



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis de vulnerabilidad por inundaciones y plan de mejora en Huarmey-  
Ancash, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR

Pedro Pablo Cordova Cuenca

ASESORES

Dra. María Ysabel García Álvarez

Mgr. German Fernando Casusol Iberico

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de obras hidráulicas y saneamiento

LIMA – PERÚ

2018

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) CORDOVA CUENCA PEDRO PABLO cuyo título es: "Análisis de vulnerabilidad por inundaciones y plan de mejora en Huarney-Ancash, 2018".

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: *145 Catorce*

Lima, San Juan de Lurigancho 06 de julio del 2018.

  
 .....  
 PRESIDENTE  
*anniola*

  
 .....  
 SECRETARIO  
*Alanco*

  
 .....  
 VOCAL  
*casuso*

 Elaboro	 Dirección de Investigación	Revisó	 Responsable del SGC	 Aprobó	 vicerrectorado de Investigación
--	---	--------	---	---	--

### **Dedicatoria**

A mis padres Pedro y Marilú, por apoyarme emocional y económicamente durante el transcurso de mi carrera profesional, a enseñarme a cumplir con mis objetivos, a nunca darme por vencido y a Dios por cuidar mi vida y darme la tranquilidad que necesito.

## **Agradecimientos**

A mis asesores que me ayudaron a hacer posible esta tesis, a los docentes de mi universidad por estar dispuestos siempre a apoyar y al personal administrativo de la Municipalidad Provincial de Huarmey por darme el acceso a su base de datos sobre mis estudios.

## **Declaratoria de autenticidad**

Yo Pedro Pablo Cordova Cuenca con DNI N° 73935391, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 17 de julio de 2018.



---

Pedro Pablo Cordova Cuenca

DNI: 73935391

## **Presentación**

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Análisis de vulnerabilidad por inundaciones y plan de mejora en Huarmey-Ancash 2018” para la obtener el Título de Ingeniero Civil, tiene como autor a Pedro Pablo Cordova Cuenca estudiante de la Universidad César Vallejo. En este documento de investigación se analiza la vulnerabilidad de la provincia de Huarmey-Ancash con una modelación de una inundación debido al riesgo del desborde del río Huarmey, con el objetivo de encontrar medidas para su protección frente a las inundaciones, se usará el programa HEC-RAS para la modelación de la inundación en la ciudad de Huarmey para identificar las zonas que son propensas a inundarse y crear alternativas de solución o mejoras para evitar los desastres que trae una inundación causada por el desborde de un río producto del fenómeno del niño.



---

Pedro Pablo Cordova Cuenca

## **Resumen**

La presente tesis tiene como objetivo identificar las zonas de vulnerabilidad actual frente a las inundaciones por desborde de un río y la creación de un plan de mejora para su protección en Huarmey, Ancash en el año 2018. El diseño que se está usando en el presente trabajo de investigación está tomando como bases el artículo titulado “Vulnerabilidad en sistemas de agua potable y alcantarillado ante inundaciones en el distrito de Trujillo, Perú” de Rubio y Guerrero del año 2015 donde se realizaron estudios de Vulnerabilidad en sistemas de agua potable y alcantarillado ante inundaciones; esta tesis tiene un alcance más amplio buscando crear un plan de mejora que proponga alternativas de solución para este desastre natural que son las inundaciones de la ciudad a causa de los desbordes del Río Huarmey. Se logró identificar las zonas críticas de la ciudad de Huarmey, identificando los centros educativos y de salud de las zonas de la ciudad que son vulnerables a una inundación, y por consiguiente se planteó una serie de alternativas o plan de mejora como represas, canales de drenaje, muros de contención indicando la ubicación de cada uno de estos. Los resultados de la modelación indican que el desarrollo de los proyectos en el plan de mejora es indispensable en la ciudad para en un futuro destinar una mayor cantidad de recursos en diferentes proyectos para la población y no gastar en constantes rehabilitaciones productos de las inundaciones que ocurrirán a no ser que se tome las acciones recomendadas.

*Palabras clave:* vulnerabilidad, inundación, plan de mejora.

## **Abstract**

The objective of this thesis is to identify the areas of current vulnerability to floods due to the overflowing of a river and the creation of an improvement plan for its protection in Huarmey, Ancash in 2018. The design that is being used in this research work is based on the article entitled "Vulnerability in drinking water systems and sewerage against floods in the district of Trujillo, Peru" by Rubio and Guerrero in 2015, where studies of Vulnerability in drinking water and sewage systems in the face of floods; This thesis has a broader scope seeking to create an improvement plan that proposes alternative solutions for this natural disaster that are the floods of the city due to the overflowing of the Huarmey River. It was possible to identify the critical areas of the city of Huarmey, identifying the educational and health centers of the areas of the city that are vulnerable to a flood, and therefore a series of alternatives or improvement plan were proposed such as dams, canals, drainage, retaining walls indicating the location of each of these. The results of the modeling indicate that the development of the projects in the improvement plan is essential in the city in the future to allocate a greater amount of resources in different projects for the population and not to spend in constant renovations products of the floods that will occur unless the recommended actions are taken.

*Keywords:* vulnerability, flood, improvement plan.

## Índice general

Dedicatoria.....	III
Resumen .....	VII
Abstract.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Realidad problemática.....	3
1.2. Trabajos previos .....	6
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	8
1.4. Formulación del problema .....	15
1.5. Justificación del estudio .....	16
1.6. Hipótesis.....	16
1.7. Objetivos .....	17
II. MÉTODO.....	18
2.1. Diseño de investigación .....	19
2.2. Variables, operacionalización .....	19
2.3. Metodología para el análisis de vulnerabilidad.....	21
2.4. Medidas de mitigación de las amenazas .....	26
2.5. Población y muestra .....	27
2.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	27
2.7. Métodos de análisis de datos.....	28
2.8. Aspectos éticos .....	28
III. RESULTADOS .....	29
IV. DISCUSIÓN .....	45
V. CONCLUSIONES .....	48
VI. RECOMENDACIONES .....	50
VII. REFERENCIAS .....	52
VIII. ANEXOS.....	57

## Índice de tablas

Tabla 1. Presupuesto de habilitación del río Huarmey .....	5
Tabla 2. Evaluación de daños en general .....	6
Tabla 3. Matriz de operacionalización de variables .....	20
Tabla 4. Aforo del río Huarmey .....	40

## Índice de figuras

Figura 1. Zonas del casco urbano de Huarmey inundadas .....	3
Figura 2. Coeficiente de rugosidad “n”, parte 1. ....	13
Figura 3. Coeficiente de rugosidad “n”, parte 2 .....	14
Figura 4. Mapa de ubicación de la zona de estudio .....	22
Figura 5. Mapa de simulación de inundación en la zona estudiada .....	22
Figura 6. Mapa de zonas críticas de los sistemas de alcantarillado y agua potable .....	23
Figura 7. Mapa de simulación por inundación de las redes de abastecimiento de agua potable .....	23
Figura 8. Mapa de simulación de inundación en el sistema de red de alcantarillado.....	24
Figura 9. Mapa de simulación de las redes de alcantarillado y agua potable frente a la inundación.....	24
Figura 10. Gráfico de Vulnerabilidad, Amenazas y Riesgo .....	26
Figura 11. Imagen TIF para el modelamiento .....	30
Figura 12. Alcances máximos de la inundación en la zona de estudio .....	31
Figura 13. Modelamiento inundación en el software HEC-RAS .....	32
Figura 14. Simulación de inundación en la ciudad de Huarmey .....	32
Figura 15. Simulación de inundación en Huarmey vista satélite .....	33
Figura 16. Sectores críticos en Huarmey.....	33
Figura 17. Sectores Críticos Altos.....	34
Figura 18. Cuadro de resumen de zonificación .....	34
Figura 19. Centros Educativos y de salud .....	35
Figura 20. Mapa de vulnerabilidad en zonas críticas de la ciudad de Huarmey .....	36
Figura 21. Red de alcantarillado.....	37
Figura 22. Inicio del desborde del Río Huarmey.....	38
Figura 23. Propuesta para la construcción de muros de contención.....	39
Figura 24. Croquis de propuesta de muros de contención.....	39
Figura 25. Situación del rio Huarmey antes de la catástrofe .....	42
Figura 26. Ubicación de canales en zonas críticas .....	43
Figura 27. Ubicación de la represa .....	44

## Índice de anexos

Anexo 1. Matriz de consistencia.....	58
Anexo 2. Mapa del curso del Río Huarmey en la provincia de Huarmey.....	59
Anexo 3. Identificación y características de las amenazas.....	60
Anexo 4. Medidas de mitigación y emergencia.....	61
Anexo 5. Aumento del cauce del río Huarmey.....	62
Anexo 6. Inundación de la plaza central de Huarmey.....	62
Anexo 7. Maquinarias del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento realizando la limpieza de calles.....	63
Anexo 8. Motobomba succionando el agua y evacuándola a un sistema de drenaje provisional.....	63
Anexo 9. Plano de zonificación urbana.....	64
Anexo 10. Plano de ubicación de los centros de salud y educación.....	65
Anexo 11. Plano de ubicación del muro de contención y represa.....	66

## **I. INTRODUCCIÓN**

Es común ver que las personas asientan sus viviendas en zonas vulnerables a las inundaciones, esto se debe generalmente a que estas zonas geográficas cuentan con facilidad para el desarrollo económico, de transportes y de producción de alimentos (tierras fértiles), por lo que las poblaciones de todo el mundo intenten proteger sus bienes frente a las inundaciones, ya que este fenómeno es uno de los más catastróficos en todo el mundo (Douben, 2006).

La Autoridad Nacional del Agua (2010), afirma que Perú todos los años sufre de inundaciones, estas son consideradas uno de los fenómenos naturales con el mayor número de víctimas en el mundo, estas se producen debido a las precipitaciones intensas en nuestra región andina, en donde la época de lluvias se presentan entre los meses de diciembre a marzo, en donde en las épocas del fenómeno del niño junto a las precipitaciones hacen que los caudales de los ríos que descienden hasta la costa aumenten considerablemente su magnitud, teniendo como consecuencias los desbordes de este y produciendo pérdidas de diferentes ámbitos en las costas, generalmente en las zonas nortes de nuestro País, como: Lambayeque, tumbes y Piura. Aunque del mismo modo, inundaciones de igual magnitud se han producido en la zona sur del Perú, en ciudades como Ica, y Pisco las cuales han dejado cuantiosos daños materiales.

