA DE DESASTRES	
1	1	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
2	2	4	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	22
3	2	4	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	22
4	2	4	2	1	2	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1	26
5	2	4	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	22
6	3	4	2	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	24
7	3	4	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	23
8	3	4	2	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	24
9	3	4	2	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	25
10	3	4	2	2	2	3	3	3	3	1	2	2	1	1	1	33
11	3	4	2	4	2	4	4	4	4	3	1	1	1	1	1	37
12	4	4	2	4	3	4	4	4	4	1	2	2	1	1	1	41
13	3	4	2	4	3	4	4	4	4	3	1	1	1	1	1	37
14	3	4	2	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1	1	25
15	3	4	2	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	24
16	3	4	2	1	1	1	2	1	3	1	2	2	1	1	1	26
17	3	4	2	3	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	26
18	3	4	2	3	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	26
19	3	4	2	1	1	1	2	1	3	1	2	2	1	1	1	26
20	2	4	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	22
21	3	4	2	1	1	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	27
22	1	4	2	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	21
23	1	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	20
24	3	4	2	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	24
25	3	4	2	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	24
26	3	4	2	1	1	3	3	3	2	1	1	1	1	1	1	28
27	3	4	2	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	24
28	2	4	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	21
29	1	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
30	3	4	2	3	1	3	3	3	3	1	2	2	1	1	1	33
31	2	4	2	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	23
32	3	4	2	1	2	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	25
33	4	4	2	4	3	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	32
34	3	4	2	3	3	1	1	1	3	1	2	2	1	1	1	29
35	1	4	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	20
36	3	4	2	1	1	2	2	2	4	1	2	2	1	1	1	29
37	3	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
38	3	4	2	1	2	1	1	1	3	1	2	2	1	1	1	26
39	3	4	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	22
40	3	4	2	1	3	3	3	3	3	1	2	2	1	1	1	33
41	3	4	2	4	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1	1	28
42	1	4	2	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	21
43	2	4	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	22
44	3	4	2	1	1	4	4	4	2	1	1	1	1	1	1	31
45	2	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
46	3	4	2	1	1	4	4	4	3	1	2	2	1	1	1	34
47	3	4	2	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	24
48	3	4	2	1	1	2	3	2	3	1	1	1	1	1	1	27
49	3	4	2	1	1	3	2	3	2	1	1	1	1	1	1	27
50	2	4	2	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	22
51	2	4	2	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	23
52	2	4	2	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	23
53	2	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
54	2	4	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	21
55	2	4	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	22
56	1	3	2	1	3	1	2	1	1	3	2	2	2	2	3	29
57	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	33
58	4	3	2	2	2	2	3	3	2	3	2	2	2	2	3	37
59	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2	2	2	2	3	39
60	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	39
61	3	3	2	3	3	3	4	4	3	3	2	2	2	2	3	42
62	3	3	2	3	3	4	3	3	4	3	2	2	2	2	3	42
63	4	3	2	4	2	4	2	2	4	3	2	2	2	2	3	41
64	2	3	2	4	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	35
65	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	32
66	3	3	2	4	4	4	4	4	3	3	2	2	2	2	3	45
67	4	3	2	1	4	4	2	2	3	3	2	2	2	2	3	39

68	4	3	2	2	2	3	4	4	2	3	2	2	2	2	3	40
69	3	3	2	3	2	4	3	3	2	3	2	2	2	2	3	39
70	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	44
71	2	3	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	34
72	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	41
73	2	3	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	3	35
74	3	3	2	3	2	3	2	2	3	3	2	2	2	2	3	37
75	3	3	2	3	2	2	3	3	2	3	2	2	2	2	3	37
76	3	3	2	2	3	1	4	1	2	3	3	3	2	2	3	37
77	2	3	2	3	2	3	4	3	3	3	3	3	2	2	3	41
78	2	3	2	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	39
79	3	3	2	3	4	2	4	2	3	3	3	3	2	2	3	42
80	3	3	2	2	4	2	4	2	3	3	3	3	2	2	3	41
81	3	3	2	3	2	4	4	4	2	3	3	3	2	2	2	42
82	3	3	2	3	3	3	2	4	3	3	3	3	2	2	2	41
83	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	44
84	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	30
85	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	30
86	3	3	2	3	4	4	2	2	2	3	3	3	2	2	2	40
87	3	3	2	3	3	1	4	1	3	3	3	3	2	2	2	38
88	1	3	2	3	2	1	1	1	2	3	3	3	2	2	2	31
89	4	3	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	4	53
90	1	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	41
91	2	3	2	2	3	2	2	2	3	3	3	3	2	3	2	37
92	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	44
93	3	3	2	4	2	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	47
94	3	3	2	3	3	3	3	3	4	3	3	3	2	3	2	43
95	3	3	2	3	3	2	2	2	2	3	3	3	2	3	2	38
96	3	3	2	3	4	2	2	2	3	3	3	3	2	3	2	40
97	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	40
98	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	44
99	4	3	2	3	4	4	4	4	2	3	3	3	3	3	3	48
100	2	3	2	3	4	1	3	3	2	3	3	3	2	3	2	39
101	3	3	2	2	3	1	1	1	3	3	3	3	2	3	2	35
102	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	42
103	2	3	2	2	2	1	1	1	3	3	3	3	2	3	2	33
104	3	3	2	3	2	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	35
105	2	3	2	2	3	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	36
106	2	3	2	1	3	1	1	1	1	3	3	3	2	3	2	31
107	4	2	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	50
108	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	41
109	3	2	2	2	3	2	2	2	1	3	3	3	2	3	2	35
110	3	3	2	2	3	2	2	2	2	3	3	3	2	3	2	37
111	3	3	2	3	3	2	2	4	4	3	3	3	3	3	3	44
112	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	44
113	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	44
114	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	44
115	3	2	2	3	2	2	2	2	1	2	3	3	1	3	1	33
116	3	2	2	3	2	2	2	1	1	3	3	3	1	3	1	32
117	3	2	2	3	2	2	2	1	2	3	3	3	2	3	2	35
118	4	3	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	51
119	4	3	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	50
120	3	2	2	3	3	1	1	1	2	3	3	3	3	3	3	36
121	1	2	2	3	2	1	1	1	2	3	3	3	2	3	2	31
122	1	2	2	1	2	2	2	1	2	3	3	3	2	3	2	31
123	3	3	2	3	2	2	2	2	1	3	3	3	2	3	2	36
124	2	2	2	2	4	3	3	3	2	3	3	3	1	3	1	37
125	3	2	2	2	4	3	3	3	2	3	3	3	1	3	1	38
126	3	2	2	3	4	2	2	1	1	3	3	3	2	3	2	36
127	3	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3	2	39
128	2	2	2	3	4	3	3	1	3	3	3	3	2	3	2	39
129	3	2	2	2	4	4	4	4	3	3	3	3	1	3	1	41
130	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	42
131	2	2	2	1	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	2	37
132	3	2	2	2	4	4	4	4	3	2	3	3	2	3	2	42
133	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	40
134	3	2	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	44
135	1	2	2	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	3	4	34
136	2	2	2	2	2	1	1	1	2	4	4	4	4	3	4	38
137	2	2	2	2	2	1	1	1	2	4	4	4	4	3	4	38
138	2	2	2	3	2	1	1	1	2	4	4	4	4	3	4	39
139	3	3	2	3	3	1	1	1	2	4	4	4	4	3	4	42
140	2	2	2	3	3	3	3	2	2	4	4	4	4	3	4	45
141	4	3	2	4	4	2	4	3	4	4	4	4	4	3	4	51
142	4	3	2	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	53
143	3	2	2	2	4	3	3	3	2	4	4	4	4	3	4	47
144	2	2	2	3	4	1	1	1	2	4	4	4	4	3	4	41
145	3	3	2	3	4	3	3	3	2	4	4	4	4	3	4	49

146	3	2	2	2	4	3	3	3	2	4	4	4	4	3	4	47
147	3	2	2	3	3	1	1	1	2	4	4	4	4	3	4	41
148	3	2	2	2	3	1	1	1	2	4	4	4	4	3	4	40
149	3	2	2	3	2	2	2	2	2	3	4	3	3	2	3	38
150	3	2	2	3	2	2	2	1	1	3	4	3	3	2	3	36
151	3	3	2	2	2	2	2	1	1	3	4	3	3	2	3	36
152	3	3	2	2	2	2	2	1	1	3	4	3	3	2	3	36
153	3	3	2	2	3	3	3	1	2	3	4	3	2	2	2	38
154	3	3	2	3	3	1	2	1	3	3	4	3	2	2	2	37
155	3	3	2	3	2	1	1	1	1	3	4	3	2	2	2	33
156	3	3	2	3	3	2	2	2	4	3	4	3	3	2	3	42
157	2	3	2	3	3	1	1	2	4	3	4	3	2	2	2	37
158	2	2	2	3	2	1	2	2	4	3	4	3	3	2	3	38
159	2	2	2	3	4	1	2	2	4	3	4	3	2	2	2	38
160	4	2	2	4	4	4	4	4	4	3	4	3	2	2	2	48
161	3	2	2	3	4	1	2	2	4	3	4	3	3	2	3	41
162	3	3	2	3	3	2	3	3	1	3	4	3	3	2	3	41
163	1	3	2	1	2	1	3	3	1	3	4	3	1	2	1	31
164	1	3	2	2	2	3	3	2	1	3	4	3	3	2	3	37
165	2	3	2	2	3	3	3	3	2	3	4	3	4	2	4	43
166	2	3	2	2	4	2	2	3	2	3	4	3	4	2	4	42
167	2	3	2	1	4	3	1	1	1	3	4	3	3	2	3	36
168	1	3	2	1	4	2	1	1	1	3	4	3	2	2	2	32
169	1	3	2	1	1	1	2	1	1	3	4	3	2	2	2	29
170	1	2	2	3	1	2	2	1	2	3	4	3	2	2	2	32
171	3	2	2	2	1	2	3	1	3	3	4	3	3	2	3	37
172	3	2	2	2	1	1	3	1	1	3	4	3	3	2	3	34
173	3	3	2	2	4	1	1	1	4	3	4	3	3	2	3	39
174	3	2	2	3	4	1	1	1	2	3	4	3	1	2	1	33
175	3	2	2	2	2	2	1	3	4	3	4	3	3	2	3	39
176	3	3	2	2	3	3	3	3	4	3	4	3	2	2	2	42
177	3	3	2	3	4	2	1	1	1	3	4	3	2	2	2	36
178	2	3	2	3	1	2	1	1	2	3	4	3	3	2	3	35
179	2	3	2	3	1	1	2	1	1	3	4	3	2	2	2	32
180	2	3	2	1	1	1	2	2	2	3	4	3	2	2	2	32
181	2	3	2	2	1	3	1	2	2	3	4	3	2	2	2	34
182	3	3	2	3	3	3	2	1	4	3	4	3	3	2	3	42
183	3	3	2	3	2	2	2	1	2	3	4	3	3	2	3	38
184	3	3	2	3	2	1	2	1	1	3	4	3	3	2	3	36
185	2	3	2	3	3	1	2	3	1	3	4	3	2	2	2	36
186	3	3	2	3	3	2	2	1	4	3	4	3	2	2	2	39
187	3	3	2	3	2	2	2	2	2	3	4	3	2	2	2	37
188	3	3	2	3	3	3	2	2	4	3	4	3	2	2	2	41
189	3	3	2	3	3	2	2	2	2	3	4	3	3	2	3	40
190	2	3	2	3	4	2	2	1	2	3	4	3	2	2	2	37
191	3	3	2	3	4	2	2	3	2	3	4	3	3	2	3	42
192	3	3	2	3	4	2	2	1	2	3	4	3	2	2	2	38
193	2	2	2	2	1	1	2	1	1	2	4	3	4	4	4	35
194	3	2	2	3	3	2	2	3	2	2	4	3	4	4	4	43
195	2	2	2	2	2	3	3	2	3	2	4	3	4	4	4	42
196	3	3	2	3	4	4	4	4	4	2	4	3	4	4	4	52
197	3	3	2	3	2	1	3	3	3	3	2	3	3	2	3	39
198	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	42
199	2	3	2	2	3	4	3	3	3	3	2	3	3	2	3	41
200	2	3	2	2	3	3	3	3	2	3	2	3	2	2	2	37
201	1	3	2	1	2	1	3	3	2	3	2	3	2	2	2	32
202	3	3	2	3	2	3	1	1	2	3	2	3	2	2	2	34
203	1	3	2	1	4	4	3	3	3	3	2	3	3	2	3	40
204	1	3	2	1	1	2	3	3	2	3	2	3	2	2	2	32
205	3	3	2	3	1	4	2	2	2	3	2	3	2	2	2	36
206	2	3	2	2	4	4	3	3	3	3	2	3	3	2	3	42
207	2	3	2	2	1	4	3	3	2	3	2	3	3	2	2	36
208	3	3	2	3	2	4	3	3	3	3	2	3	3	2	3	42
209	3	3	2	3	4	4	4	4	3	3	2	3	2	2	2	43
210	2	3	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	2	2	2	37
211	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	2	3	3	2	3	40
212	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	2	3	41
213	3	3	2	3	3	4	4	3	2	3	2	3	3	2	3	43
214	3	3	2	3	1	3	3	3	3	3	2	3	2	2	2	38
215	1	3	2	1	3	3	3	3	2	3	2	3	2	2	2	35
216	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	2	2	39
217	3	3	2	3	4	4	4	4	3	3	2	3	3	2	3	46
218	1	3	2	1	2	3	3	3	2	3	2	3	2	2	2	34
219	3	3	2	3	3	4	3	3	2	3	2	3	2	2	2	40
220	3	3	2	3	4	4	4	4	2	3	2	3	2	2	2	43
221	2	3	2	2	2	3	1	1	2	3	2	3	2	2	2	32
222	3	3	2	3	4	4	3	3	3	3	2	3	3	2	3	44
223	1	2	2	1	1	1	1	1	3	3	3	3	2	2	3	29