Un alto número de eventos desastrosos (deslizamientos y huaycos) y la mayor cantidad de aluviones se han presentado en el departamento de Ancash, respecto al fenómeno del Niño Costero en el aspecto hidroclimático, se han presentado varios eventos entre los años 1997 - 1998 principalmente, así como también del año 2015 pero en menor medida, sin embargo, en esta región estos eventos desastrosos ocurren con normalidad durante las épocas de lluvia (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, 2017).

A continuación, se presentará la importancia del Análisis de vulnerabilidad por inundaciones, la metodología con la que se desarrollará este proyecto de investigación en base a registros y otros estudios sobre vulnerabilidad por inundaciones tanto nacionales como internacionales, se busca extraer las mejores alternativas de mejora que se han usado en otros lugares e implementarlas y/o adaptarlas para la protección de la ciudad de Huarney. En esta investigación además se mostrará el alcance del desborde del río Huarney desarrollado con ayuda del software HEC-RAS en base a los datos obtenidos del río al momento del desborde que han sido proporcionados por el organismo competente.

## 1.1. Realidad problemática

Las inundaciones afectan el socavamiento de elementos importantes como viviendas y carreteras, también afectan la composición de los suelos aumentando su humedad o saturación de los mismos, la intensidad de los daños por inundaciones depende según las condiciones de seguridad que tiene la población afectada, también a las medidas y a la capacidad para reaccionar frente a las inundaciones, ya que con una correcta planificación de prevención se puede ayudar a tener una planificación para proteger sus bienes materiales como sus cultivos y así no contar con la aparición de enfermedades o insectos como resultado de la humedad que existe en la zona inundada, y evitar la pérdida de la producción agrícola y la economía en general.

Huarmey es una ciudad del departamento de Ancash que tiene dos ríos llamados Huarmey y Culebras, estos ríos recorren por la parte central y norte de la ciudad de Huarmey; de la unión de los ríos Aija y Malvas nace el Río Huarmey en el centro poblado Huamba, este río tiene una longitud aproximada de 45 kilómetros desembocando por la zona denominada Punta Rota hacia el Océano Pacífico formando su cuenca en Huarmey y con este río se riega aproximadamente 2640 hectáreas de campo para cultivo (Municipalidad provincial de Huarmey, 2016).

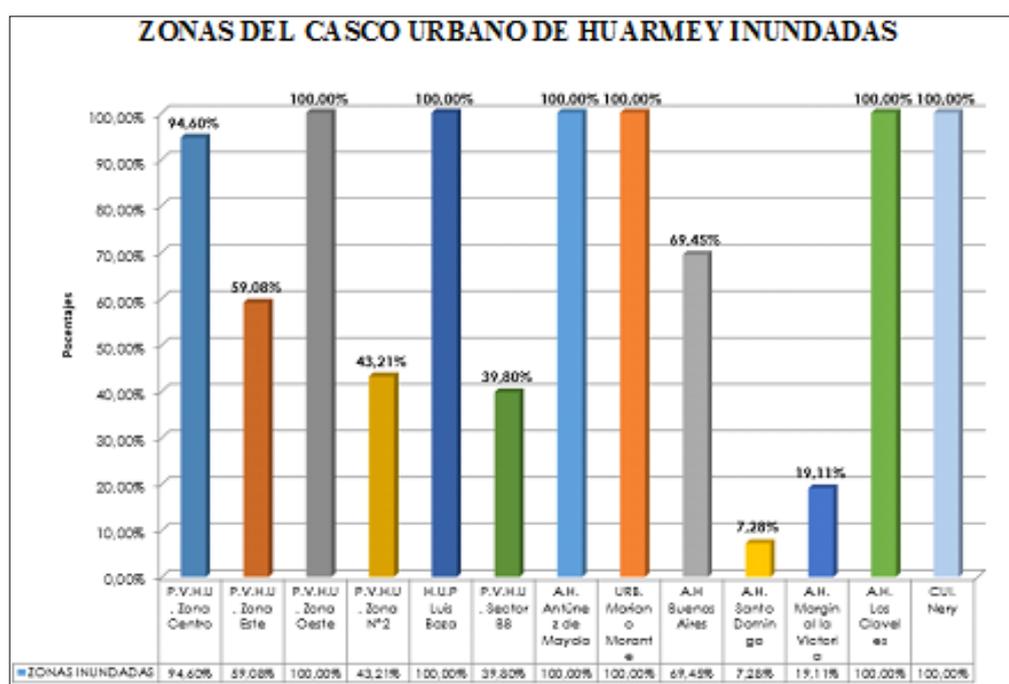


Figura 1. Zonas del casco urbano de Huarmey inundadas.  
Fuente: Municipalidad provincial de Huarmey.

Esta ciudad ha sido afectada por las inundaciones sufriendo daños económicos y sociales, siendo una ciudad costera se necesita un análisis de vulnerabilidad por inundaciones para identificar las zonas vulnerables y disminuyendo riesgos poder prevenir problemas en el futuro.

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), afirma que fenómeno del niño se da con el incremento de la temperatura del agua del mar a lo largo de las costas peruanas, este fenómeno natural frecuente tiene una duración de varios meses, este fenómeno natural se da cada cierto número de años siendo una variación de temperaturas en los flujos subsuperficiales y superficiales del mar.

Según estudios presentados por la Municipalidad Provincial de Huarney, a consecuencia del desborde del Río Huarney, en el Casco Urbano de la Provincia de Huarney quedo un volumen acumulado de barro aproximado de 70,000 m<sup>3</sup> a consecuencia de la inundación por el desborde del rio Huarney. Además, el Hospital de apoyo “Pedro Tapia Marcelo”, de Huarney había colapsado y no podía proveer atención. Asimismo, daños en Carreteras Asfaltadas de acceso al Valle Huarney y Distrito de Culebras con una Longitud de 20 Kilómetros aproximadamente y los accesos a los Distritos Huayan, Malvas, Cochapeti y Culebras a nivel de afirmado con una Longitud de 100 kilómetros aproximadamente. Dando como resultado que la economía y los servicios en la Provincia de Huarney, se vio afectado en un 85% aproximadamente.

Tabla 1

*Presupuesto de habilitación del río Huarmey*

PROYECTO :HABILITACION DEL RIO HUARMEY, DISTRITO HUARMEY, PROVINCIA HUARMEY - ANCASH				
UBICACIÓN :RIO HUARMEY		DISTRITO: HUARMEY		PROVINCIA: HUARMEY
FECHA : MAYO 2017				
N° DE FICHA TECNICA	TIPO DE PROYECTO	SECTOR	LONGITUD (KM)	PRESUPUESTO DE OBRA
1.00	HABILITACION DEL RIO HUARMEY	SECTOR HUMBA ALTA Y BAJA	2.81	2,178,758.00
2.00	HABILITACION DEL RIO HUARMEY	MARIA CRISTINA SECTOR 3 CRUCES	2.15	1,769,094.00
3.00	HABILITACION DEL RIO HUARMEY	MARIA CRISTINA SECTOR LA GRANJA	1.60	1,325,352.00
4.00	HABILITACION DEL RIO HUARMEY	MARIA CRISTINA SECTOR CAÑAPAMPA	1.50	1,244,672.00
5.00	HABILITACION DEL RIO HUARMEY	GARLERO SECTOR GARLERO	1.50	1,369,247.00
6.00	HABILITACION DEL RIO HUARMEY	GARLERO SECTOR ALMAPAMPA	3.00	2,704,021.00
7.00	HABILITACION DEL RIO HUARMEY	BARBACAY SECTOR CERRO BLANCO	3.50	3,148,947.00
8.00	HABILITACION DEL RIO HUARMEY	BARBACAY SECTORES PAJUELO Y LA MINA	2.00	1,814,172.00
9.00	HABILITACION DEL RIO HUARMEY	.CAL SECTORES SONSON1, CHAUCA Y SEMILL	2.67	2,410,373.00
10.00	HABILITACION DEL RIO HUARMEY	CHILCAL SECTORES SAN MARTIN Y CARCAL	1.00	924,321.00
11.00	HABILITACION DEL RIO HUARMEY	TAYCA SECTOR TAYCA	2.00	1,748,606.00
12.00	HABILITACION DEL RIO HUARMEY	CONGON Y MANDINGA	1.14	1,048,903.00
13.00	HABILITACION DEL RIO HUARMEY	AYHUAY SECTOR AYHUAY		
13.00	HABILITACION DEL RIO HUARMEY	CUSCUS SECTOR CUSCUS BAJO	1.76	1,600,608.00
14.00	HABILITACION DEL RIO HUARMEY	ARENAL SECTOR LECHERAL	1.41	1,289,162.00
15.00	HABILITACION DEL RIO HUARMEY	SAN NICOLAS	0.45	434,904.00
16.00	HABILITACION DEL RIO HUARMEY	BOQUERON	0.40	390,410.00
<b>TOTAL</b>			<b>28.89</b>	<b>S/ 25,401,549.99</b>

Fuente: Municipalidad provincial de Huarmey, 2017.

Tabla 2

*Evaluación de daños en general*

EVALUACION DE DAÑOS GENERAL							
Grpo.Daño	Daño	Cantidad	Und.Med.	Grpo.Daño	Daño	Cantidad	Und.Med.
<b>VIDA Y SALUD (PERSONAS)</b>							
	FALLECIDOS	2.00	PERSONAS		VIVIENDAS AFECTADAS	2321.00	UNIDAD
	DAMNIFICADOS	4890.00	PERSONAS		INSTITUCIONES EDUCATIVAS INHABITABLES	8.00	UNIDAD
<b>VIVIENDAS Y LOCALES PUBLICOS</b>							
	VIVIENDAS COLAPSADAS	340.00	UNIDAD		ESTABLECIMIENTOS DE SALUD INHABITABLES	1.00	UNIDAD
	LOCALES PUBLICOS AFECTADOS	6.00	UNIDAD	<b>SERVICIOS BASICOS</b>	OFICINAS PUBLICAS AFECTADAS	15.00	UNIDAD
<b>AGRICULTURA - INFRAESTRUCTUR</b>							
	CANAL DE RIEGO AFECTADOS	17.50	KILOMETROS		AGUA COLAPSADOS	100.00	PORCENTAJE
	OTROS AFECTADOS	32.10	KILOMETROS		DESAGUE AFECTADOS	100.00	PORCENTAJE
<b>AGRICULTURA - TERRENO AGRICOLA Y DE COBERTURA</b>							
	AREAS DE CULTIVO AFECTADO	1.09	HECTAREAS	<b>TRANSPORTES</b>	DESAGUE COLAPSADOS	100.00	PORCENTAJE
	AREAS DE COBERTURA NATURAL AFECTADO	62.00	HECTAREAS		CARRETERAS AFECTADAS	15.90	KILOMETROS
	AREAS DE COBERTURA NATURAL PERDIDO	89.00	HECTAREAS		PUENTES AFECTADOS	1.00	UNIDAD
<b>AGRICULTURA - PERDIDA DE ANIMALES</b>							
	VACUNO	20.00	UNIDAD		PUENTES COLAPSADOS	1.00	UNIDAD
	OTROS ANIMALES	15000.00	UNIDAD		TELEFONIA FIJA COLAPSADA (%CAPACIDAD)	100.00	PORCENTAJE
<b>VIDA Y SALUD (PERSONAS)</b>							
	HERIDOS	14.00	PERSONAS	<b>AGRICULTURA - INFRAESTRUCT</b>	CANAL DE RIEGO COLAPSADOS	4.85	KILOMETROS
	AFECTADOS	14060.00	PERSONAS	<b>AGRICULTURA - TERRENO AGRICOLA Y DE COBERTURA</b>	AREAS DE CULTIVO PERDIDO	309.00	HECTAREAS
<b>VIVIENDAS Y LOCALES</b>							
	VIVIENDAS INHABITABLES	334.00	UNIDAD	<b>AGRICULTURA - PERDIDA DE ANIMALES</b>	ANIMALES MENORES	2000.00	UNIDAD

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil, 2017.

## 1.2. Trabajos Previos

Las redes de alcantarillado está comprendido por un sistema de tuberías y obras complementarias a esta la cual tienen el trabajo de evacuar, conducir y recibir los escurrimientos superficiales y las aguas residuales producidas por las precipitaciones, y estas redes deben ser diseñadas con las normas y reglamentos actualizados y a las necesidades de la población, en cualquier proyecto de ingeniería se deben plantear las opciones para el diseño de la red de alcantarillado analizando entre ellas cual es la mejor dependiendo de la zona y el diseño, donde se tiene que contar con los costos de los

materiales para la construcción y los costos de inversión a largo plazo donde se comprometa a un funcionamiento óptimo al menor costo.

Para el presente proyecto de investigación se obtuvieron trabajos previos relacionados con el análisis y evaluación de las redes de agua y alcantarillado que se describen a continuación:

### **Vulnerabilidad de las redes de Alcantarillado**

Salinas y Ventura (2010), en su tesis tuvo el objetivo principal de hacer estudios para identificar cuáles son las amenazas y la vulnerabilidad a la que están sometidas las inversiones de referentes a los servicios de agua potable y saneamiento básico en el Perú y con relación al proyecto de mejoramiento y ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado de Oxapampa. En la cual la evaluación económica realizada al componente agua potable se ha realizado con la metodología costo beneficio el cual consiste en evaluar los flujos incrementales del proyecto a precios sociales, teniendo como conclusiones la definición actual de la situación respecto a la dispersión en la ocupación del territorio, la infraestructura rural, la fragilidad del alcantarillado entre otros, determinando de esa forma que el sistema de agua potable y alcantarillado del distrito de Oxapampa tiene determinados parámetros que lo califican como una infraestructura y una inversión de alto riesgo ambiental. El marco teórico y la evaluación de vulnerabilidad de la infraestructura de servicios de agua potable y saneamiento son parte del aporte para el presente proyecto de investigación.

### **Simulación del sistema de alcantarillado**

Chávez (2008), en su tesis tuvo como objetivo diseñar la red para lluvias en la ciudad de Tumbes, considerando que la red debe tener los gastos de ejecución más bajos posibles y a la vez garantizando que no habrá inundaciones ni desbordes. Para lo cual se utilizaron programas de mejoramiento y para determinar los análisis de datos en resultados se emplearon se tuvo que emplear programas como Extran que sirven para la simulación hidráulica. Se concluyó que para el mejoramiento de la red se calculan los parámetros de diseño los cuales deben producir un mínimo costo, asegurando a la vez que no habrá fallas ni desbordes por parte de la red. La metodología empleada para la evaluación de las redes de alcantarillado urbano será parte del aporte para el presente proyecto de investigación.

### **Factibilidad del proyecto**

Martínez (2006), en su tesis tuvo como objetivo de diseñar las redes de agua potable de la localidad de La Tejera y diseñar las redes de saneamiento para la localidad de El Centro en el municipio de San Juan Ermita, Chiquimula, para lo cual se realizaron encuestas sanitarias y entrevistas realizadas a las autoridades y líderes de la aldea describiendo la situación y las necesidades primordiales, concluyendo que el diseño de los proyectos es ambientalmente factible para su construcción o ejecución, siempre que se cumplan con las medidas de prevención de daños establecidas en la tesis y que cumplan con las normas propuestas el Ministerio de Recursos Naturales y del Ambiente y puesto que con estas normas el diseño de los sistemas no afectaran de manera negativa su entorno. Del mismo modo se utilizará la metodología empleada para evitar daños al medio ambiente en esta presente tesis.

### **Diseño de la red de alcantarillado**

Padilla (2009), en su tesis tuvo como objetivo diseñar las redes de alcantarillado para el corregimiento de los desbordes en el departamento del Cesar. Para lo cual el diseño metodológico que se utilizó en la presente investigación fue un estudio que se ha aplicado directamente para la sociedad estudiada y se fundamentan en una metodología inductiva. El marco teórico y la metodología del diseño de la red de saneamiento empleadas son parte del presente aporte a este proyecto de investigación.

### **Modelación del desborde de un río**

Rubio y Guerrero (2015), en su artículo científico de investigación tuvo el objetivo identificar las amenazas y determinar cuáles son las áreas inundables en el distrito de Trujillo, determinar la vulnerabilidad de los sistemas de alcantarillado y agua potable, evaluar el estado de los servicios de agua y alcantarillado pertenecientes a SEDALIB y de elaborar mapas de infraestructura de los mismos, brindando las medidas de mitigación ante un desastre. Para lo cual se utilizó metodología basada en la guía de análisis de vulnerabilidad en sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario de la Organización Panamericana de la Salud en la que es basada la metodología que se usará en la presente tesis.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

Existen términos relacionados con las variables de forma directa que nos ayudarán a estudiar y analizar mejor las variables, por consiguiente, en los siguientes párrafos se hará

un breve resumen de la definición de algunos conceptos relacionadas al presente proyecto de investigación.

En la tesis elaborada por Salinas y Ventura (2010), se encuentran las siguientes definiciones que nos ayudarán a describir las variables:

### **Vulnerabilidad**

La vulnerabilidad en este proyecto es la situación de una comunidad o pueblo a la posibilidad de experimentar daños materiales cuando ocurran los fenómenos naturales o amenazas. En nuestro país, las vulnerabilidades están relacionadas con aspectos como los diferentes tipos de demografía y a las condiciones en las que viven los pueblos considerando en este último las características de la zona como el nivel de planificación ante riesgos que posean.

### **Análisis del riesgo**

Identifica y evalúa la intensidad de daños o posibles pérdidas que pueda producir alguna acción por parte humana o de la naturaleza, a partir de un análisis de vulnerabilidad donde se analiza el porcentaje de riesgo de que ocurran daños respecto a las amenazas que presenta.

### **Desastre**

Se llama desastre a las pérdidas o daños que existen a causa del impacto de un nuevo fenómeno natural sobre una localidad, actividad humana o económica que tiene la presencia de riesgos ante amenazas, la intensidad del desastre está relacionada con el nivel de prevención ante este.

### **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.

### **Planeación del sistema**

La adecuada planeación del sistema de alcantarillado necesita del conocimiento de los diversos estudios que poseemos para diseñarlo. Para una adecuada planeación debe tener todos los recursos necesarios para la investigación de las características de la zona en donde se realizará el proyecto, conociendo sus características se pueden proponer opciones

de diseño en las cuales el proyecto aproveche la geografía del lugar y para que el sistema sea lo más económico y eficiente posible.

### **Aguas Residuales**

Las aguas residuales son el resultado del conjunto de los desechos líquidos en las viviendas o instituciones por ejemplo las aguas utilizadas para el aseo y necesidades humanas, también de los desechos líquidos de las industrias también a las aguas residuales se agregan las aguas producto de las lluvias y aguas subterráneas ya que generalmente estas aguas no son aptas para el uso humano si no han sido tratadas anteriormente.

### **Población de Proyecto**

También llamada población futura, es un valor que hace referencia al número habitantes que existirán en un futuro en una determinada localidad, en el diseño del proyecto es necesario calcular la población futura para saber si el proyecto que se va a realizar va a abastecer a todas las personas en el futuro generalmente para el diseño de un proyecto hidráulico se calcula la población futura para un periodo o tiempo de diseño de 20 años en donde el proyecto funcionará correctamente.

### **Alcantarillado pluvial**

Al ocurrir precipitaciones hidrológicas, una parte del agua que cae se infiltra por el suelo y la otra parte del agua se desliza por los terrenos donde dirigen su curso a las zonas más bajas donde al acumularse estas pueden ser conducidas mediante un alcantarillado pluvial a un destino generalmente estas se desperdician vertiéndolas al medio ambiente o tratándolas para el uso humano en la agricultura, sin la existencia de un alcantarillado pluvial, el agua de las lluvias pueden dañar la superficie en donde habitan las personas debilitando así las estructuras y controlando la cantidad de agua en el suelo producto de las precipitaciones (Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado, 2014).

### **Zonas Vulnerables**

Rubio y Guerrero (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.

- Para identificar las zonas críticas con riesgo de inundación, primero se realiza el plano de ubicación donde se delimita la zona de estudio que en este caso corresponde a la ciudad de Huarmey en Ancash.
- En segundo lugar, se realiza una simulación de inundación, en este caso se está empleando el programa HEC-RAS 5.0.3. donde se tiene en cuenta la topografía, caudal, entre otros valores para el modelamiento.
- En tercer lugar, se debe identificar las zonas críticas o de interés prioritario, centros de salud como hospitales y postas, centros educativos como colegios academias y universidades.

Para lo que es necesario encontrar alternativas para mejorar la situación en la que se encuentra actualmente la ciudad de Huarmey frente a daños ante las inundaciones como instalación de presas, muros de contención o canales para la rápida evacuación del agua, comenzando por las zonas críticas ya identificadas.