224	1	1	2	1	1	1	1	1	3	3	3	3	2	2	3	28
225	2	2	2	2	2	1	1	1	3	3	3	3	2	2	3	32
226	3	2	2	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2	2	3	38
227	4	2	2	4	4	2	2	2	3	3	3	3	2	2	3	41
228	4	2	2	4	4	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	43
229	2	2	2	2	1	1	1	1	2	3	3	3	2	2	3	30
230	3	2	2	3	4	2	2	2	2	3	3	3	2	2	3	38
231	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	42
232	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	42
233	3	2	2	3	1	1	1	1	2	3	3	3	2	2	3	32
234	3	2	2	3	2	1	1	1	2	3	3	3	2	2	3	33
235	3	2	2	3	3	2	2	2	2	3	3	3	2	2	3	37
236	2	2	2	2	1	1	1	1	2	3	3	3	2	2	3	30
237	3	2	2	3	3	2	2	2	2	3	3	3	2	2	3	37
238	1	2	2	2	2	1	1	1	1	4	4	4	2	2	3	32
239	2	2	2	2	3	2	2	2	2	4	4	4	2	2	3	38
240	2	2	2	2	4	2	2	2	2	4	4	4	2	2	3	39
241	2	2	2	3	4	1	1	1	2	4	4	4	2	2	3	37
242	2	2	2	2	4	1	1	1	2	4	4	4	2	2	3	36
243	3	2	2	2	4	2	2	2	2	4	4	4	2	2	3	40
244	3	2	2	2	4	3	3	3	2	4	4	4	2	2	3	43
245	2	2	2	2	4	1	1	1	2	4	4	4	2	2	3	36
246	2	2	2	3	4	1	1	1	2	4	4	4	2	2	3	37
247	2	2	2	1	4	1	1	1	3	4	4	4	2	2	3	36
248	2	2	2	2	4	2	2	2	2	4	4	4	2	2	3	39
249	2	2	2	2	4	2	2	2	2	4	4	4	2	2	3	39
250	3	2	2	3	4	2	2	2	2	4	4	4	2	2	3	41
251	2	2	2	2	4	1	1	1	2	4	4	4	2	2	3	36
252	2	2	2	2	4	2	2	2	2	4	4	4	2	2	3	39
253	3	2	2	3	4	1	1	1	2	4	4	4	2	2	3	38
254	3	2	2	3	4	2	2	2	2	4	4	4	2	2	3	41
255	2	2	2	2	1	1	1	1	4	4	4	4	2	3	3	36
256	2	2	2	2	2	1	1	1	4	4	4	4	2	3	3	37
257	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	2	3	3	40
258	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	2	3	3	44
259	3	2	2	3	3	2	2	2	4	4	4	4	2	3	3	43
260	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	3	52
261	2	2	2	2	4	3	3	3	4	4	4	4	2	3	3	45
262	2	2	2	2	4	3	3	3	4	4	4	4	2	3	3	45
263	1	2	2	1	4	3	3	3	4	4	4	4	2	3	3	43
264	1	2	2	1	4	2	2	2	4	4	4	4	2	3	3	40
265	2	2	2	2	4	2	2	2	4	4	4	4	2	3	3	42
266	2	2	2	2	4	3	3	3	4	4	4	4	2	3	3	45
267	3	2	2	3	4	1	1	1	4	4	4	4	2	3	3	41
268	3	2	2	3	4	2	2	2	4	4	4	4	2	3	3	44
269	2	2	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	2	3	3	39
270	2	2	2	2	4	2	2	2	4	4	4	4	2	3	3	42
271	3	2	2	3	4	3	3	3	4	4	4	4	2	3	3	47
272	3	2	2	3	4	1	1	1	4	4	4	4	2	3	3	41

273	3	2	2	3	4	2	2	2	4	4	4	4	2	3	3	44
274	2	2	2	2	4	1	1	2	3	3	4	2	4	4	4	40
275	1	2	2	1	1	1	1	1	3	3	4	2	2	2	2	28
276	2	2	2	2	1	2	2	1	3	3	4	2	2	2	2	32
277	2	2	2	3	4	2	2	2	2	3	4	2	3	3	3	39
278	3	2	2	3	4	1	1	1	2	3	4	2	4	4	4	40
279	3	2	2	3	4	4	4	4	3	3	4	2	4	4	4	50
280	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3	4	2	3	3	3	42
281	1	2	2	1	3	1	1	1	2	3	4	2	3	3	3	32
282	1	2	2	1	4	1	1	1	3	3	4	2	4	4	4	37
283	2	2	2	2	4	3	3	3	3	3	4	2	4	4	4	45
284	3	2	2	3	2	2	2	2	3	3	4	2	3	3	3	39
285	3	2	2	2	3	2	2	2	3	3	4	2	2	2	2	36
286	1	2	2	1	3	1	1	1	3	3	4	2	2	2	2	30
287	3	2	2	3	3	2	2	2	3	3	4	2	3	3	3	40
288	3	2	2	3	4	2	2	2	3	3	4	2	4	4	4	44
289	3	2	2	3	3	1	1	1	2	3	4	2	4	4	4	39
290	3	2	2	3	3	2	2	2	3	3	4	2	4	4	4	43
291	3	2	2	3	4	1	1	1	3	3	4	2	4	4	4	41
292	3	2	2	3	3	2	2	2	3	3	4	2	2	2	2	37
293	3	2	2	3	2	1	1	1	3	3	3	3	2	2	2	33
294	3	2	2	3	4	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	41
295	3	2	2	3	2	1	1	1	3	3	3	3	2	3	2	34
296	1	2	2	1	2	1	1	1	3	3	3	3	2	2	2	29
297	2	2	2	2	2	1	1	1	3	3	3	3	2	3	2	32
298	4	2	2	4	4	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	43
299	3	2	2	3	2	1	1	1	3	3	3	3	2	3	2	34
300	3	2	2	3	3	1	1	1	3	3	3	3	3	1	3	35
301	3	2	2	3	2	1	1	1	2	3	3	3	2	2	2	32
302	3	2	2	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	37
303	3	2	2	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	37
304	3	2	2	3	4	2	2	2	3	3	3	3	3	1	3	39
305	4	2	2	4	4	1	1	1	2	3	3	3	3	1	3	37
306	2	2	2	2	2	1	1	1	2	3	3	3	3	1	3	31
307	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	33
308	1	2	2	1	2	1	1	1	3	3	3	3	2	2	2	29
309	4	2	2	4	4	2	2	2	2	3	3	3	3	1	3	40
310	2	2	2	2	2	1	1	1	3	3	3	3	3	1	2	31
311	1	2	2	2	4	2	2	2	2	3	3	3	2	2	3	35
312	2	2	2	1	3	1	1	1	3	3	3	3	2	2	2	31
313	3	2	2	3	3	1	1	1	2	3	3	3	3	1	3	34
314	3	2	2	3	4	2	2	2	3	3	3	3	3	1	3	39
315	3	2	2	2	4	1	1	1	2	3	3	3	3	1	3	34
316	2	2	2	3	4	2	2	2	2	3	3	3	3	2	3	38
317	3	2	2	3	4	1	1	1	3	3	3	3	3	2	2	36
318	3	2	2	3	4	2	2	2	3	3	3	3	2	1	3	38
319	3	2	2	3	4	1	1	1	2	3	3	3	2	2	2	34
320	3	2	2	3	4	2	2	2	3	3	3	3	2	1	2	37
321	3	2	2	3	4	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	37
322	3	2	2	3	4	2	2	2	3	4	4	4	3	2	3	43
323	2	2	2	2	4	2	2	2	3	4	4	4	3	2	3	41
324	2	2	2	2	2	1	1	1	1	4	4	4	2	2	2	32
325	3	2	2	3	4	2	2	2	2	4	4	4	3	2	3	42
326	3	2	2	3	3	1	1	1	3	4	4	4	3	2	3	39
327	3	2	2	3	4	2	2	2	3	4	4	4	3	2	3	43
328	2	2	2	2	4	1	1	1	2	4	4	4	3	3	3	38
329	3	2	2	3	4	3	3	3	2	4	4	4	3	3	3	46
330	2	2	2	2	4	2	2	2	2	4	4	4	3	3	3	41
331	4	2	2	3	4	1	1	1	2	3	3	3	2	2	2	35
332	3	2	2	3	4	1	1	1	1	3	3	3	2	2	2	33
333	4	2	2	4	4	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	39
334	4	2	2	4	4	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	39
335	2	2	2	2	4	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	38
336	1	2	2	1	4	1	1	1	1	3	3	3	2	2	2	29
337	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	42
338	1	2	2	1	4	1	1	1	1	3	3	3	2	2	2	29
339	2	2	2	2	4	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	34
340	3	2	2	3	4	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	37
341	1	2	2	1	4	1	1	1	2	3	3	3	2	2	2	30
342	3	2	2	3	4	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	37
343	2	2	2	2	4	1	1	1	1	3	3	3	2	2	2	31

344	3	2	2	3	4	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	37
345	2	2	2	2	4	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	35
346	3	2	2	4	4	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	38
347	3	2	2	3	4	1	1	1	2	3	3	3	2	2	2	34
348	2	2	2	2	2	1	1	1	1	4	4	3	2	2	2	31
349	1	2	2	1	2	1	1	1	1	4	4	3	2	2	2	29
350	4	2	2	4	4	2	2	2	3	4	4	3	3	3	3	45
351	1	2	2	1	2	2	2	2	1	4	4	3	3	3	3	35
352	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	3	2	2	2	40
353	2	2	2	2	3	3	3	3	1	4	4	3	2	2	2	38
354	2	2	2	2	3	3	3	3	1	4	4	3	2	2	2	38
355	3	2	2	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3	2	2	45
356	3	2	2	3	3	1	1	1	1	4	4	3	2	2	2	34
357	2	2	2	2	2	1	1	1	3	4	4	3	3	3	3	36
358	1	2	2	1	3	3	3	3	3	4	4	3	2	2	2	38
359	1	2	2	1	3	2	2	4	1	4	4	3	3	2	2	36
360	2	2	2	3	3	4	4	2	3	4	4	3	3	3	3	45
361	3	2	2	2	2	3	3	3	1	4	4	3	2	2	2	38
362	1	2	2	1	3	1	1	1	1	4	4	3	2	2	2	30
363	2	2	2	2	3	1	2	1	1	4	4	3	2	3	3	35
364	2	2	2	2	2	2	1	2	1	4	4	3	2	2	2	33
365	2	2	2	3	2	3	3	3	1	4	4	3	2	2	2	38
366	3	2	2	4	2	3	3	3	1	4	4	3	2	2	3	41
367	1	2	2	2	2	1	1	1	1	4	4	3	2	3	3	32
368	2	2	2	2	2	1	1	1	1	4	4	3	3	2	2	32
369	2	2	2	2	3	1	1	1	3	2	2	2	2	2	2	29
370	2	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2	2	2	3	2	34
371	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	31
372	1	2	2	1	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	32
373	3	2	2	3	4	4	4	4	3	2	2	2	2	2	2	41
374	3	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	33
375	2	2	2	2	3	1	1	1	3	2	2	2	2	2	2	29
Varianza	0.612	0.534	0.000	0.789	1.212	1.007	0.863	0.938	0.777	0.824	0.971	0.666	0.664	0.561	0.735	
Sumatoria de Varianza	11.152															
Varianza de la suma de los items	44.997															

$$= \frac{\quad}{\quad} * \left[\frac{\sum}{\quad} \right]$$

=	Coficiente de confiabilidad del	= 0.806
=	Número de items del instrumento	= 15
=	Sumatoria de las varianzas de los	= 11.152
=	Varianza total del instrumento	= 44.997

PLANO DE LOCALIZACION

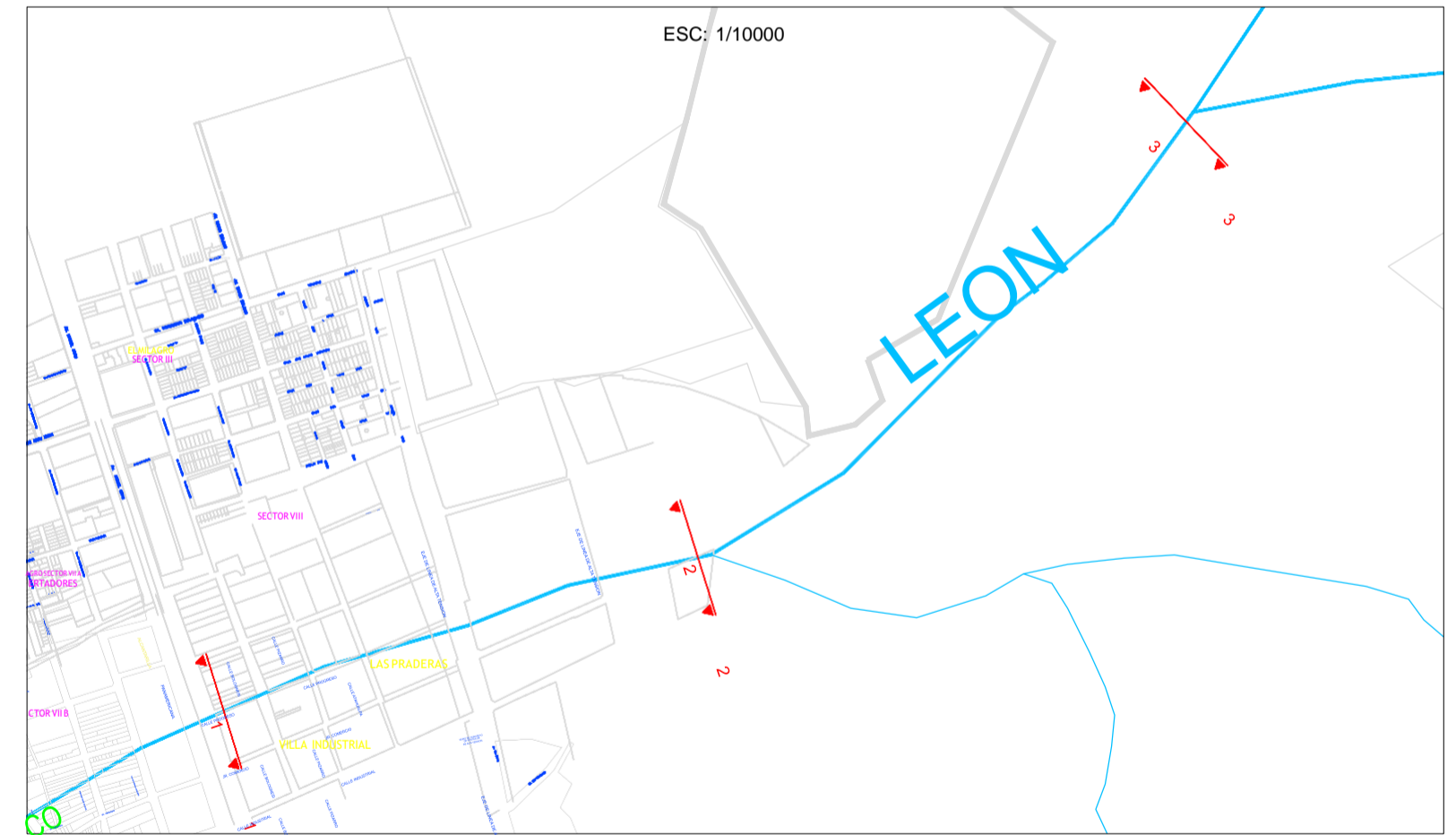
ESC: 1/20000


HUANCHACO

PLANO DE UBICACION

HUANCHACO

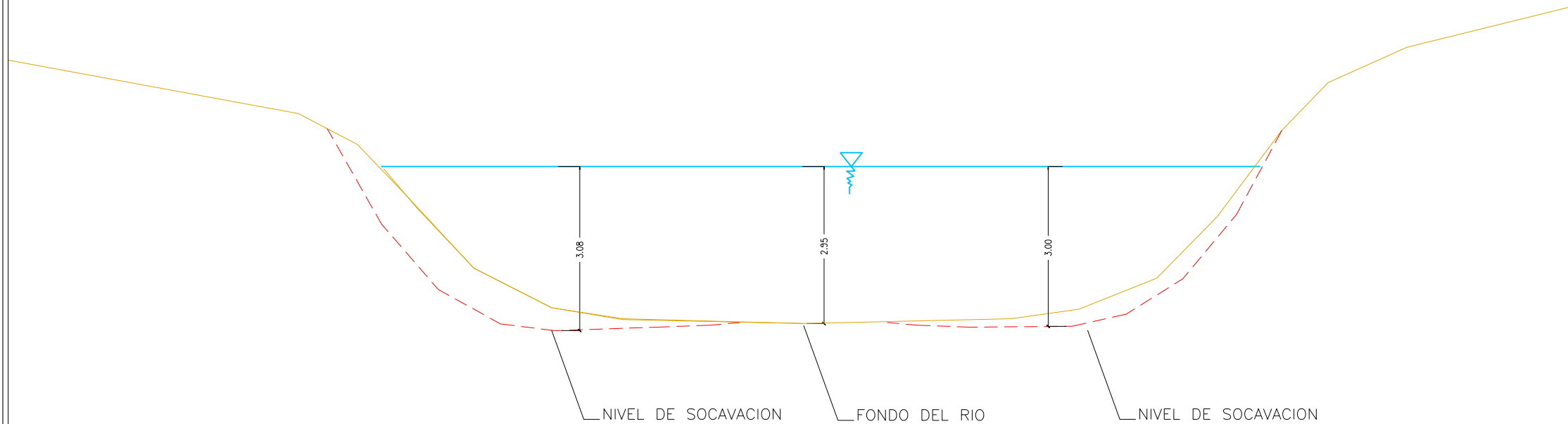
OCEANO PACIFICO




	Proyecto: Estimación de la vulnerabilidad por inundaciones en La Quebrada El León y propuesta de mejora con fines de protección en el centro poblado El Milagro - La Libertad, 2020		
	Plano: ESTUDIO DE DEFENSA RIVEREÑA - LOCALIZACION Y UBICACION		
Tesisistas: Medina Espinoza, Erick German Panduro Sisniegas, Sergio Carlos	Departamento: La Libertad	Provincia: Trujillo	Distrito: Huanchaco
Asesor: Ing. Aguilar Villena, Roxana Milagros	Proyección:	Especialidad: Topografía	Fecha: Enero - 2021
			T - 01

BCCION 01 - 01

ESCALA = 1:100

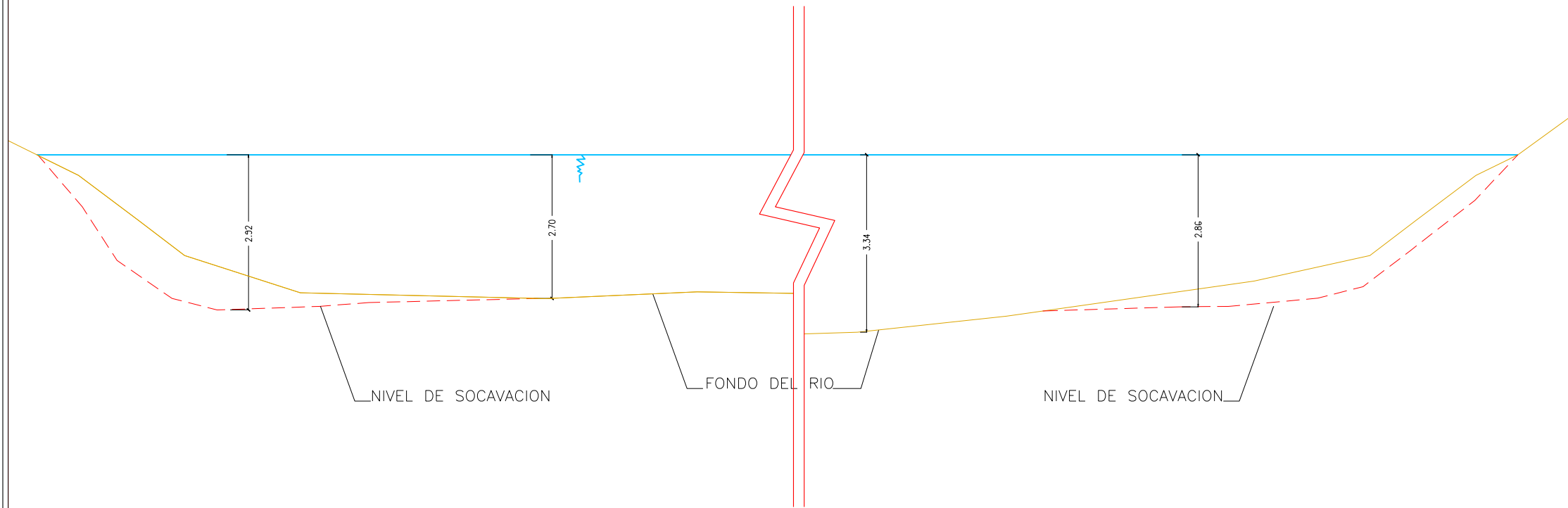


NIVEL MAXIMO DE AGUA: 2.95M
ALTURA LIBRE PARA ESPEJO DE AGUA: 3.25M
CAUDAL DE CANAL: 337.31M³/S
TIPOLOGIA DE MATERIAL DE ARRASTRE DEL RIO:
Rocas, gravas, arenas, escombros, material vegetal


	Proyecto: Estimación de la vulnerabilidad por inundaciones en La Quebrada El León y propuesta de mejora con fines de protección en el centro poblado El Milagro - La Libertad, 2020			
	Plano: ESTUDIO DE DEFENSA RIVEREÑA - PERFILES DE SECCIONES			
Tesisistas: Medina Espinoza, Erick German Panduro Sisniegas, Sergio Carlos		Departamento: La Libertad	Provincia: Trujillo	Distrito: Huanchaco
Asesor: Ing. Aguilar Villena, Roxana Milagros		Especialidad: Topografía		Plano: PT-01
Proyección:		Escala: 1:100	Fecha: Enero - 2021	

SECCION 02 - 02

ESCALA = 1:100

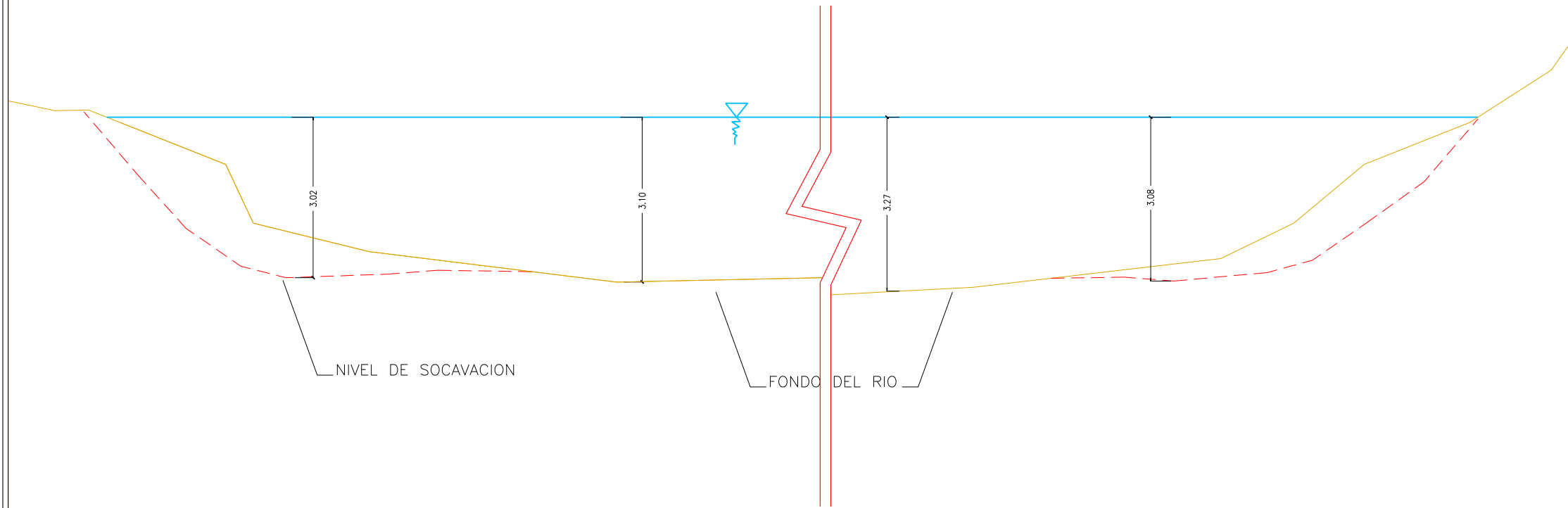


NIVEL MAXIMO DE AGUA: 2.70M
ALTURA LIBRE PARA ESPEJO DE AGUA: 3.00M
TIPOLOGIA DE MATERIAL DE ARRASTRE DEL RIO:
Rocas, gravas, arenas, escombros, material vegetal


	Proyecto: Estimación de la vulnerabilidad por inundaciones en La Quebrada El León y propuesta de mejora con fines de protección en el centro poblado El Milagro - La Libertad, 2020			
	Plano: ESTUDIO DE DEFENSA RIVEREÑA - PERFILES DE SECCIONES			
Tesisistas: Medina Espinoza, Erick German Panduro Sisniegas, Sergio Carlos		Departamento: La Libertad	Provincia: Trujillo	Distrito: Huanchaco
Asesor: Ing. Aguilar Villena, Roxana Milagros		Especialidad: Topografía		Plano: PT-02
Proyección:		Escala: 1:100	Fecha: Enero - 2021	

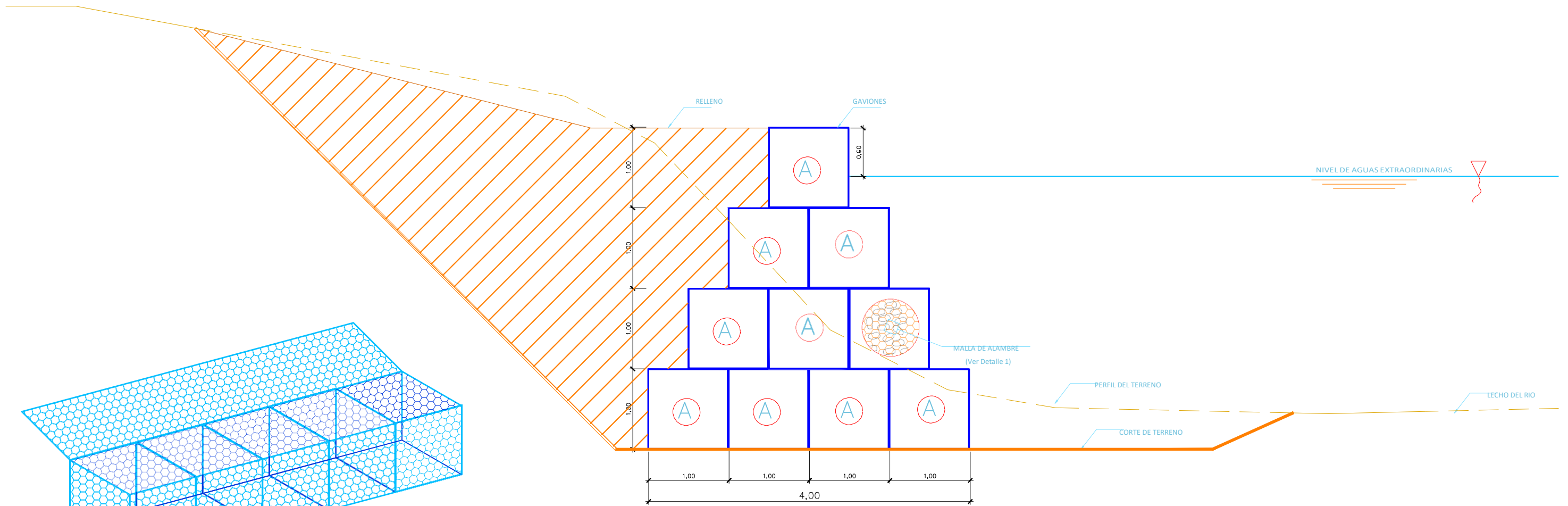
SECCION 03 - 03

ESCALA = 1:100



NIVEL MAXIMO DE AGUA: 3.10M
ALTURA LIBRE PARA ESPEJO DE AGUA: 3.40M
TIPOLOGIA DE MATERIAL DE ARRASTRE DEL RIO:
Rocas, gravas, arenas, escombros, material vegetal

	Proyecto: Estimación de la vulnerabilidad por inundaciones en La Quebrada El León y propuesta de mejora con fines de protección en el centro poblado El Milagro - La Libertad, 2020			
	Plano: ESTUDIO DE DEFENSA RIVEREÑA - PERFILES DE SECCION			
Tesisistas: Medina Espinoza, Erick German Panduro Sisniegas, Sergio Carlos		Departamento: La Libertad	Provincia: Trujillo	Distrito: Huanchaco
Asesor: Ing. Aguilar Villena, Roxana Milagros		Especialidad: Topografía		Plano: PT - 03
Proyección:		Escala: 1/100	Fecha: Enero - 2021	



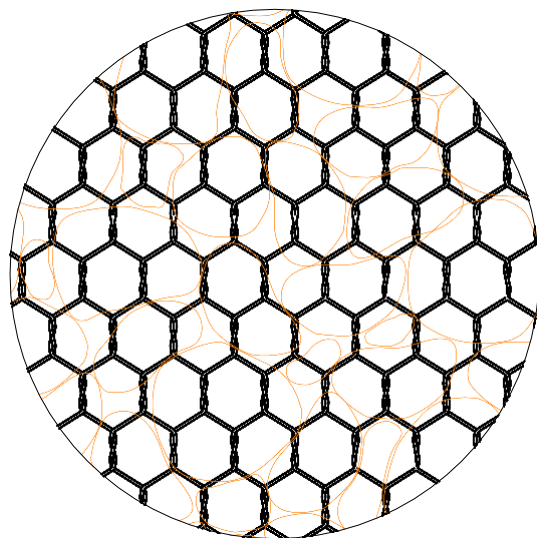
SECCION 01-01

ESC. 1/50

ESPECIFICACIONES TECNICAS

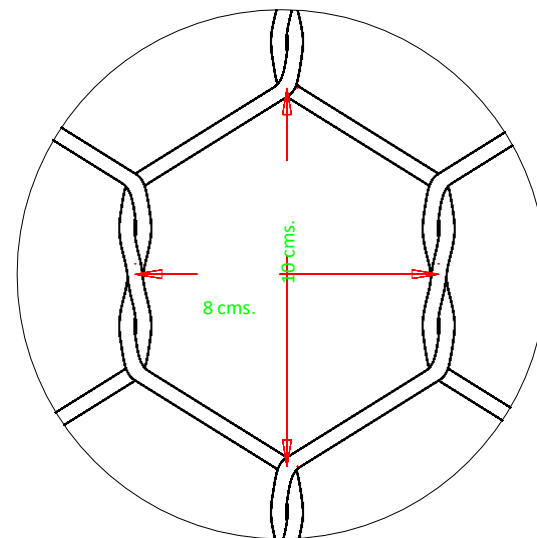
- | | |
|--|---|
| CORTE MATERIAL PROPIO | ▪ TALUD DE CORTE 1:1 |
| RELLENO COMPACTADO MATERIAL PROPIO | ▪ SELECCIONADO GRANULAR FINO COMPACTADO EN CAPAS DE 0.50 mts. |
| GAVIONES CAJA MATERIAL SELECCIONADO DIMENSIONES | ▪ P.G. Ø6" o 8"
CAJA DE 5.00x1.00x1.00 mts. A |
| MALLA | ▪ DOBLE TORSION (ASTM A975-97)
COCADA 8X10 CM. HEXAGONAL |

GAVIONES TIPO CAJA



DETALLE DE MALLA

ESC. 1/2



DETALLE N° 1

ESC. 1/10



Proyecto:

Estimación de la vulnerabilidad por inundaciones en La Quebrada El León y propuesta de mejora con fines de protección en el centro poblado El Milagro - La Libertad, 2020

Plano:

ESTUDIO DE DEFENSA RIVEREÑA - ESTRUCTURA GAVIONES

Tesistas:

Medina Espinoza, Erick German
Panduro Sisniegas, Sergio Carlos

Departamento:

La Libertad

Provincia:

Trujillo

Distrito:

Huanchaco

Especialidad:

Estructura

Plano:

E - 01

Asesor:

Ing. Aguilar Villena,
Roxana Milagros

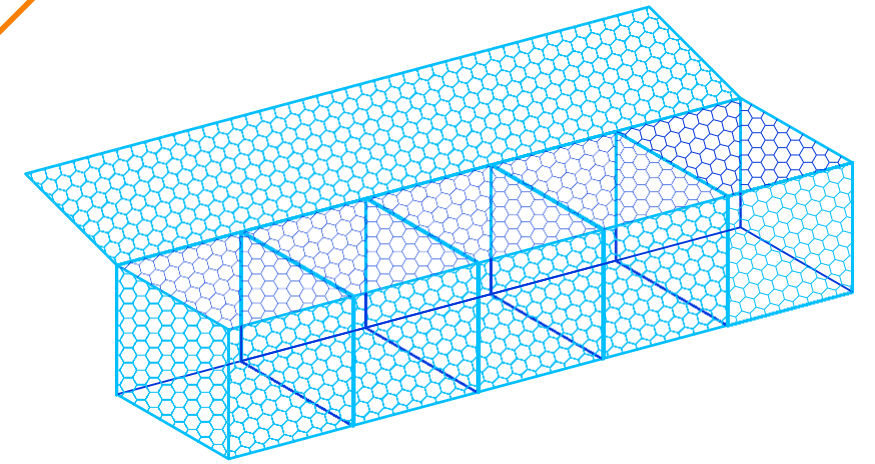
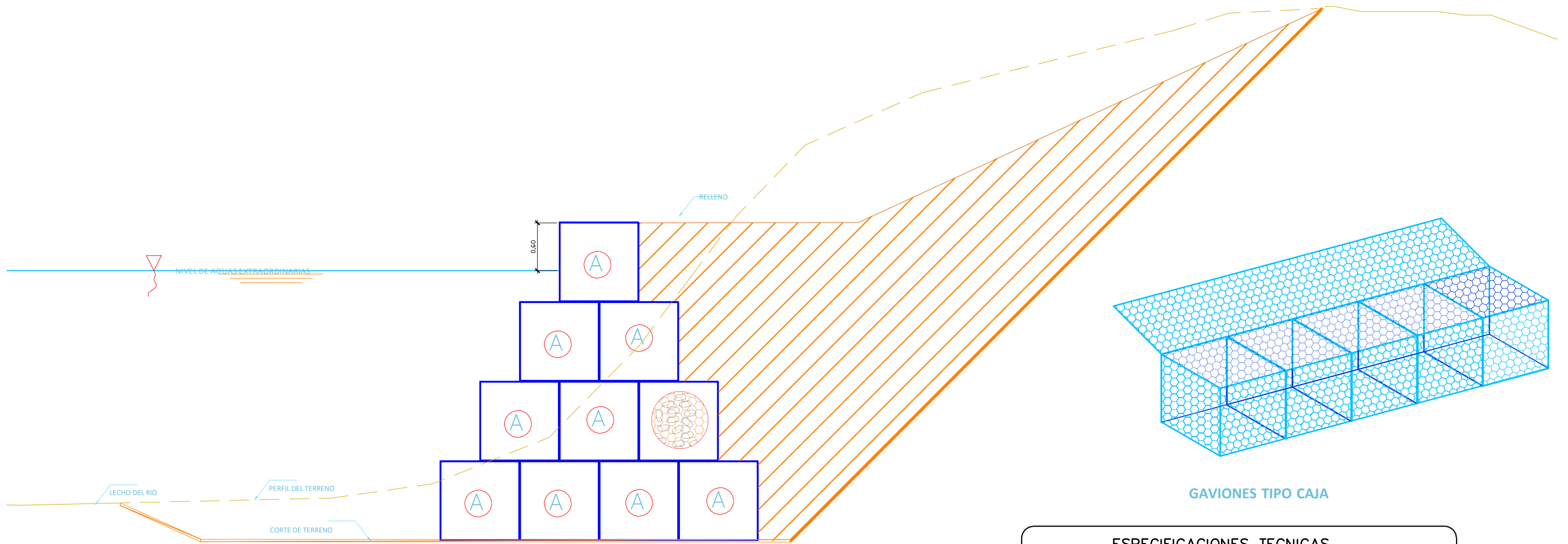
Proyección:

Escala:

Indicada

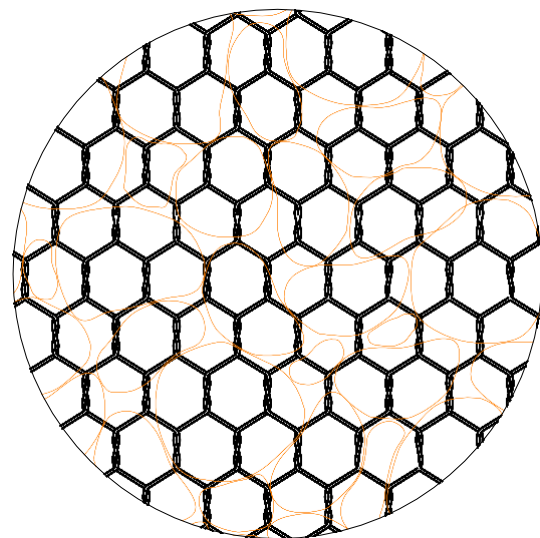
Fecha:

Enero - 2021



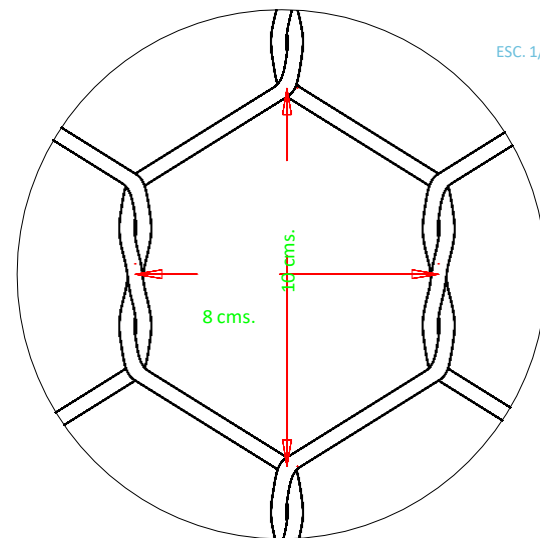
GAVIONES TIPO CAJA

SECCION 01-01



DETALLE DE MALLA

ESC. 1/2



DETALLE N° 1

ESC. 1/10

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- | | |
|--|---|
| CORTE MATERIAL PROPIO | ▪ TALUD DE CORTE 1:1 |
| RELLENO COMPACTADO MATERIAL PROPIO | ▪ SELECCIONADO GRANULAR FINO COMPACTADO EN CAPAS DE 0.50 mts. |
| GAVIONES CAJA MATERIAL SELECCIONADO DIMENSIONES | ▪ P.G. Ø6" o 8"
CAJA DE 5.00x1.00x1.00 mts. A |
| MALLA | ▪ DOBLE TORSION (ASTM A975-97)
COCADA 8X10 CM. HEXAGONAL |



Proyecto: Estimación de la vulnerabilidad por inundaciones en La Quebrada El León y propuesta de mejora con fines de protección en el centro poblado El Milagro - La Libertad, 2020

Plano: ESTUDIO DE DEFENSA RIVEREÑA - ESTRUCTURA GAVIONES

Tesistas:
Medina Espinoza, Erick German
Panduro Sisniegas, Sergio Carlos

Departamento: La Libertad	Provincia: Trujillo	Distrito: Huanchaco
------------------------------	------------------------	------------------------

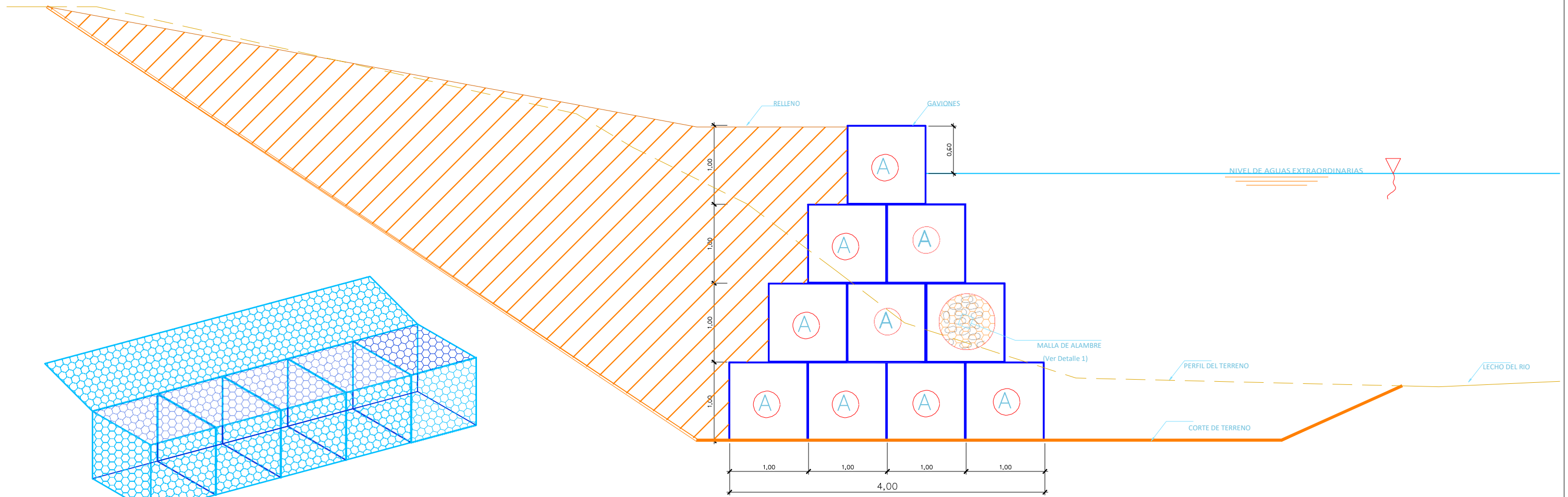
Especialidad: Estructura	Plano: E - 02
-----------------------------	------------------

Asesor:
Ing. Aguilar Villena,
Roxana Milagros

Proyección:

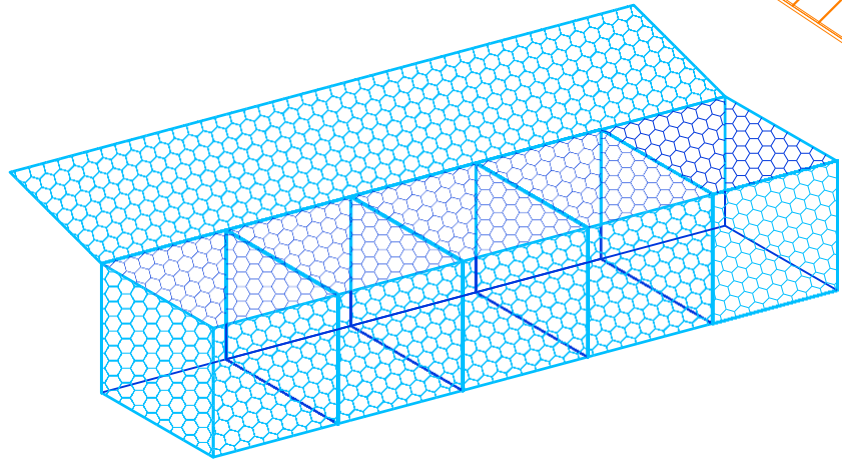
Escala:
Indicada

Fecha:
Enero - 2021

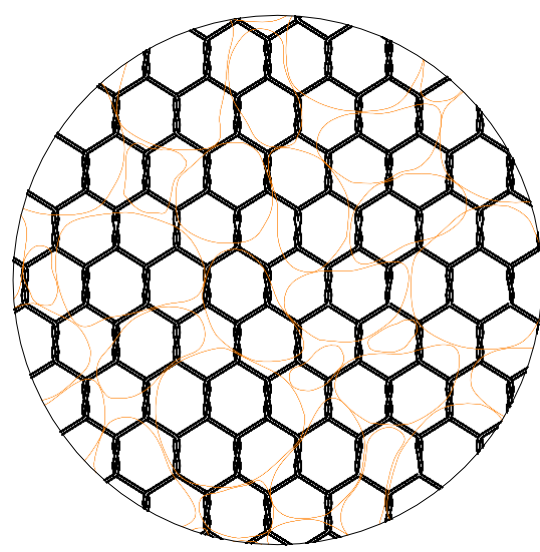


SECCION 02-02

ESC. 1/50

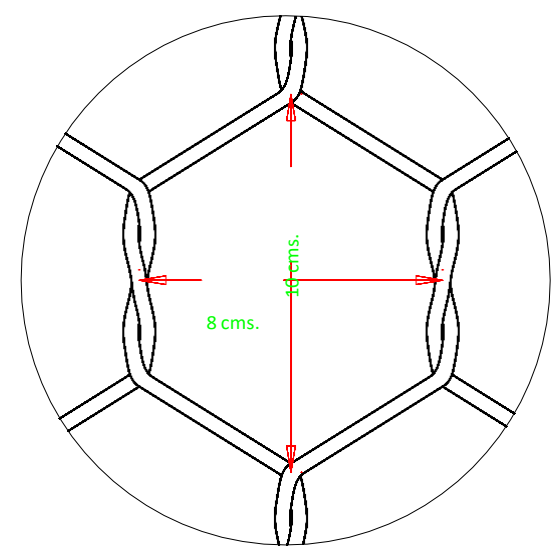


GAVIONES TIPO CAJA



DETALLE DE MALLA

ESC. 1/2

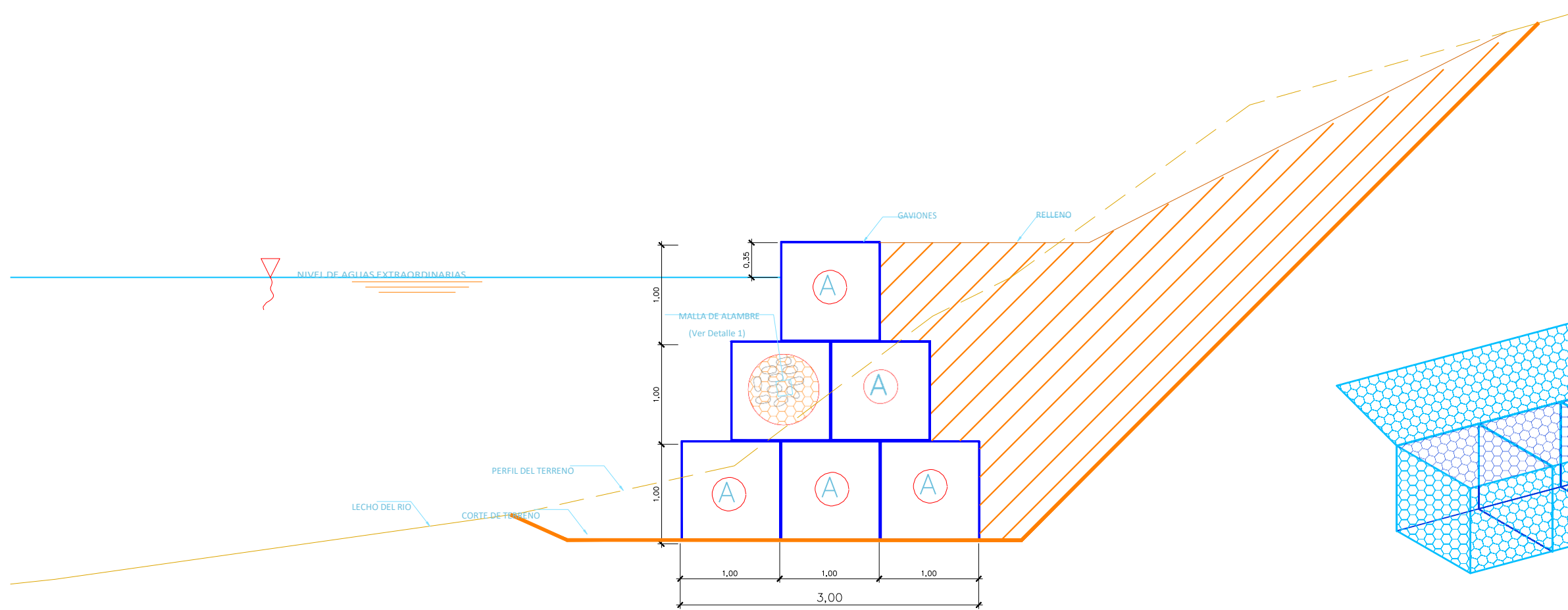


DETALLE N° 1

ESC. 1/10

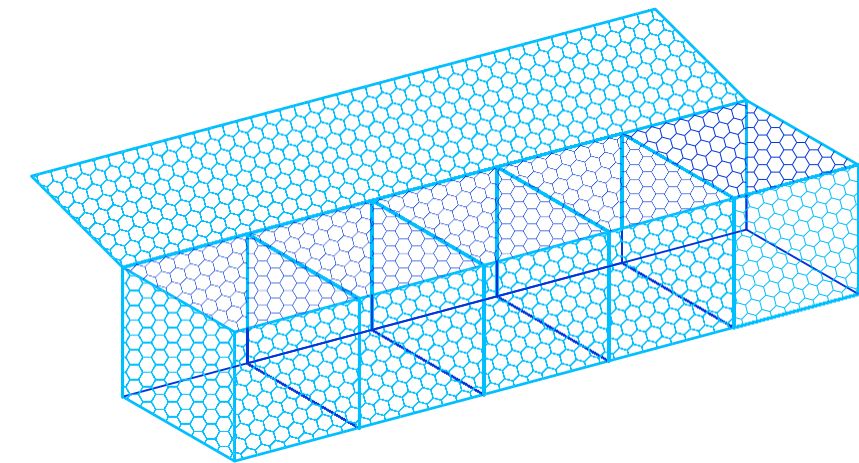
ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CORTE MATERIAL PROPIO	TALUD DE CORTE 1:1.5
RELLENO COMPACTADO MATERIAL PROPIO	SELECCIONADO GRANULAR FINO COMPACTADO EN CAPAS DE 0.50 mts.
GAVIONES CAJA MATERIAL SELECCIONADO DIMENSIONES	P.G. Ø6" o 8" CAJA DE 5.00x1.00x1.00 mts. A
MALLA	DOBLE TORSION (ASTM A975-97) COCADA 8x10 CM. HEXAGONAL

	Proyecto:	Estimación de la vulnerabilidad por inundaciones en La Quebrada El León y propuesta de mejora con fines de protección en el centro poblado El Milagro - La Libertad, 2020		
	Plano:	ESTUDIO DE DEFENSA RIVEREÑA - ESTRUCTURA GAVIONES		
Tesistas:	Departamento:	Provincia:	Distrito:	
Medina Espinoza, Erick German	La Libertad	Trujillo	Huanchaco	
Panduro Sisniegas, Sergio Carlos	Especialidad:	Estructura		Plano:
Asesor:	Proyección:	Escala:	Fecha:	E - 03
Ing. Aguilar Villena, Roxana Milagros		Indicada	Enero - 2021	



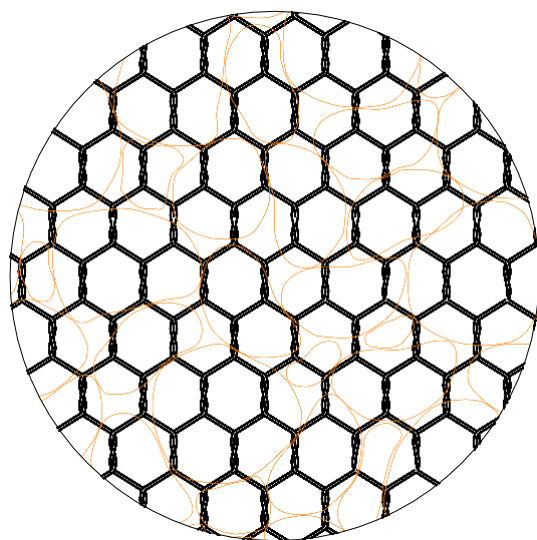
SECCION 02-02

ESC. 1/50



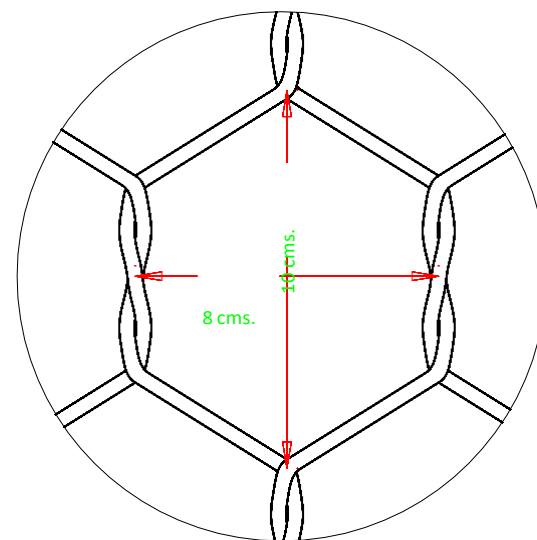
GAVIONES TIPO CAJA

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CORTE MATERIAL PROPIO	TALUD DE CORTE 1:1.5
RELLENO COMPACTADO MATERIAL PROPIO	SELECCIONADO GRANULAR FINO COMPACTADO EN CAPAS DE 0.50 mts.
GAVIONES CAJA MATERIAL SELECCIONADO DIMENSIONES	P.G. Ø6" o 8" CAJA DE 5.00x1.00x1.00 mts. A
MALLA	DOBLE TORSION (ASTM A975-97) COCADA 8X10 CM. HEXAGONAL



DETALLE DE MALLA

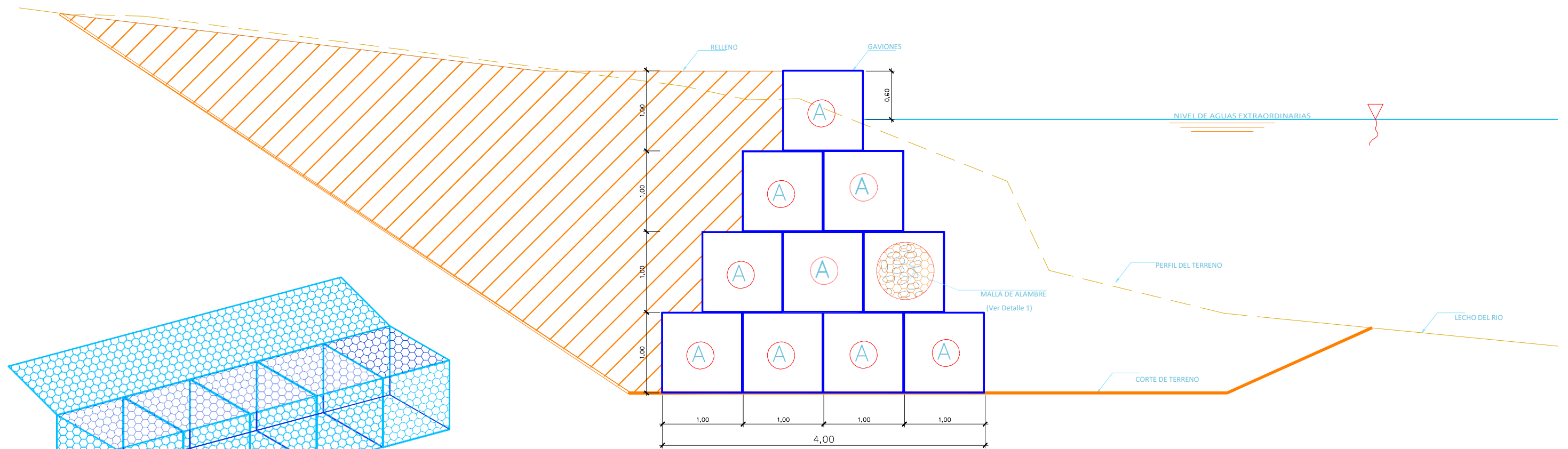
ESC. 1/2



DETALLE N° 1

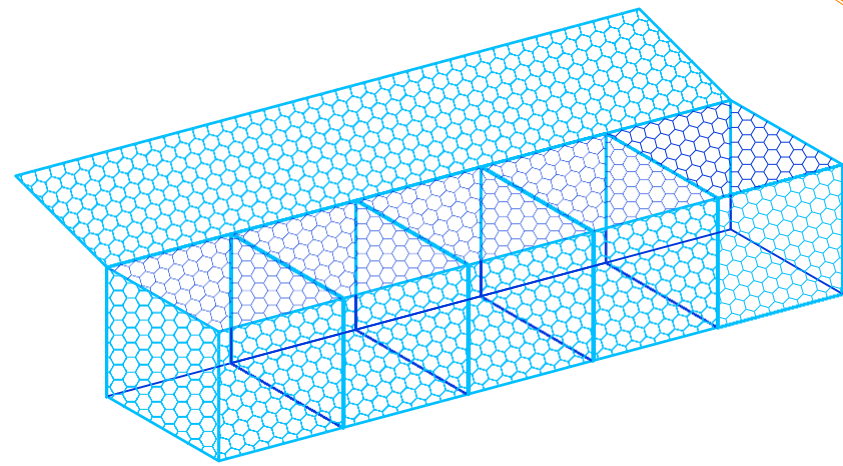
ESC. 1/10

	Proyecto: Estimación de la vulnerabilidad por inundaciones en La Quebrada El León y propuesta de mejora con fines de protección en el centro poblado El Milagro - La Libertad, 2020		
	Plano: ESTUDIO DE DEFENSA RIVEREÑA - ESTRUCTURA GAVIONES		
Tesistas: Medina Espinoza, Erick German Panduro Sisniegas, Sergio Carlos	Departamento: La Libertad	Provincia: Trujillo	Distrito: Huanchaco
Asesor: Ing. Aguilar Villena, Roxana Milagros	Proyección:	Especialidad: Estructura	Fecha: Enero - 2021
			E - 04



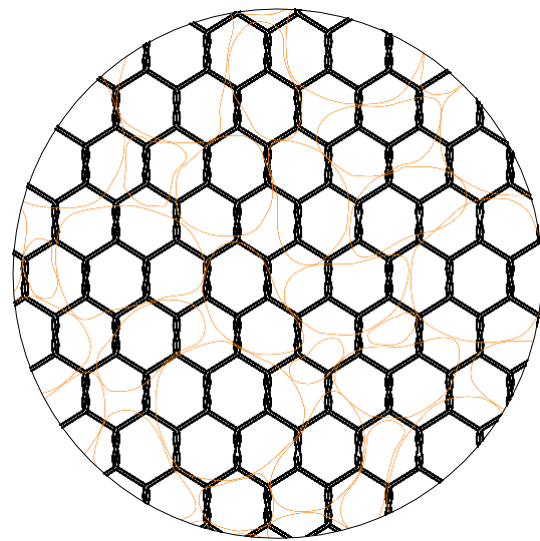
SECCION 03-03

ESC. 1/50



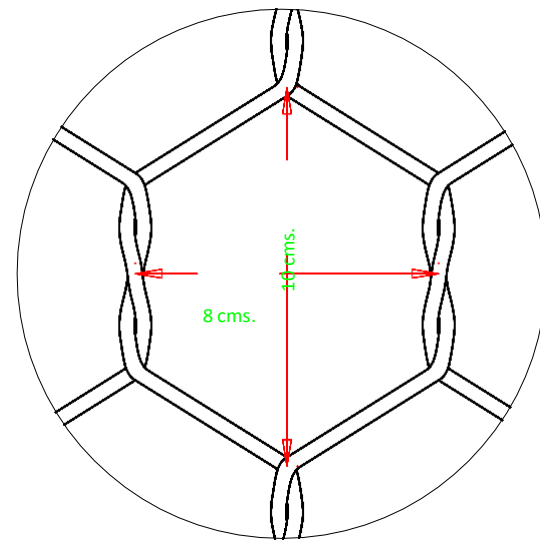
GAVIONES TIPO CAJA

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CORTE MATERIAL PROPIO	TALUD DE CORTE 1:1.5
RELLENO COMPACTADO MATERIAL PROPIO	SELECCIONADO GRANULAR FINO COMPACTADO EN CAPAS DE 0.50 mts.
GAVIONES CAJA MATERIAL SELECCIONADO DIMENSIONES	P.G. Ø6" o 8" CAJA DE 5.00x1.00x1.00 mts. A
MALLA	DOBLE TORSION (ASTM A975-97) COCADA 8x10 CM. HEXAGONAL



DETALLE DE MALLA

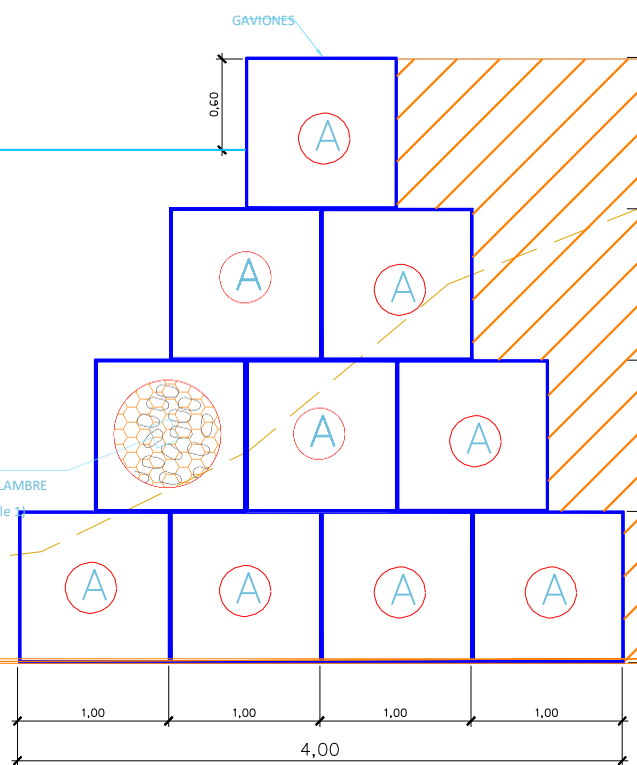
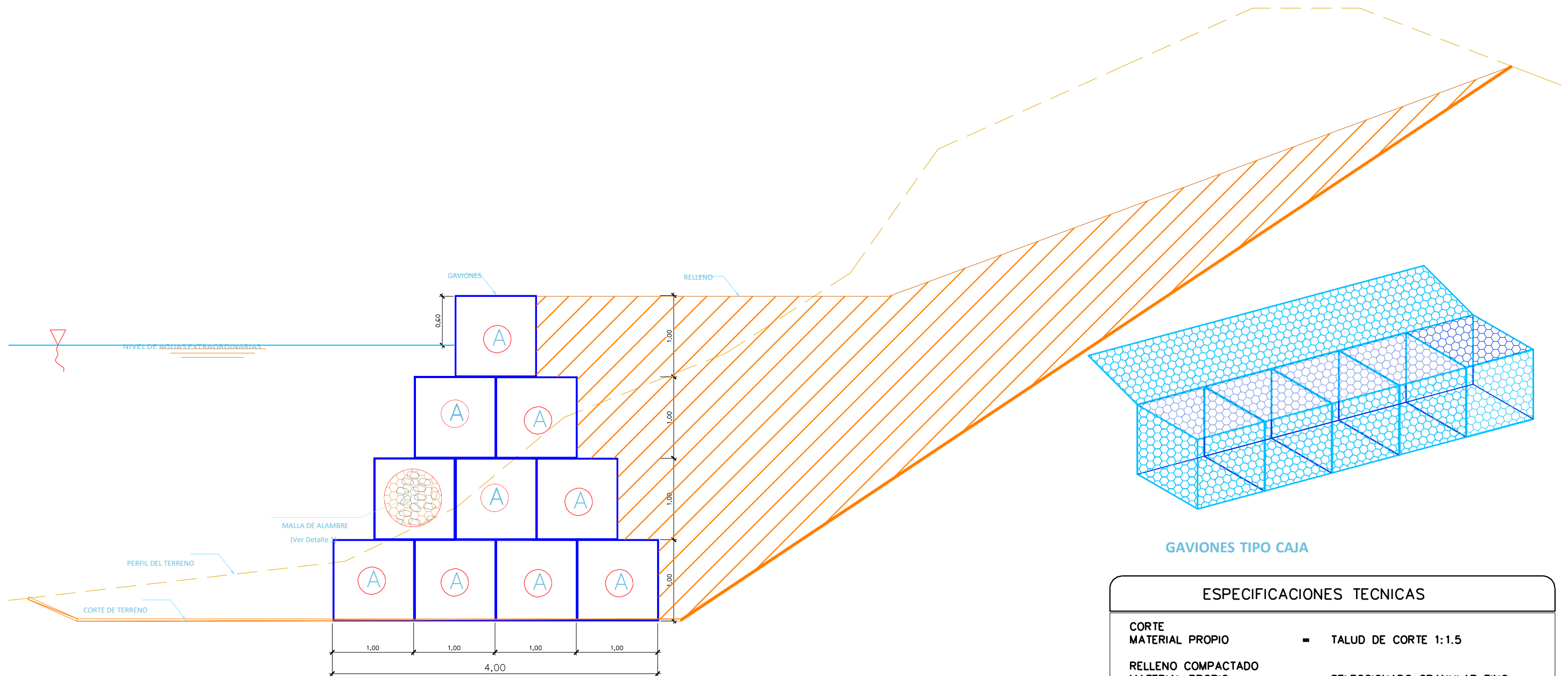
ESC. 1/2