Es de ayuda contar con mapas de vulnerabilidad a las amenazas de la zona que se está estudiando en la cual se quiere proteger un bien, mapas generales que describan las amenazas y las ubicaciones en donde estas pueden ocurrir, estos mapas pueden encontrarse en sus respectivas municipalidades. El Banco Mundial sobre la gestión del riesgo de desastres posee información sobre estos datos (Dilley, Chen, Deichmann, Lerner-Lam y Arnold, 2005).

### **Cuenca Hidrológica**

Una cuenca hidrológica es una parte de la superficie terrestre en donde todas las gotas de lluvia que se precipitan en esta zona se conducen mediante un sistema de corrientes donde los flujos terminan uniéndose en un mismo punto de salida de menor altitud (Aparicio, 1989).

### **Ecuación de Maning**

Debido a la facilidad de su uso y sus resultados óptimos que se extraen por este factor, la fórmula de Maning es una de las ecuaciones más usadas en análisis para cálculos de ríos, canales y modelamientos de los fluidos (Chow, 1994). Esta ecuación se presenta de la siguiente manera:

Ecuación de Maning:

$$Q = \frac{C_0}{n} A R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

- Q = Caudal.
- Co = lleva el valor de 1 para el sistema internacional y 1.49 para el sistema inglés.
- n = es el coeficiente de rugosidad este valor no tiene dimensión y mostrado por las siguientes tablas 3 y 4 donde el valor varía de acuerdo a la superficie por la que pasa el fluido.
- A = Es el área mojada del canal abierto o río. Su unidad de medida debe estar en metros cuadrados en el sistema internacional o en su defecto en pies cuadrados en el sistema inglés.
- R= Es el radio hidráulico. Su unidad de medida debe estar en metros en el sistema internacional o en su defecto en pies en el sistema inglés.
- S= Es la pendiente que posee el canal o río estudiado.

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
<b>Excavado o dragado</b>			
a. En tierra, recto y uniforme			
1. Limpio, recientemente terminado	0.016	0.018	0.020
2. Limpio, después de exposición a la intemperie	0.018	0.022	0.025
3. Con gravas, sección uniforme, limpio	0.022	0.025	0.030
4. Con pastos cortos, algunas malezas	0.022	0.027	0.033
b. En tierra, serpenteante y lento			
1. Sin vegetación	0.023	0.025	0.030
2. Pastos, algunas malezas	0.025	0.030	0.033
3. Malezas densas o plantas acuáticas en canales profundos	0.030	0.035	0.040
4. Fondo en tierra con lados en piedra	0.028	0.030	0.035
5. Fondo pedregoso y bancas con malezas	0.025	0.035	0.040
6. Fondo en cantos rodados y lados limpios	0.030	0.040	0.050
c. Excavado con pala dragado			
1. Sin vegetación	0.025	0.028	0.033
2. Matorrales ligeros en las bancas	0.035	0.050	0.060
d. Cortes en roca			
1. Lisos y uniformes	0.025	0.035	0.040
2. Afilados e irregulares	0.0356	0.040	0.050
e. Canales sin mantenimiento, malezas y matorrales sin cortar			
1. Malezas densas, tan altas como la profundidad de flujo	0.050	0.080	0.120
2. Fondo limpio, matorrales en los lados	0.040	0.050	0.080
3. Igual nivel máximo de flujo	0.045	0.070	0.110
4. Matorrales densos, nivel alto	0.080	0.100	0.140
<b>Corrientes naturales</b>			
1- Corrientes menores (ancho superficial en nivel creciente 100 < pies)			
a. Corrientes en planicies			
1. Limpias, rectas, máximo nivel, sin montículos ni pozos profundos	0.025	0.030	0.033
2. Igual al anterior, pero con mas piedras y malezas	0.030	0.035	0.040
3. Limpio serpenteante, algunos pozos y bancos de arena	0.033	0.040	0.045
4. igual al anterior, pero con algunos matorrales y piedras	0.035	0.045	0.050
5. Igual al anterior, niveles bajos, pendientes y secciones mas ineficientes	0.040	0.048	0.055
6. Igual al 4, pero con mas piedras	0.045	0.050	0.060
7. Tramos lentos, con malezas pozos profundos	0.050	0.070	0.080
8. Tramos con mucha maleza, pozos profundos o canales de crecientes con muchos arboles con matorrales bajos.	0.075	0.100	0.150

Figura 2. Coeficiente de rugosidad “n” parte 1.  
Fuente: Ven Te Chow, 1994.

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
b. Corrientes montañosas, sin vegetación en el canal, bancas usualmente empinadas, árboles y matorrales a lo largo de las bancas sumergidas en niveles altos			
1. Fondo: Gravas, cantos rodados y algunas rocas	0.030	0.040	0.050
2. Fondo: Cantos rodados con rocas grandes	0.040	0.050	0.070
2- Planicies de inundación			
a. Pastizales, sin matorrales			
1. Pasto corto	0.025	0.030	0.035
2. Pasto alto	0.030	0.035	0.050
b. Áreas cultivadas			
1. Sin cultivo	0.020	0.030	0.040
2. Cultivos en línea maduros	0.025	0.035	0.045
3. Campos de cultivo maduros	0.030	0.040	0.050
c. Matorrales			
1. Matorrales disperses, mucha maleza	0.035	0.050	0.070
2. Pocos matorrales y árboles, en invierno	0.035	0.050	0.060
3. Pocos matorrales y árboles, en verano	0.040	0.060	0.080
4. Matorrales medios a densos, en invierno	0.045	0.070	0.110
5. Matorrales medios a densos, en verano	0.070	0.100	0.160
d. Árboles			
1. Sauces densos, rectos y en verano	0.110	0.150	0.200
2. Terreno limpio, con troncos sin retoños	0.030	0.040	0.050
3. Igual al anterior, pero con una gran cantidad de retoños	0.050	0.060	0.080
4. gran cantidad de árboles, algunos troncos caídos, con poco crecimiento de matorrales, nivel del agua por debajo de las ramas.	0.080	0.10	0.120
5. Igual al anterior, pero con nivel de creciente por encima de las ramas	0.100	0.120	0.160
3- Corrientes mayores (ancho superficial en nivel creciente > 100 pies). El valor de n es menor que el correspondiente a corrientes menores con descripción similar, debido a que las bancas ofrecen resistencia menos efectiva.			
a. Sección regular, sin cantos rodados ni matorrales	0.025	---	0.060
b. Sección irregular y rugosa	0.035	---	0.100

Figura 3. Coeficiente de rugosidad “n”, parte 2.

Fuente: Ven Te Chow, 1994.

### 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, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014).

## **Geomorfología**

Según el Instituto Geofísico del Perú (IGP, 2014) El modelado geológico en la ciudad de Huarney de acuerdo a los procesos geodinámicos superficiales y eventos sísmicos, realizado con el modelo digital del terreno (MDT) y curvas de nivel, muestran los rasgos geomorfológicos, por lo que en la zona este de la ciudad se encuentran colinas que superar los 100 m.s.n.m. además Huarney se encuentra asentada en una meseta aluvial con una cota promedio de 25 m.s.n.m.

## **Estudio Hidrológico**

Este estudio debe contener los siguientes conceptos: Registro de los caudales durante un periodo de 25 o 50 años, datos sobre las precipitaciones de la zona, para determinar las curvas de intensidad de la lluvia para poder diseñar los drenajes si así amerita el estudio (Palacios, 2004).

## **Soluciones Geotécnicas**

Una de las soluciones geotécnicas es la construcción de un muro de contención que permite la estabilidad y evita que el río gane más ancho protegiendo los taludes, el muro de contención se plantea a causa de las inadecuadas condiciones de seguridad en donde están asentados los poblados frente al desborde del río (Canales y Cornejo, 2014).

## **Evaluación de la vulnerabilidad**

Esta evaluación sirve para determinar la capacidad de respuesta de cada zona de la ciudad, en relación a 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 (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2005).

### **1.4. Formulación del problema**

#### **Problema General**

- ¿Cuáles serán las zonas de vulnerabilidad actual frente a las inundaciones por desborde de un río y cuáles son las alternativas para su protección en Huarney, Ancash en el año 2018?

## **Problemas Específicos**

- ¿Cuáles serán los daños en la infraestructura de la red de alcantarillado por inundaciones en la ciudad de Huarmey, Ancash en el año 2018?
- ¿Cuáles son las alternativas de mejora planteadas frente a inundaciones en Huarmey, Ancash en el año 2018?
- ¿Dónde se encuentran las zonas de alta prioridad o zonas críticas en Huarmey, Ancash que necesitan ser protegidas?

### **1.5. Justificación del estudio**

Realizar el estudio sobre la vulnerabilidad de la ciudad de Huarmey frente a inundaciones producto del desborde de un río permite realizar una inversión responsable ya que vendría a significar un gran aporte para reducir el nivel de vulnerabilidad de la ciudad mediante un plan de mejora, garantizando así su sostenibilidad, a la vez daría a conocer cuáles son las zonas que se ven afectadas productos de las inundaciones, realizar estos estudios en la fase de pre-inversión ayudaría a administrar racionalmente el presupuesto destinado a la construcción de las obras ya que se incrementaría el nivel de seguridad de la infraestructura evitando así daños perjudiciales a la misma, dando así un servicio de calidad a la población.

### **1.6. Hipótesis**

#### **Hipótesis General**

Las zonas vulnerables a inundaciones se verán determinadas por la topografía del terreno y por la ubicación de las mismas frente al impacto de una inundación en Huarmey, Ancash en el año 2018.

#### **Hipótesis Específicas**

- La vulnerabilidad frente a inundaciones en la ciudad de Huarmey se debe a la cercanía que se encuentra esta respecto al río.
- La vulnerabilidad frente a inundaciones en la ciudad de Huarmey se debe a la ausencia de sistemas o medios que controlen el cauce del río evitando que este sea un peligro para los pobladores.
- Las zonas críticas o de alta prioridad a proteger son los lugares importantes que tienen alto riesgo de sufrir una inundación en Huarmey, Ancash en el año 2018.

## **1.7. Objetivos**

### **Objetivo general**

Identificar las zonas de vulnerabilidad actual frente a las inundaciones por desborde de un río y las alternativas para su protección en Huarmey, Ancash en el año 2018.

### **Objetivos Específicos**

- Proteger la infraestructura red de alcantarillado ante inundaciones en la ciudad de Huarmey, Ancash en el año 2018.
- Crear un plan de mejora o alternativas frente a las inundaciones en Huarmey, Ancash en el año 2018.
- Identificar la ubicación las zonas críticas o de alta prioridad en Huarmey, Ancash en el año 2018.

## **II. MÉTODO**

## **2.1. Diseño de Investigación**

Según Hernández, Fernández y Baptista en su libro titulado Metodología de Investigación 5ta edición, el presente proyecto de investigación que se propone corresponde a:

- Investigación descriptiva (no experimental): Ya que se realizará la investigación sin manipular las variables (vulnerabilidad y mejoras), 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 cuantitativa: Porque la investigación recolecta datos numéricos como caudales diarios del río a analizar para el modelamiento en el software HEC-RAS para medir el alcance de la inundación.

## **2.2. Variables, Operacionalización**

### **Variables**

En el presente proyecto se están analizando dos variables que son las siguientes:

- Variable Dependiente:  
Mejoras
- Variable independiente:  
Vulnerabilidad

### **Operacionalización de Variables**

En el siguiente cuadro se indicará la forma cómo se va a medir las variables:

Tabla 3

Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN	COMPONENTES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
V.I. Vulnerabilidad.	Es la susceptibilidad de la ciudad de Huarmey al impacto de un peligro o amenaza, la vulnerabilidad debe ser medida según los niveles de riesgo y la capacidad de respuesta ante ella.	Servicios de saneamiento Económico Social	Daños en las redes de agua y desagüe.  -Tiempo de rehabilitación de los servicios básicos.  -Daños en los hospitales, colegios, postas, estaciones de servicio.	-RAZÓN: se pueden realizar comparaciones	-Es una investigación cuantitativa, y el instrumento a usar será el programa HEC-RAS 5.0.3.
V.D. Mejora	Hace referencia a optimizar y aumentar la calidad de un sistema, las mejoras se realizarán dependiendo de las deficiencias que surgen ante la inundación.	Bombas de agua Control de caudales Estructuras de protección	-Caudal de diseño. -Potencia. -Canales -Represa. -Descolmatación -Muros de contención. -Mallas en Buzones.	-RAZÓN: se pueden realizar comparaciones	-Es una investigación descriptiva, y el instrumento a usar será de acuerdo a los resultados del HEC-RAS 5.0.3.

Fuente: Elaboración propia.

### **2.3. Metodología para el Análisis de Vulnerabilidad**

Según Balica, Douben y Wright (2009), en su artículo, la metodología empleada da a conocer sobre los índices de vulnerabilidad de inundaciones que varían de acuerdo a la escala espacial empleada, la interpretación de los indicadores tiene un rol importante ya que da conocer las vías de acceso y locales vulnerables a las inundaciones, los índices de vulnerabilidad pueden ser usadas por diversos organismos internacionales para identificar las zonas vulnerables con una mayor veracidad ya que identifica el impacto que logran las diferentes escalas espaciales empleadas.

La Comisión Nacional del Agua (2011), afirma que para hacer un correcto procedimiento metodológico, se deben conocer una serie de conceptos que se emplean en el modelamiento hidráulico para un correcto análisis de los resultados, por ejemplo, las condiciones topográficas de las áreas vulnerables y del reconocimiento de las zonas donde se puedan ubicar los planes de solución, el desarrollo de la zona vulnerable, como la cantidad de población afectada, ubicación de las vías, infraestructura de importancia alta como escuelas, hospitales y otros, se debe tener alternativas de soluciones según la zona, determinar según las estadísticas el periodo de retorno para el cual estará diseñado las alternativas, conocer el caudal del agua según los datos extraídos de alguna fuente confiable y conocer las zonas vulnerables a la inundación.

El Análisis de Vulnerabilidad está relacionado con el Análisis de Amenaza y el Análisis de Riesgo, para identificar las características de cada uno la siguiente metodología empleada se basa en información extraída de la “Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario”.

#### **Mapas de Vulnerabilidad**

Vulnerabilidad en sistemas de agua potable y alcantarillado ante inundaciones en el distrito de Trujillo, Perú. Guía metodológica.

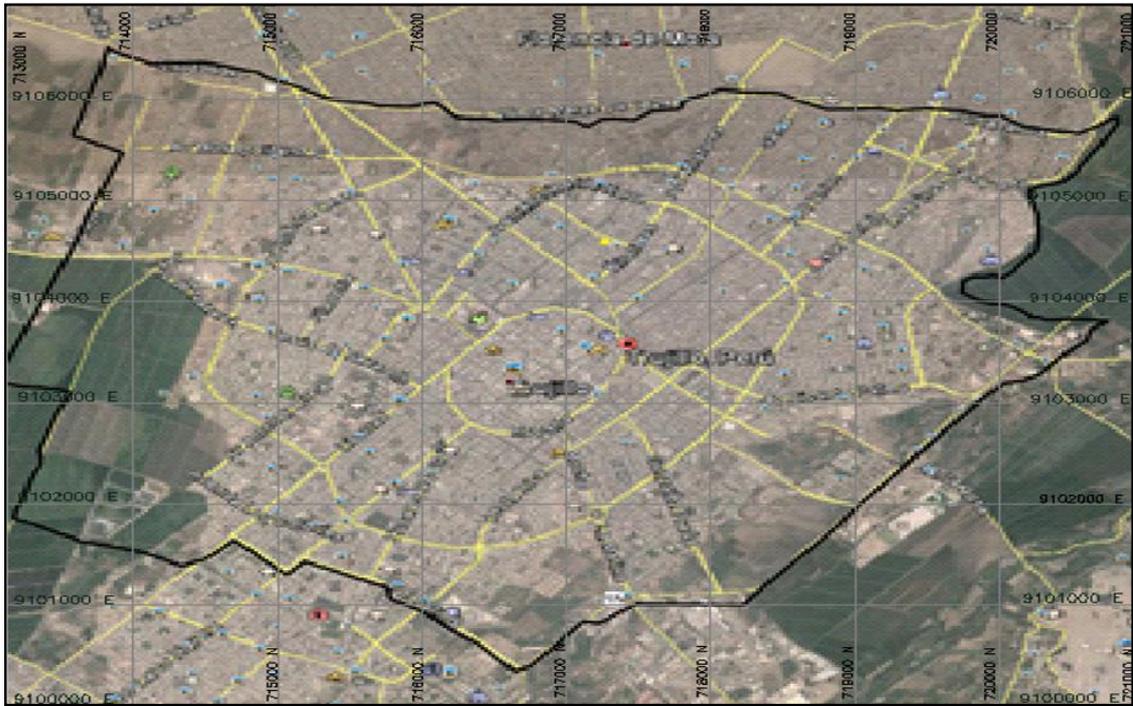


Figura 4. Mapa de ubicación de la zona de estudio, que corresponde al distrito de Trujillo, Perú.  
Fuente: Rubio y Guerrero, 2015.

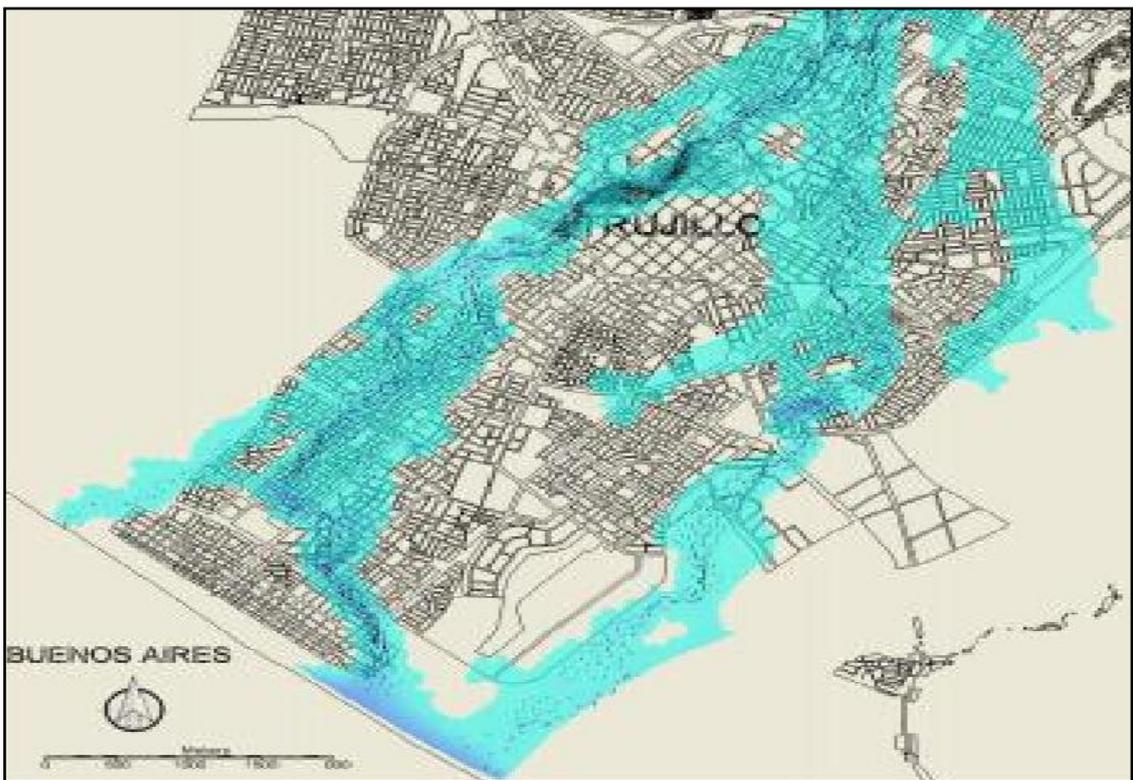


Figura 5. Mapa de simulación de inundación en la zona estudiada, del distrito Trujillo, Perú.  
Fuente: Rubio y Guerrero, 2015.