DETALLE N° 1

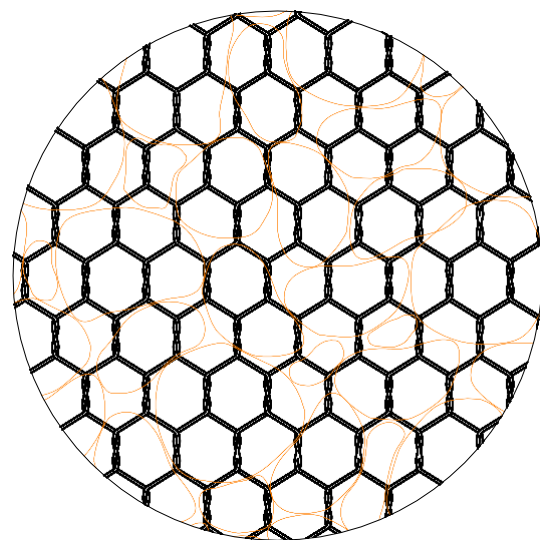
ESC. 1/10

	Proyecto:	Estimación de la vulnerabilidad por inundaciones en La Quebrada El León y propuesta de mejora con fines de protección en el centro poblado El Milagro - La Libertad, 2020		
	Plano:	ESTUDIO DE DEFENSA RIVEREÑA - ESTRUCTURA GAVIONES		
Tesistas:	Departamento:	Provincia:	Distrito:	
Medina Espinoza, Erick German Panduro Sisniegas, Sergio Carlos	La Libertad	Trujillo	Huanchaco	
Asesor:	Proyección:	Especialidad:	Plano:	
Ing. Aguilar Villena, Roxana Milagros		Estructura	E - 05	
		Escala:	Fecha:	
		Indicada	Enero - 2021	



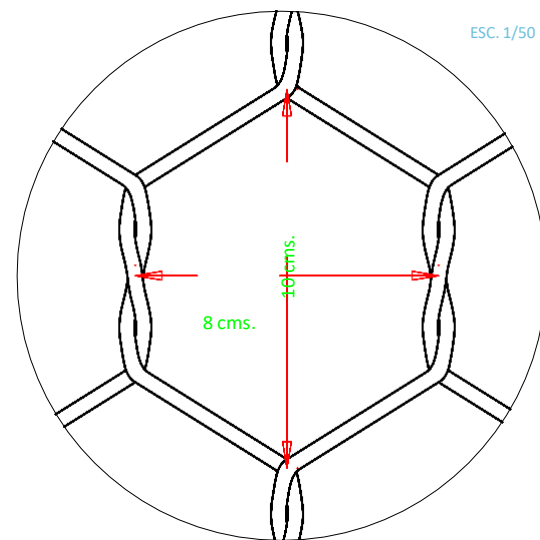
SECCION 03-03

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CORTE MATERIAL PROPIO	TALUD DE CORTE 1:1.5
RELLENO COMPACTADO MATERIAL PROPIO	SELECCIONADO GRANULAR FINO COMPACTADO EN CAPAS DE 0.50 mts.
GAVIONES CAJA MATERIAL SELECCIONADO DIMENSIONES	P.G. Ø6" o 8" CAJA DE 5.00x1.00x1.00 mts. A
MALLA	DOBLE TORSION (ASTM A975-97) COCADA 8x10 CM. HEXAGONAL



DETALLE DE MALLA

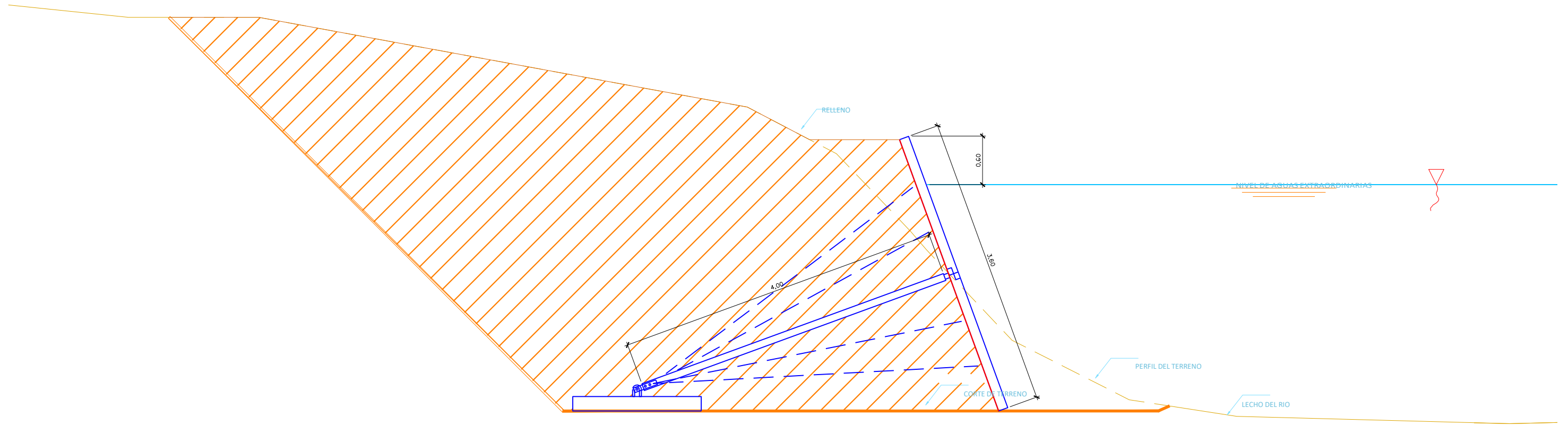
ESC. 1/2



DETALLE N° 1

ESC. 1/10

	Proyecto: Estimación de la vulnerabilidad por inundaciones en La Quebrada El León y propuesta de mejora con fines de protección en el centro poblado El Milagro - La Libertad, 2020		
	Plano: ESTUDIO DE DEFENSA RIVEREÑA - ESTRUCTURA GAVIONES		
Tesistas: Medina Espinoza, Erick German Panduro Sisniegas, Sergio Carlos	Departamento: La Libertad	Provincia: Trujillo	Distrito: Huanchaco
Asesor: Ing. Aguilar Villena, Roxana Milagros	Proyección:	Especialidad: Estructura	Fecha: Enero - 2021
			E - 06



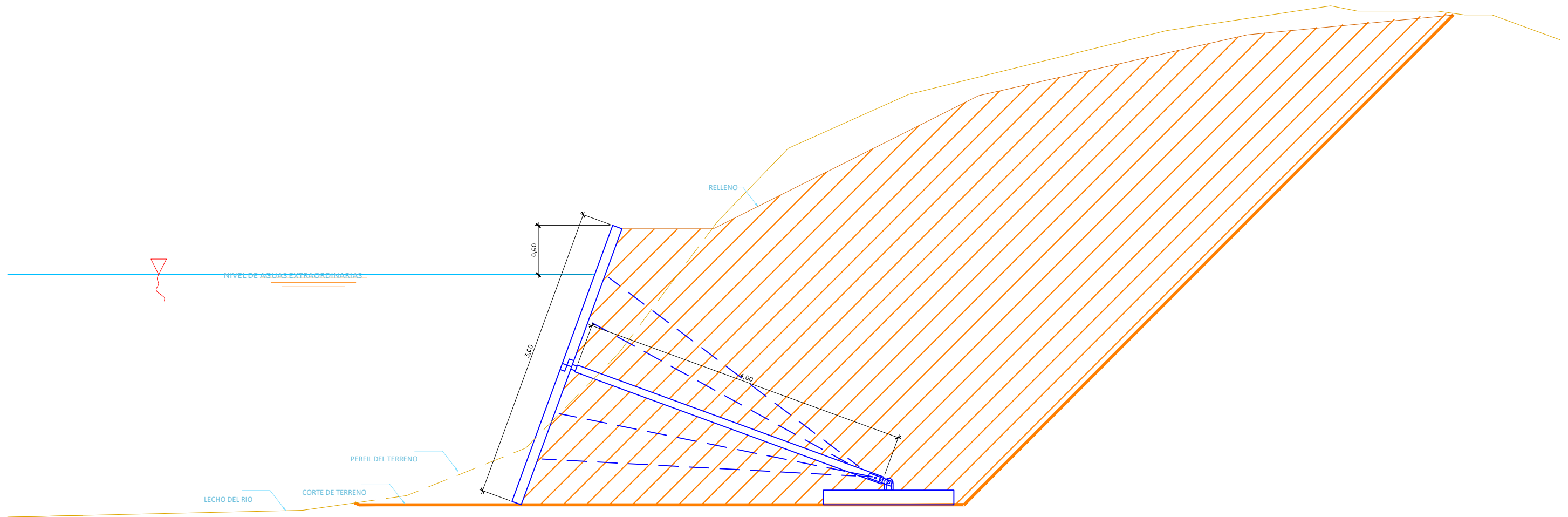
SECCION 01-01

ESC. 1/50

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- | | |
|------------------------------------|---|
| CORTE MATERIAL PROPIO | ▪ TALUD DE CORTE 1:1 |
| RELLENO COMPACTADO MATERIAL PROPIO | ▪ SELECCIONADO GRANULAR FINO COMPACTADO EN CAPAS DE 0.50 mts. |
| MURO DE CONTENCION SISTEMA TIPO | ERDOX TIERRA ANCLADO TIPO PARAGUAS |
| DIMENSIONES PLACA DE CONCRETO | ▪ L 310 X H 360 CM – PALO 400 CM PREFABRICADO 160 X 160 X 18 CM |

	Proyecto: Estimación de la vulnerabilidad por inundaciones en La Quebrada El León y propuesta de mejora con fines de protección en el centro poblado El Milagro - La Libertad, 2020		
	Plano: ESTUDIO DE DEFENSA RIVEREÑA - ESTRUCTURA ERDOX		
Tesistas: Medina Espinoza, Erick German Panduro Sisniegas, Sergio Carlos	Departamento: La Libertad	Provincia: Trujillo	Distrito: Huanchaco
Asesor: Ing. Aguilar Villena, Roxana Milagros	Proyección:	Especialidad: Estructura	Fecha: Enero - 2021
			E - 07



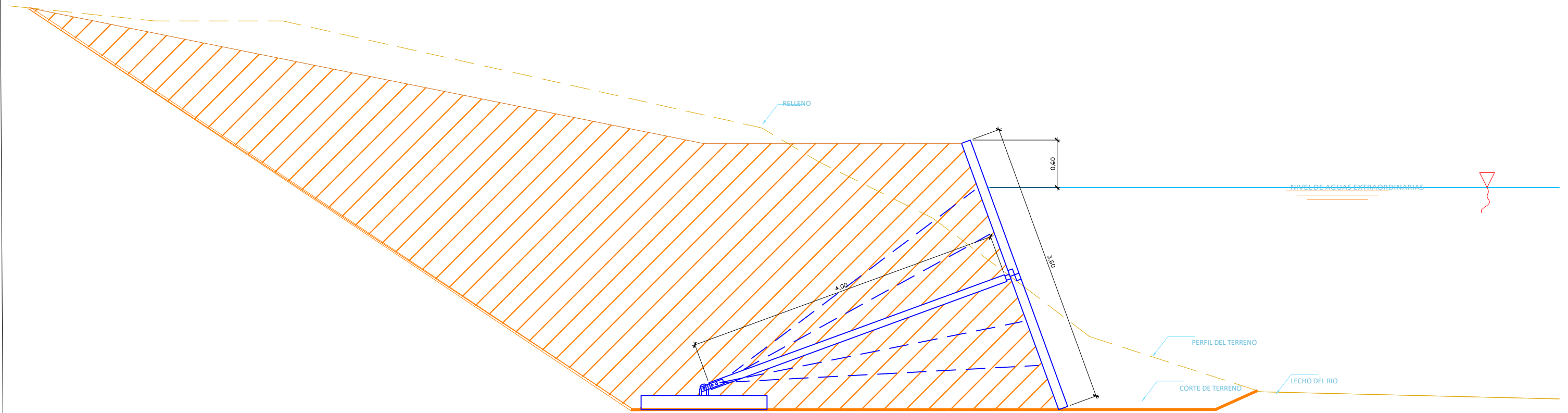
SECCION 01-01

ESC. 1/50

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- CORTE MATERIAL PROPIO ■ TALUD DE CORTE 1:1
- RELLENO COMPACTADO MATERIAL PROPIO ■ SELECCIONADO GRANULAR FINO COMPACTADO EN CAPAS DE 0.50 mts.
- MURO DE CONTENCION SISTEMA ERDOX TIERRA ANCLADO TIPO PARAGUAS
- TIPO ■ L 310 X H 360 CM – PALO 400 CM
- DIMENSIONES ■ PREFABRICADO 160 X 160 X 18 CM
- PLACA DE CONCRETO

	Proyecto: Estimación de la vulnerabilidad por inundaciones en La Quebrada El León y propuesta de mejora con fines de protección en el centro poblado El Milagro - La Libertad, 2020		
	Plano: ESTUDIO DE DEFENSA RIVEREÑA - ESTRUCTURA ERDOX		
Tesisistas: Medina Espinoza, Erick German Panduro Sisniegas, Sergio Carlos	Departamento: La Libertad	Provincia: Trujillo	Distrito: Huanchaco
Asesor: Ing. Aguilar Villena, Roxana Milagros	Proyección:	Especialidad: Estructura	Fecha: Enero - 2021
			E - 08