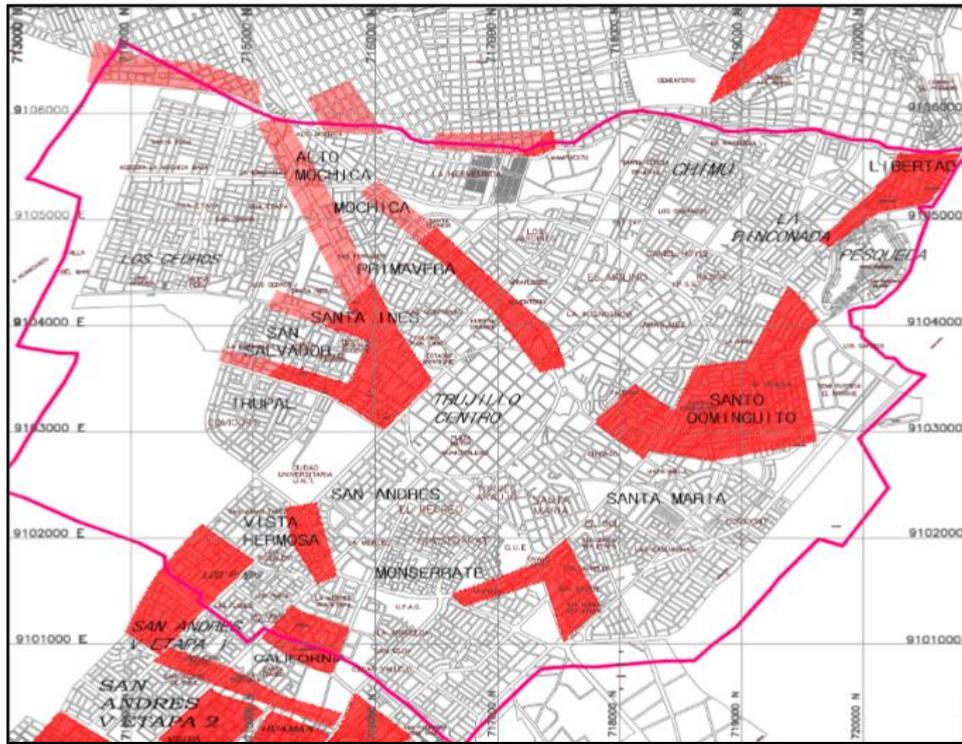


Figura 6. Mapa de zonas críticas de los sistemas de alcantarillado y agua potable, del distrito de Trujillo, Perú.  
Fuente: Rubio y Guerrero, 2015.

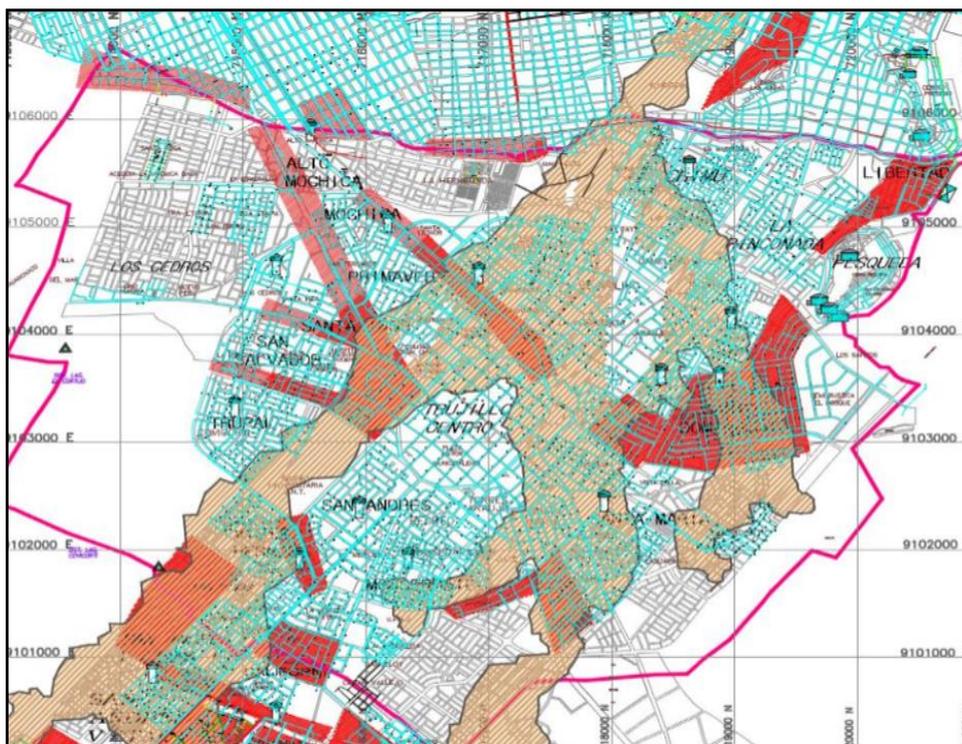


Figura 7. Mapa de simulación por inundación de las redes de abastecimiento de agua potable, del distrito de Trujillo, Perú.  
Fuente: Rubio y Guerrero, 2015.



## **Evaluación de Amenazas, Vulnerabilidad y Riesgo**

### **- Evaluación de Amenazas**

Se realiza mediante la creación de un mapa de amenazas en donde se identifiquen las zonas más vulnerables a las inundaciones, el cual tiene como objetivo la planificación del uso del territorio siendo necesario para la evaluación de los riesgos potenciales que amenazan el sistema.

Para la evaluación de amenazas se prioriza el área afectada, cualidades de la amenaza y características del daño en el servicio (ver Anexo 3).

### **- Evaluación de la Vulnerabilidad**

En esta evaluación se indica el grado de exposición de los elementos del sistema a sufrir daños y pérdidas frente una amenaza ya sea potencial o no. También la identificación de los elementos vulnerables y los factores que lo hacen vulnerable.

La evaluación de vulnerabilidad administrativa, sirve para determinar las debilidades organizativas y administrativas (ver Anexo 4).

### **- Evaluación del Riesgo**

Evaluar el riesgo es relacionar las amenazas y vulnerabilidades ya identificadas para poder identificar su impacto ambiental, económico o social del evento estudiado sobre el Sistema de Saneamiento para luego identificar e implementar las medidas de prevención y mitigación de riesgos.

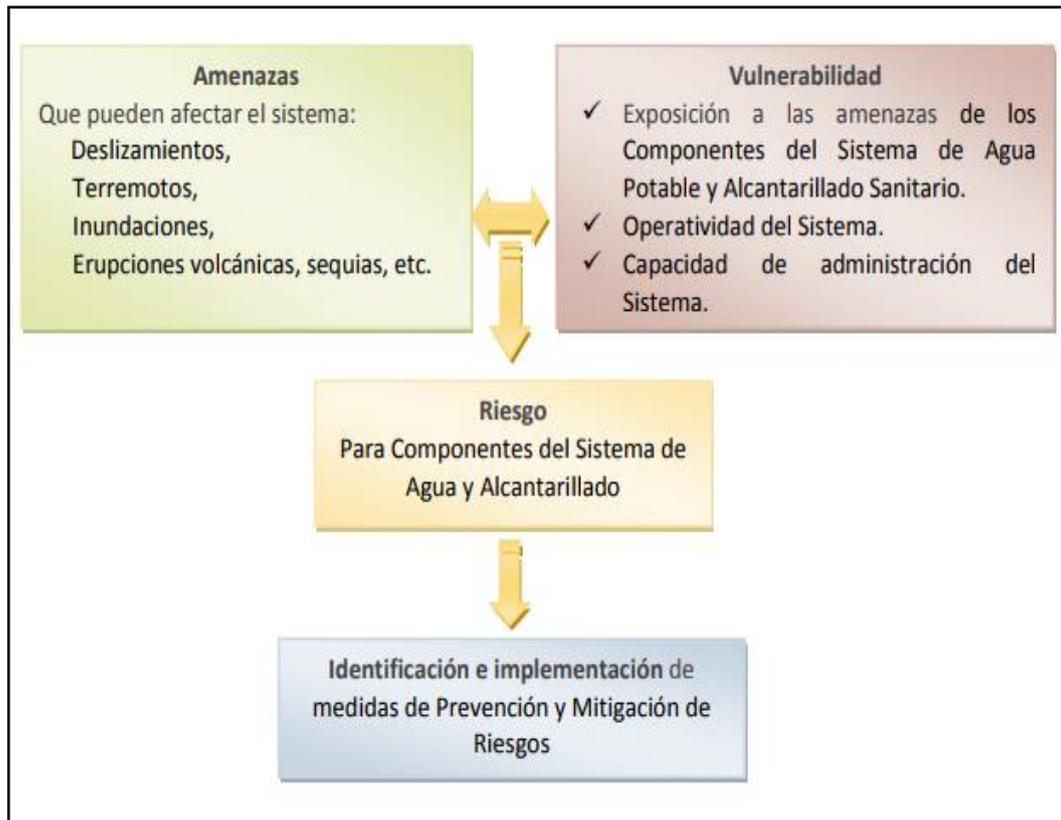


Figura 10. Gráfico de Vulnerabilidad, Amenazas y Riesgo.

Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.

#### 2.4. Medidas para la protección ante las amenazas

Es importante planificar un plan de medida frente a las inundaciones para proteger la población vulnerable y proteger el entorno de ésta mitigando los daños y teniendo un plan para el accionar rápido de la población y del estado. Es necesario tener un conocimiento sobre la geografía del lugar y sobre las características climatológicas de este para poder efectuar un plan que funcione correctamente, por ejemplo, detectar cuando comienzan las épocas de invierno donde la lluvia se incrementa o conocer los diversos eventos meteorológicos que ocasionan las inundaciones como el fenómeno del niño, para así tener un criterio que nos permita controlar y saber accionar correctamente ante estos fenómenos naturales.

Una forma de protegerse es muchas veces evitando el peligro que existen en las zonas bajas que son más propensas a inundarse ante un evento de inundación por lo que es factible incentivar que no se realicen construcciones en zonas bajas o en zonas cercanas a los ríos que son más vulnerables ante este fenómeno, el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENAPRED) tiene como misión

proponer normativas, colaborar en los diferentes procesos y gestiones que tienen como finalidad reducir la vulnerabilidad y dar seguridad a la población ante los eventos desastrosos.

Lo que se ha aprendido de las inundaciones es que siempre será mejor desde el punto de vista económico prevenir los fenómenos naturales antes de que ocurran que recuperarse de estos, por este motivo mediante planes de prevención relacionados con el control, estudio de los fenómenos naturales y con la geografía del lugar se evitará sufrir más pérdidas materiales.

El autor Benjamin (2008) especifica que: el gobierno debería tener un enfoque más amplio respecto al problema de las inundaciones y permitir la integración de las diferentes empresas privadas, ONGs y departamentos nacionales pertenecientes al plan de gestión sobre inundaciones, así como también es necesaria la participación de grupos minoritarios, incluidos los inmigrantes y refugiados, para que de esta manera el plan de acción contra las inundaciones se desarrolle en todas sus etapas adecuadamente.

## **2.5. Población y Muestra**

Según Hernandez, Fernandez y Baptista en su libro titulado Metodología de Investigación 5ta. edición la población se define como el conjunto de elementos que siguen con un mismo patrón a ser estudiados y muestra como una subdivisión de la población que será tomada y analizada para ser estudiada.