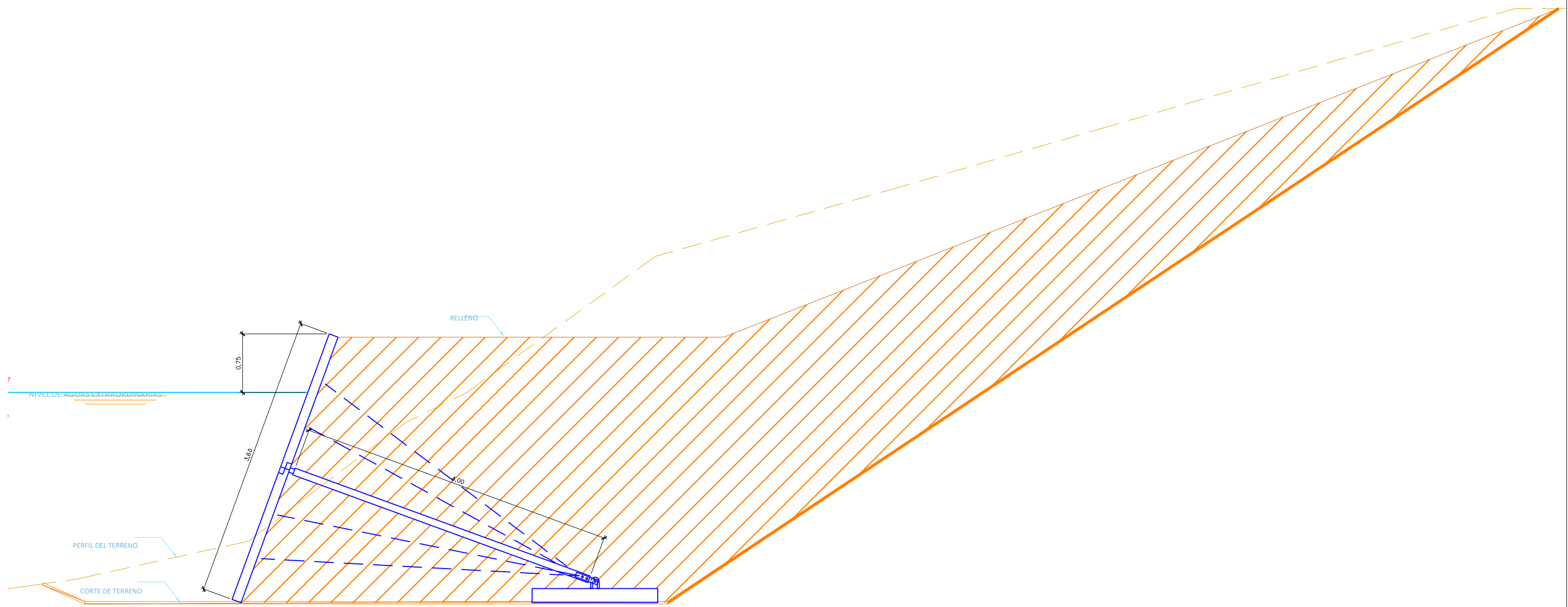


SECCION 02-02

ESC. 1/50

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CORTE MATERIAL PROPIO	TALUD DE CORTE 1:1.5
RELLENO COMPACTADO MATERIAL PROPIO	SELECCIONADO GRANULAR FINO COMPACTADO EN CAPAS DE 0.50 mts.
MURO DE CONTENCIÓN SISTEMA ERDOX TIERRA TIPO	ANCLADO TIPO PARAGUAS
DIMENSIONES PLACA DE CONCRETO	L 310 X H 360 CM – PALO 400 CM PREFABRICADO 160 X 160 X 18 CM

	Proyecto: Estimación de la vulnerabilidad por inundaciones en La Quebrada El León y propuesta de mejora con fines de protección en el centro poblado El Milagro - La Libertad, 2020		
	Plano: ESTUDIO DE DEFENSA RIVEREÑA - ESTRUCTURA ERDOX		
Tesistas: Medina Espinoza, Erick German Panduro Sisniegas, Sergio Carlos	Departamento: La Libertad	Provincia: Trujillo	Distrito: Huanchaco
Asesor: Ing. Aguilar Villena, Roxana Milagros	Proyección:	Especialidad: Estructura	Fecha: Enero - 2021
			E - 09

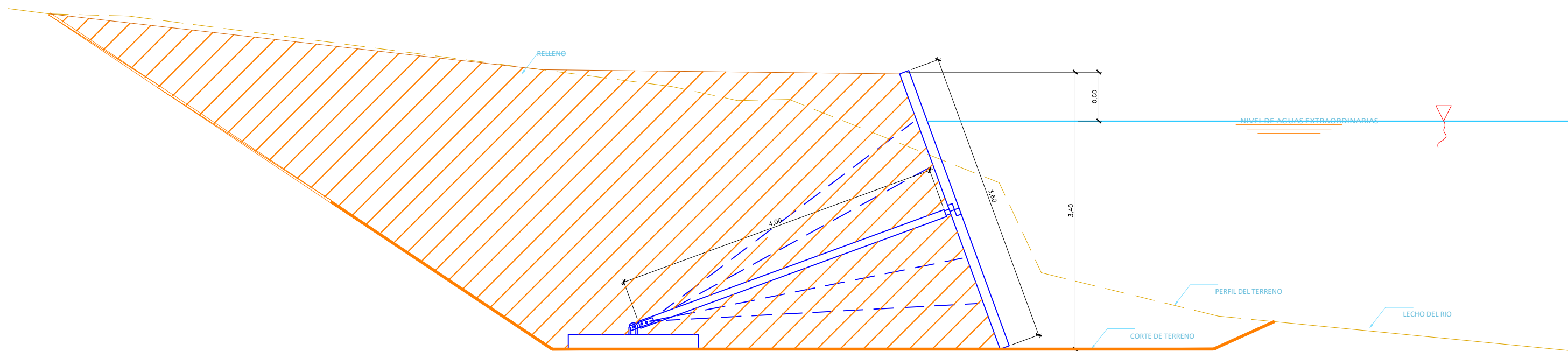


SECCION 02-02

ESC. 1/50

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CORTE MATERIAL PROPIO	TALUD DE CORTE 1:1.5
RELLENO COMPACTADO MATERIAL PROPIO	SELECCIONADO GRANULAR FINO COMPACTADO EN CAPAS DE 0.50 mts.
MURO DE CONTENCION SISTEMA ERDOX TIPO ANCLADO TIPO PARAGUAS	
DIMENSIONES PLACA DE CONCRETO	L 310 X H 360 CM - PALO 400 CM PREFABRICADO 160 X 160 X 18 CM

	Proyecto: Estimación de la vulnerabilidad por inundaciones en La Quebrada El León y propuesta de mejora con fines de protección en el centro poblado El Milagro - La Libertad, 2020		
	Plano: ESTUDIO DE DEFENSA RIVEREÑA - ESTRUCTURA ERDOX		
Tesisistas: Medina Espinoza, Erick German Panduro Sisniegas, Sergio Carlos	Departamento: La Libertad	Provincia: Trujillo	Distrito: Huanchaco
Asesor: Ing. Aguilar Villena, Roxana Milagros	Proyección:	Especialidad: Estructura	Fecha: Enero - 2021
			E - 10

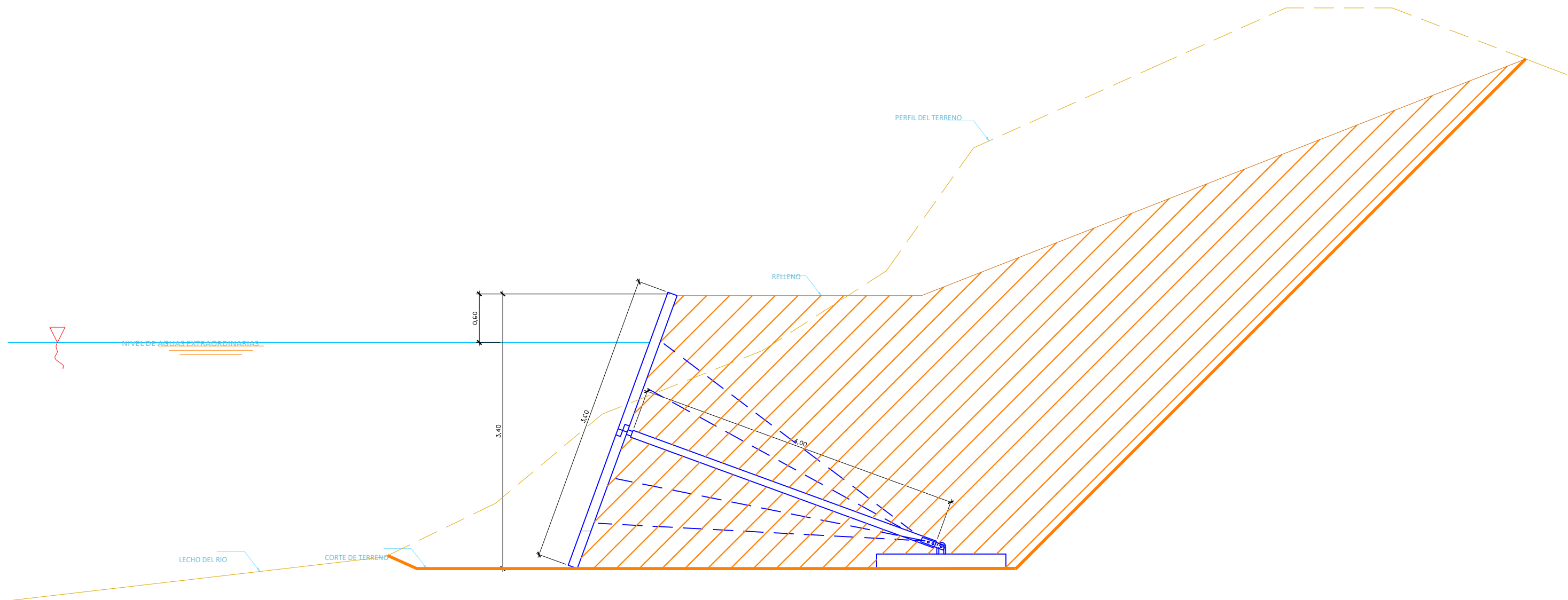


SECCION 03-03

ESC. 1/50

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CORTE MATERIAL PROPIO	- TALUD DE CORTE 1:1.5
RELLENO COMPACTADO MATERIAL PROPIO	- SELECCIONADO GRANULAR FINO COMPACTADO EN CAPAS DE 0.50 mts.
MURO DE CONTENCIÓN SISTEMA ERDOX TIERRA TIPO	- ANCLADO TIPO PARAGUAS
DIMENSIONES PLACA DE CONCRETO	- L 310 X H 360 CM - PALO 400 CM PREFABRICADO 160 X 160 X 18 CM

	Proyecto: Estimación de la vulnerabilidad por inundaciones en La Quebrada El León y propuesta de mejora con fines de protección en el centro poblado El Milagro - La Libertad, 2020		
	Plano: ESTUDIO DE DEFENSA RIVEREÑA - ESTRUCTURA ERDOX		
Tesisistas: Medina Espinoza, Erick German Panduro Sisniegas, Sergio Carlos	Departamento: La Libertad	Provincia: Trujillo	Distrito: Huanchaco
Asesor: Ing. Aguilar Villena, Roxana Milagros	Proyección:	Especialidad: Estructura	Fecha: Enero - 2021
			E - 11

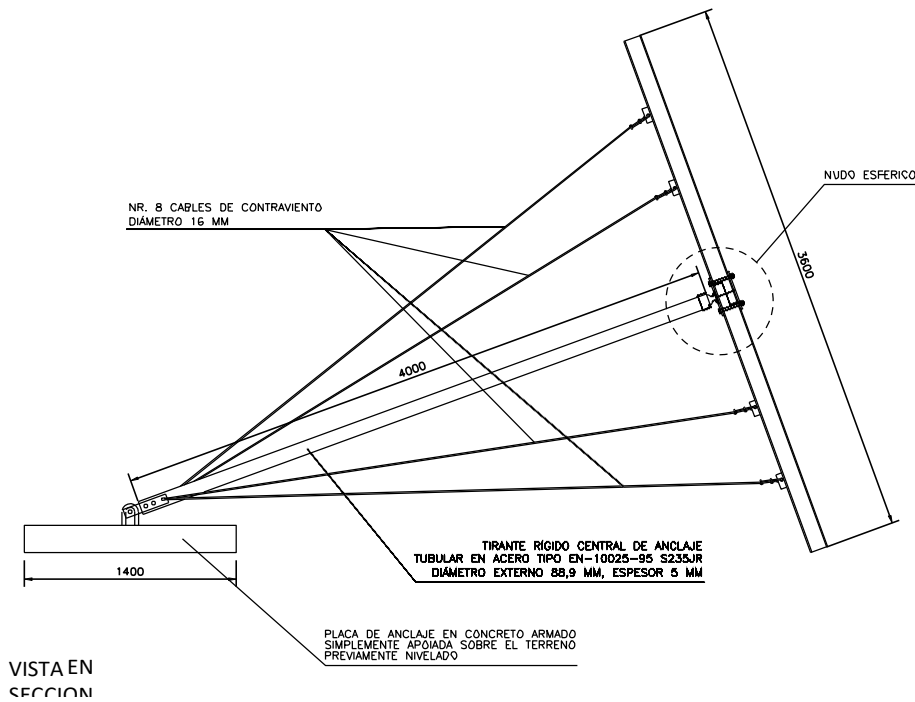


SECCION 03-03

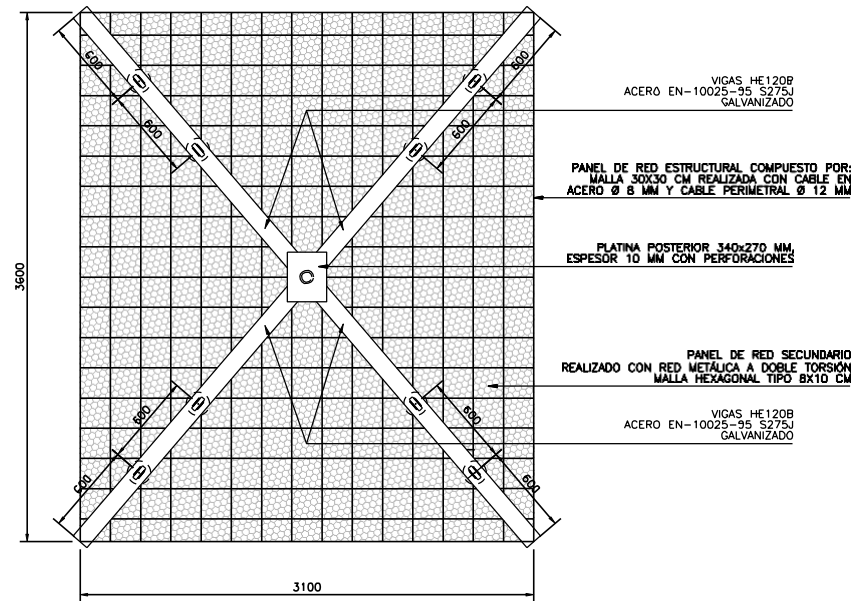
ESC. 1/50

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CORTE MATERIAL PROPIO	TALUD DE CORTE 1:1.5
RELLENO COMPACTADO MATERIAL PROPIO	SELECCIONADO GRANULAR FINO COMPACTADO EN CAPAS DE 0.50 mts.
MURO DE CONTENCION SISTEMA ERDOX TIERRA	ANCLADO TIPO PARAGUAS
TIPO DIMENSIONES PLACA DE CONCRETO	L 310 X H 360 CM - PALO 400 CM PREFABRICADO 160 X 160 X 18 CM