### **Población**

La zona estudiada es la ciudad de Huarney-Ancash.

### **Muestra**

Para el presente proyecto de investigación se tomará como muestra las zonas de inundación más vulnerables producto del desborde del río de la ciudad de Huarney-Ancash.

## **2.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para la identificación de los objetivos específicos se considerarán las siguientes técnicas:

- Bibliografía, se buscará información sobre estudios relacionados con el tema estudiado.
- Selección, las zonas seleccionadas serán las zonas más críticas del lugar.

- La observación, situación actual del contorno del lugar estudiado.

El instrumento que se utilizará será:

- El programa HEC-RAS 5.0.3. donde se realizará la identificación de las zonas de vulnerabilidad y las zonas críticas o de alta prioridad según el alcance de la inundación para finalmente se pueda identificar las zonas donde es óptimo proteger.

### **Validez y confiabilidad**

Los instrumentos a utilizarse será el programa HEC-RAS 5.0.3. creado por El Centro de Ingeniería Hidrológica (HEC) de origen estadounidense ya anteriormente verificados en otros proyectos de investigación como válidos por lo que se puede considerar que este proyecto se realizará de manera válida y confiable.

### **2.7. Métodos de análisis de datos**

En las investigaciones cuantitativas, los resultados se expresarán en forma numérica porcentual. El análisis cuantitativo de los datos obtenidos se llevará a cabo en una computadora. El software que se empleará para el presente proyecto de investigación será el HEC-RAS, la cual mostrará los resultados procesados en gráficos, cuadros y tablas.

### **Software HEC-RAS**

Este software gratuito está diseñado para realizar cálculos hidráulicos lo cual nos permite simular flujos en canales naturales o artificiales en una o dos dimensiones, el programa cuenta con las siguientes características para su fácil manejo, Interfaz de usuario, Componentes de análisis hidráulico, Almacenamiento y gestión de datos, Gráficos e Informes y RAS Mapper.

### **2.8. Aspectos éticos**

El investigador de este proyecto de investigación se compromete en cumplir siempre la veracidad de los resultados, así como la confiabilidad de los datos obtenidos por las entidades correspondientes.

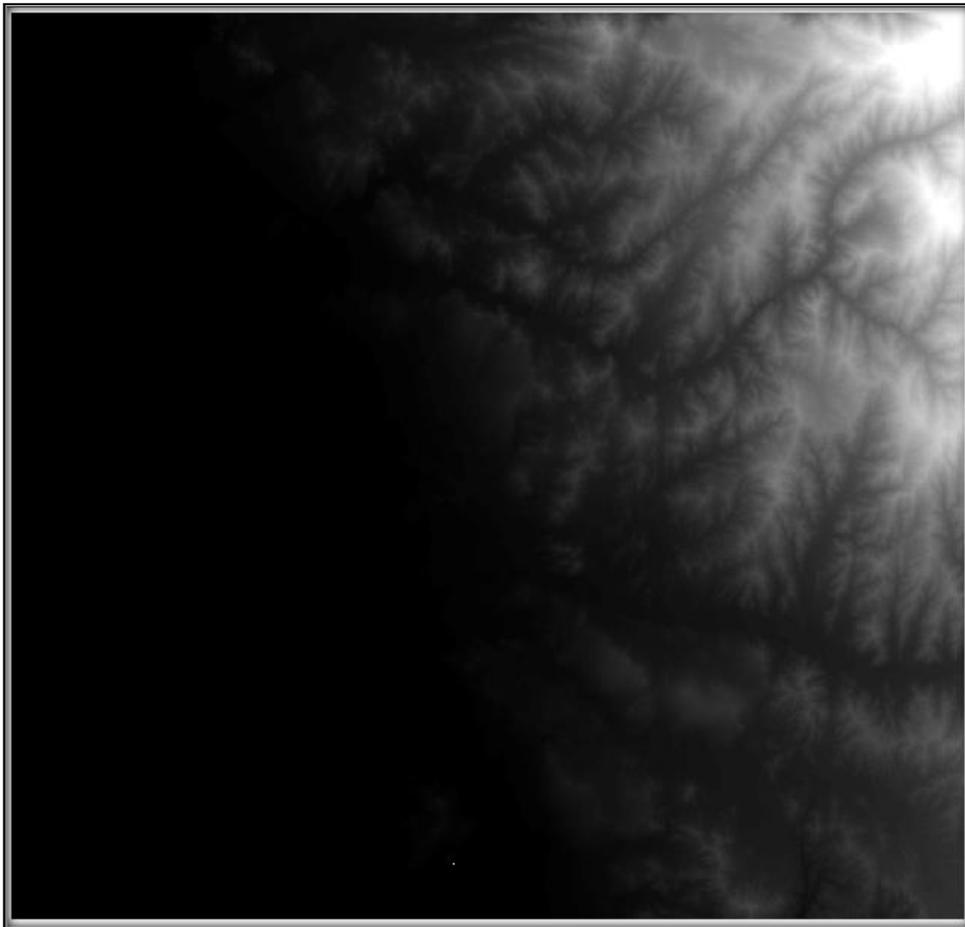
### **III. RESULTADOS**

### **3.1. Modelamiento de inundación con el programa HEC-RAS en la ciudad de Huarmey-Ancash**

#### **Modelo Digital del terreno**

El modelo digital del terreno (DEM) es extraído del Alaska Satellite Facility en el año 2018.

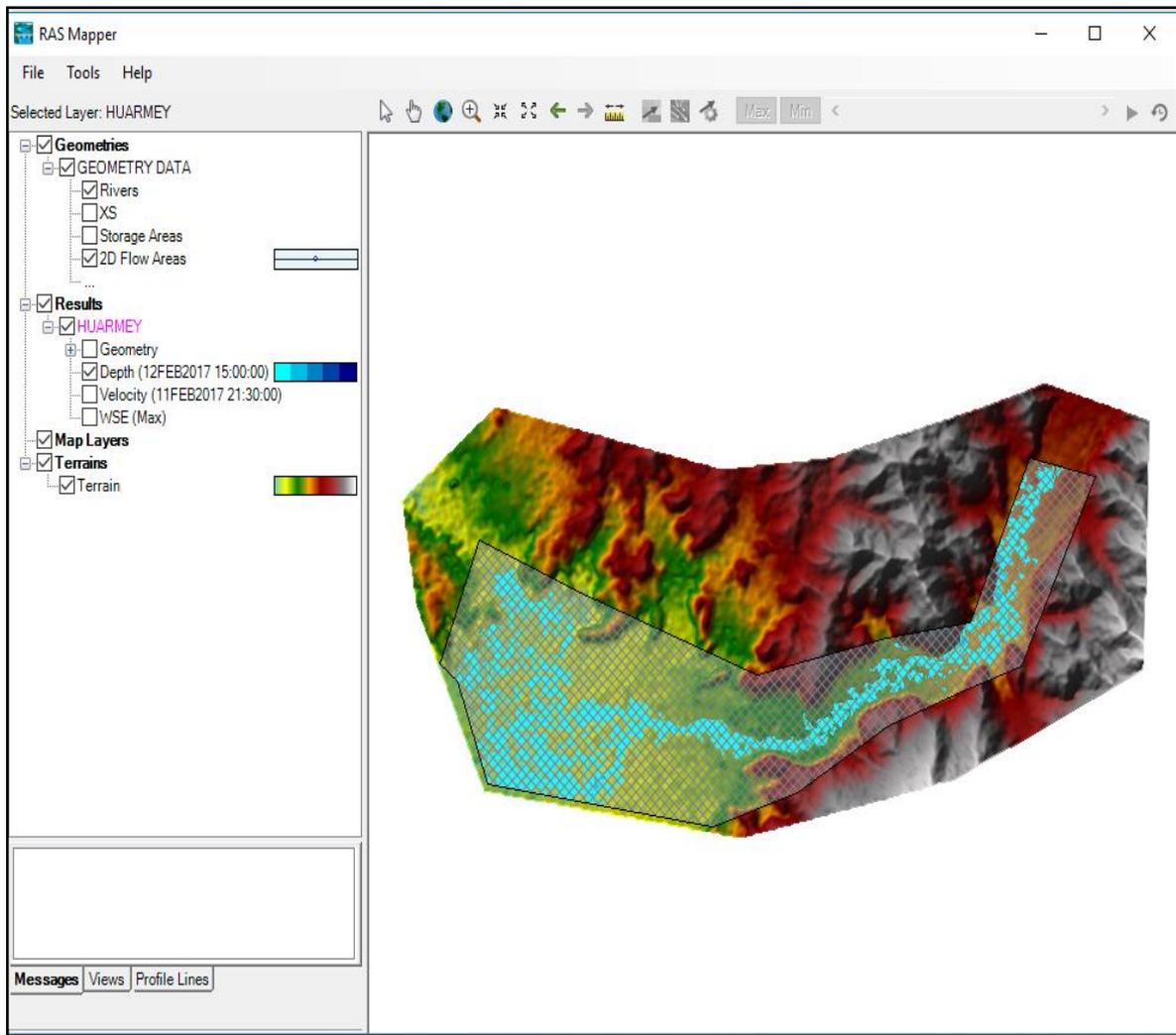
Extracción de imagen TIF en ArcMap para recortar la zona del estudio para luego modelarlo en el software HEC-RAS, según el ArcMap la altitud del DEM varía desde los -8 hasta los 4868 msnm.