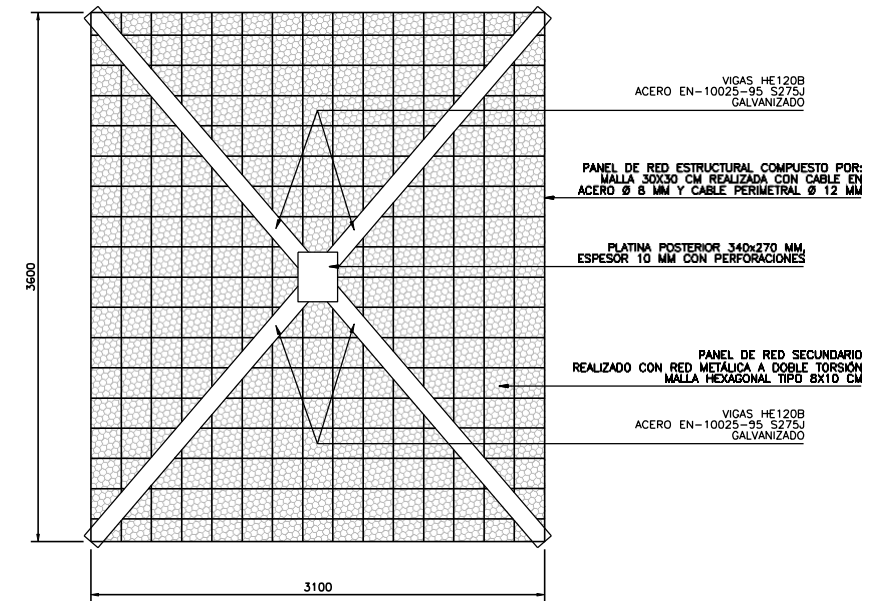
	Proyecto: Estimación de la vulnerabilidad por inundaciones en La Quebrada El León y propuesta de mejora con fines de protección en el centro poblado El Milagro - La Libertad, 2020		
	Plano: ESTUDIO DE DEFENSA RIVEREÑA - ESTRUCTURA ERDOX		
Tesisistas: Medina Espinoza, Erick German Panduro Sisniegas, Sergio Carlos	Departamento: La Libertad	Provincia: Trujillo	Distrito: Huanchaco
Asesor: Ing. Aguilar Villena, Roxana Milagros	Proyección:	Especialidad: Estructura	Fecha: Enero - 2021
			E - 12



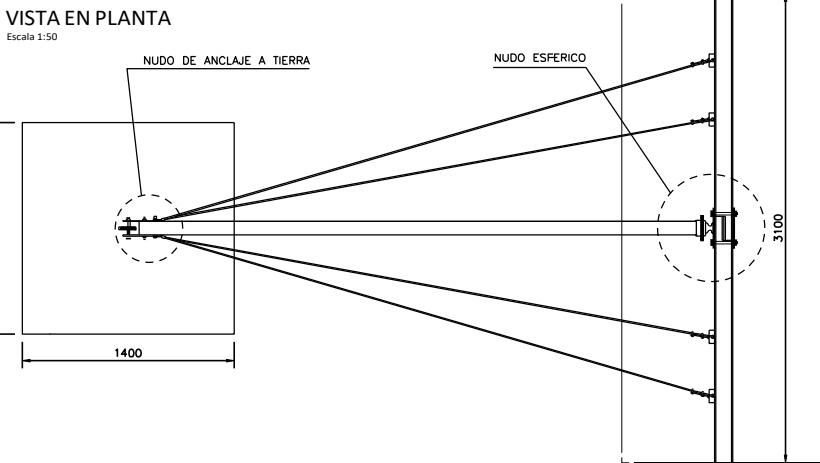
VISTA EN SECCION



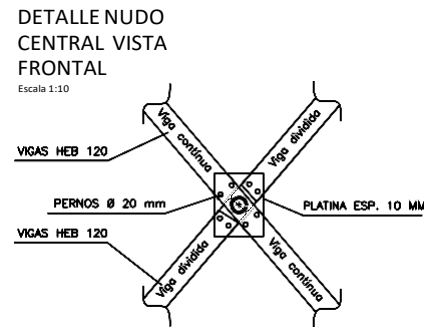
VISTA FRONTAL TRASERA



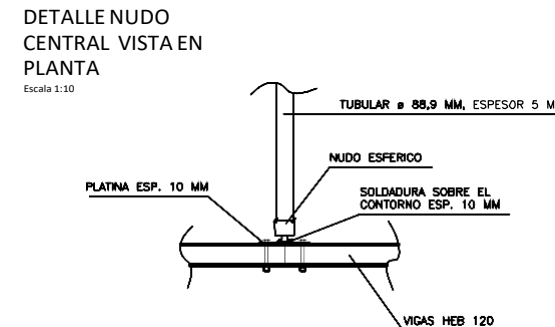
VISTA FRONTAL DELANTERA



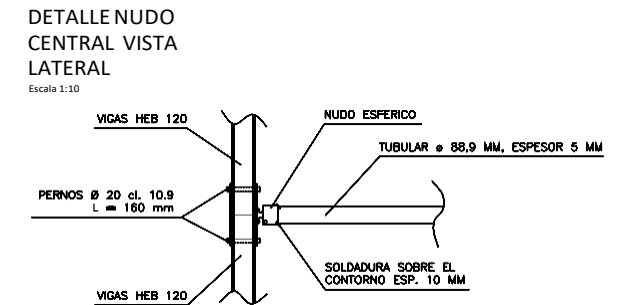
NUDO DE ANCLAJE A TIERRA



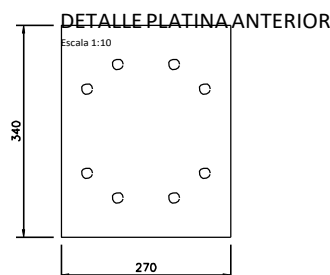
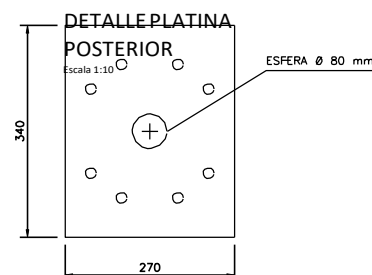
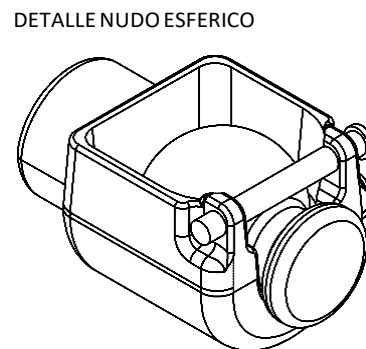
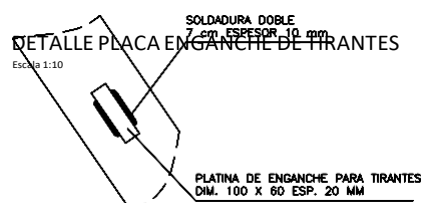
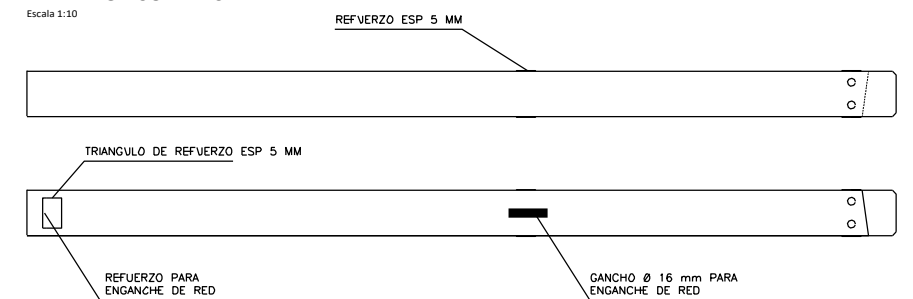
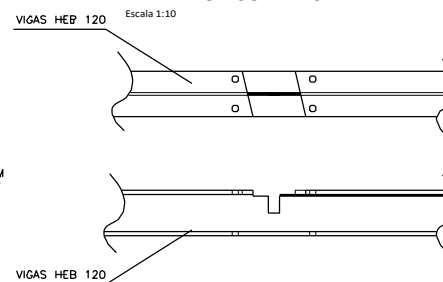
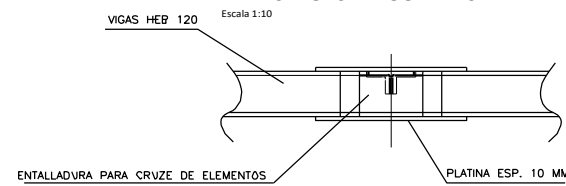
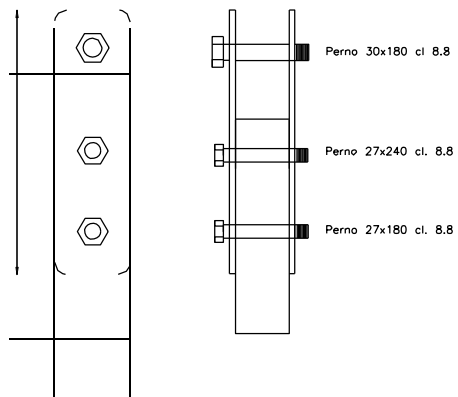
DETALLE DE LA ENTALLADURA DE LAS VIGAS DIAGONALES



DETALLE DE LA ENTALLADURA DE LA VIGA CONTINUA



DETALLE DE LA ENTALLADURA DE LA VIGA CONTINUA



	Proyecto: Estimación de la vulnerabilidad por inundaciones en La Quebrada El León y propuesta de mejora con fines de protección en el centro poblado El Milagro - La Libertad, 2020		
	Plano: ESTUDIO DE DEFENSA RIVEREÑA - ESTRUCTURA ERDOX DETALES		
Tesistas: Medina Espinoza, Erick German Panduro Sisniegas, Sergio Carlos	Departamento: La Libertad	Provincia: Trujillo	Distrito: Huanchaco
Asesor: Ing. Aguilar Villena, Roxana Milagros	Especialidad: Estructuras	Escala: Indicada	Fecha: Enero - 2021
			Plano: D-01

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Presupuesto "ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD POR INUNDACIONES EN LA QUEBRADA EL LEÓN Y PROPUESTA DE MEJORA CON FINES DE PROTECCIÓN EN EL C.P. EL MILAGRO - LA LIBERTAD, 2020"

01.00.00. MURO DE CONTENCIÓN						
01.01.00. GAVIONES						
PARTIDA:	01.01.01.00	EXCAVACIÓN EN TERRENO CONGLOMERADO CON EQUIPO			precio(s/.):	18.48
UNIDAD:	m3		RENDIMIENTO		120 M3/DIA:	
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	
<u>MANO DE OBRA</u>						
OPERARIO	HH	1.0000	0.0667	22.91	1.53	
PEON	HH	3.0000	0.2000	16.37	3.27	
					4.80	
<u>EQUIPOS</u>						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	4.80	0.14	
CARGADOR FRONTAL S/LLANTAS 125-155 HP, 3 YD3	HM	1.0000	0.0667	203.07	13.54	
					13.68	

PARTIDA:	01.01.02.00	REFINE, PERFILADO Y COMPACTACION DEL TERRENO			PRECIO (S/.):	5.61
UNIDAD:	m2		RENDIMIENTO		100 M2/DIA:	
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	
<u>MANO DE OBRA</u>						
OPERARIO	HH	1.0000	0.0800	22.91	1.83	
PEON	HH	1.0000	0.0800	16.37	1.31	
					3.14	
<u>EQUIPOS</u>						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.14	0.09	
COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	HM	1.0000	0.0800	29.76	2.38	
					2.47	

PARTIDA:	01.01.03.00	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO			PRECIO (S/.):	23.73
UNIDAD:	m3		RENDIMIENTO		33 M3/DIA:	
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	
<u>MANO DE OBRA</u>						
OPERARIO	HH	2.0000	0.4848	22.91	11.11	
PEON	HH	2.0000	0.4848	16.37	7.94	
					19.05	
<u>MATERIALES</u>						
AGUA	M3		0.0500	5.00	0.25	
					0.25	
<u>EQUIPOS</u>						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	19.05	0.57	
CARGADOR FRONTAL S/LLANTAS 125-155 HP, 3 YD3	HM	0.5000	0.1212	203.07	0.25	
COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	HM	0.5000	0.1212	29.76	3.61	
					4.43	

PARTIDA:	01.01.04.00	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA D=10 KM			PRECIO (S/.):	25.95
UNIDAD:	m3		RENDIMIENTO		320 M3/DIA:	
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	
<u>MANO DE OBRA</u>						
OPERARIO	HH	1.0000	0.0250	22.96	0.57	
					0.57	
<u>EQUIPOS</u>						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.57	0.02	
VOLQUETE 6X4 330 HP 10 M3	HM	3.0000	0.0750	270.46	20.28	
CARGADOR FRONTAL S/LLANTAS 125-155 HP, 3 YD3	HM	1.0000	0.0250	203.07	5.08	
					25.38	

02.00.00. MURO DE CONTENCIÓN						
02.01.00. GAVIONES						
PARTIDA:	01.02.01.01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GAVION TIPO CAJA PUESTO EN OBRA 5.0X1.0X1.0M 8X10			PRECIO (S/.):	1502.51
UNIDAD:	UND		RENDIMIENTO		16 UND/DIA:	
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	
<u>MANO DE OBRA</u>						

OPERARIO	HH	1.0000	0.5000	22.96	11.48
PEON	HH	4.0000	2.0000	16.37	32.74
					44.22
<u>MATERIALES</u>					
CAJA DE GAVION PUESTO EN OBRA 5.0X1.0X1.0M 8X10 ZN+5%AL	UND		1.0000	655.83	655.83
PIEDRA DE 320MM - 350MM	M3		7.8750	62.80	494.55
ALAMBRE DE AMARRE GALVANIZADA ZN+5%AL	M		31.5000	8.54	269.01
					1419.39
<u>EQUIPOS</u>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	44.22	1.33
CARGADOR FRONTAL C/LLANTAS 50-85 HP	HM	0.5000	0.2500	150.27	37.57
					38.90

02.02.00. SISTEMA ERDOX

PARTIDA: 01.02.02.01 SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE KIT DE ENSAMBLAJE DE MURO DE CONTENCIÓN ANCLADO PRECIO (S/): 8547.40

UNIDAD: UND RENDIMIENTO 6 UND/DIA:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
<u>MANO DE OBRA</u>					
OPERARIO	HH	1.0000	1.3333	22.96	30.61
OFICIAL	HH	1.0000	1.3333	18.12	24.16
PEON	HH	2.0000	2.6667	16.37	43.65
					98.42
<u>MATERIALES</u>					
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE KIT DE ENSAMBLAJE DE MURO DE CONTENCIÓN ANCLADO TIPO PARAGUÁS MODELO	UND		1.0000	7315.00	7315.00
ALAMBRE DE AMARRE GALVANIZADA ZN+5%AL	M		13.6500	8.54	116.57
GRILLETES TIPO OMEGA DE 4 Ton	UND		4.0000	119.04	476.16
TECLE CON CADENA 3 M X 2 TON	UND		1.0000	430.00	430.00
					8337.73
<u>EQUIPOS</u>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	98.42	2.95
CARGADOR FRONTAL S/LLANTAS 125-155 HP, 3 YD3	HM	0.4000	0.5333	203.07	108.30
					111.25