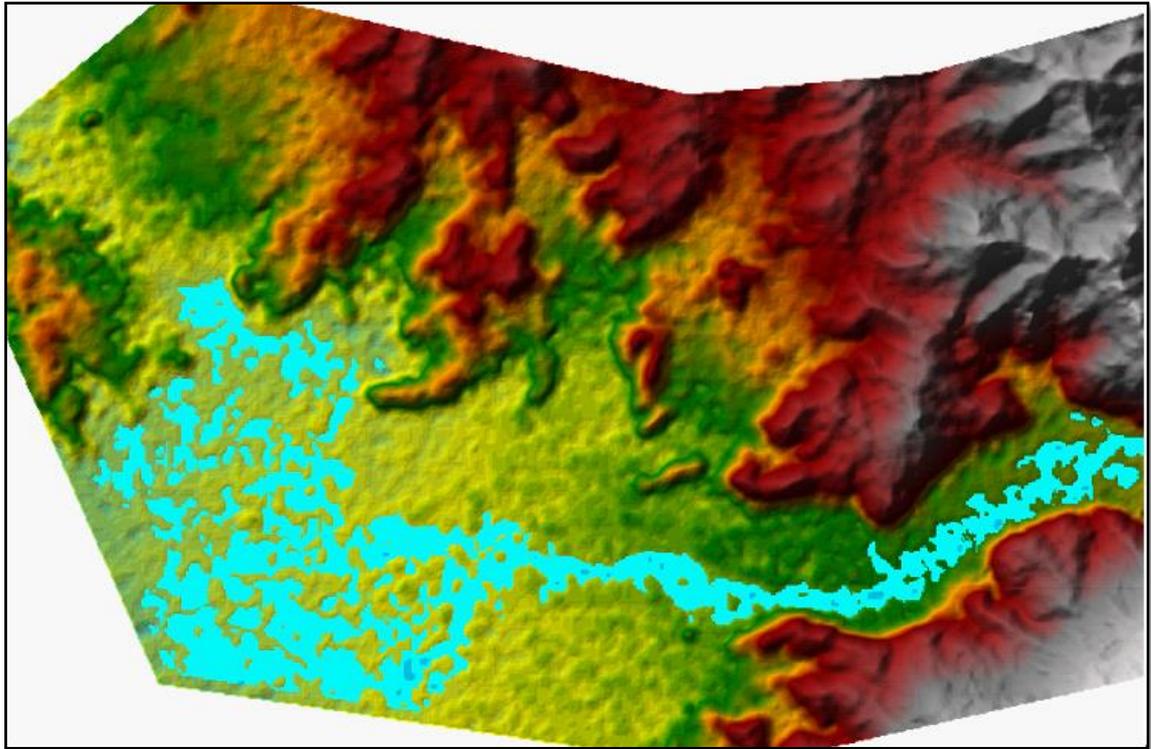
*Figura 11.* Imagen TIF para el modelamiento.  
*Fuente:* Alaska Satellite Facility.

## Creación de superficie inundada

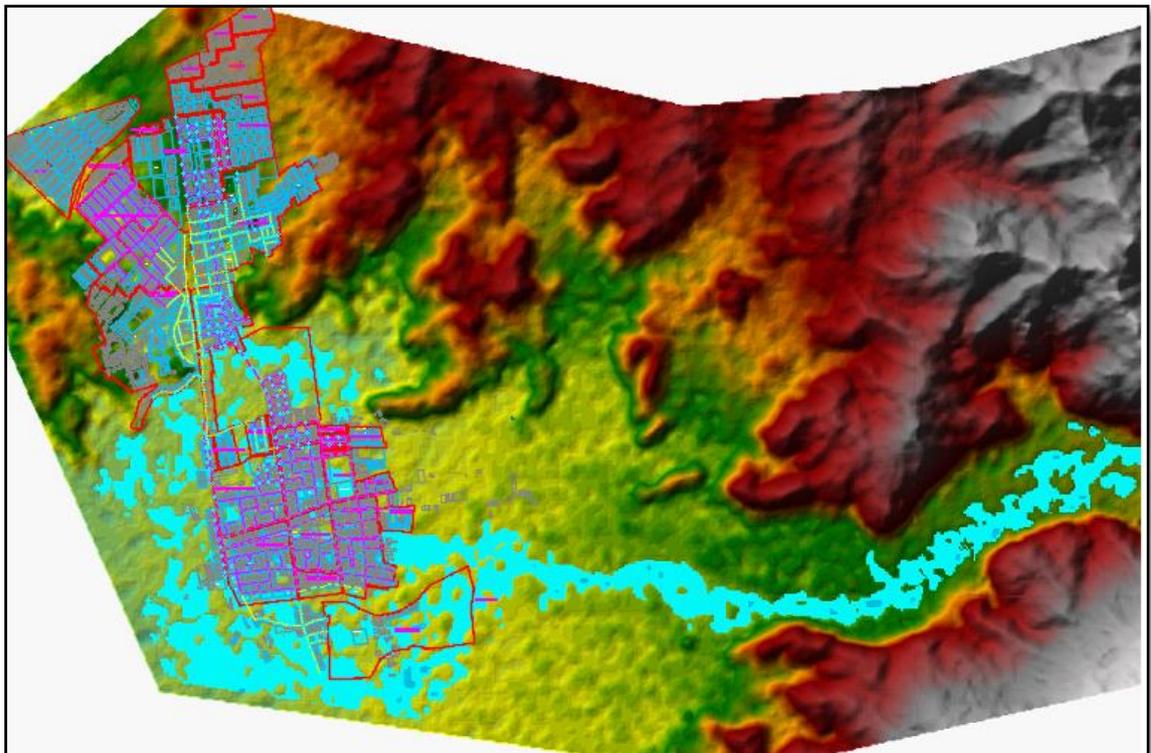
Una vez exportado el DEM del ArcMap al HEC-RAS ya recortado y delimitado la zona de estudio se crea el enmallado para insertar los límites máximos de la inundación por desborde.



*Figura 12.* Alcances máximos de la inundación en la zona de estudio.  
*Fuente:* Elaboración propia.



*Figura 13.* Modelamiento inundación en el software HEC-RAS.  
*Fuente:* Elaboración propia.



*Figura 14.* Simulación de inundación en la ciudad de Huarney.  
*Fuente:* Elaboración propia.

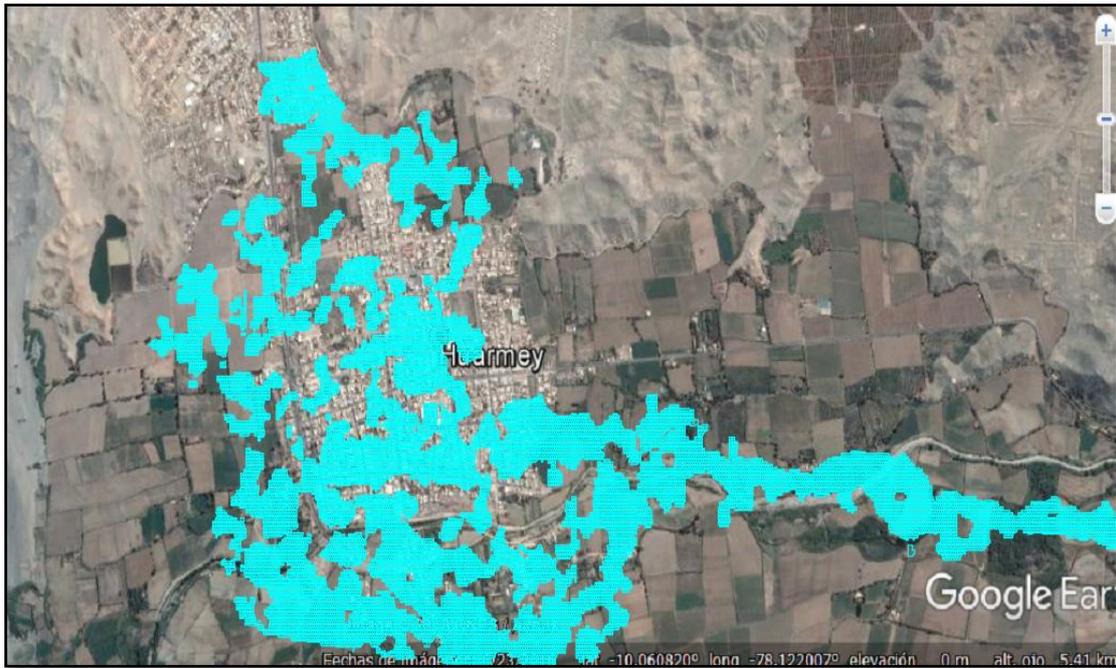


Figura 15. Simulación de inundación en Huarney vista satélite.  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.2. Identificación de zonas más vulnerables a sufrir daños por la inundación



Figura 16. Sectores críticos en Huarney.  
Fuente: Elaboración propia.

De arriba hacia abajo (zonas amarillas) 1. Reservorio, 2. Laguna de oxidación, 3. Estación Eléctrica.

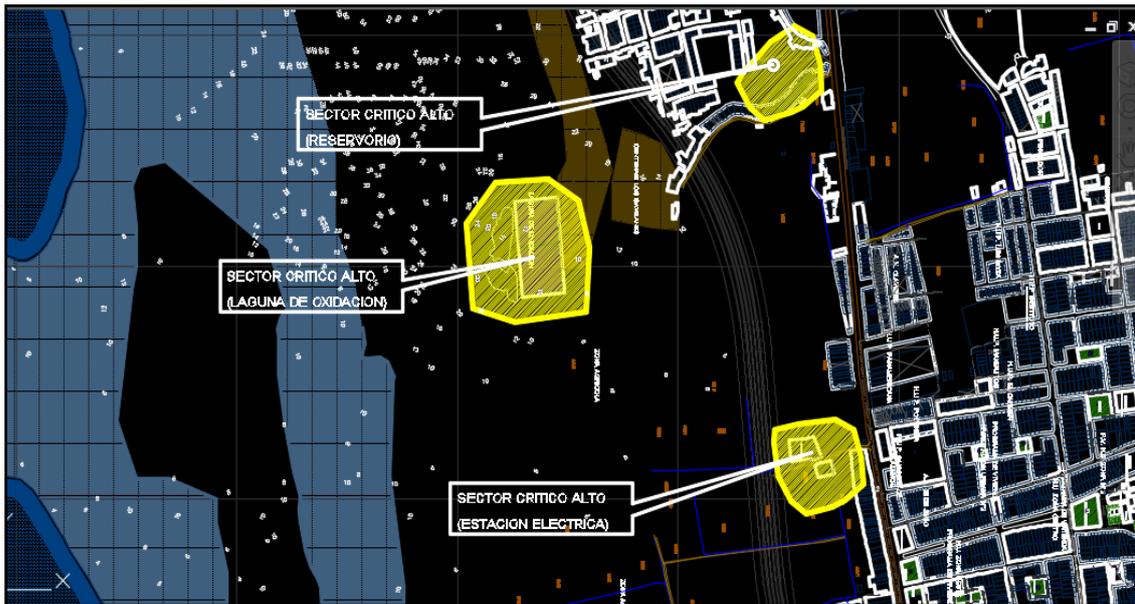


Figura 17. Sectores Críticos Altos.  
Fuente: Elaboración propia.

## Identificación de centros de educación y salud

CUADRO RESUMEN DE ZONIFICACION		
COD.	DESCRIPCION	SIMBOLOGIA
RDB	Residencial de Baja Densidad	[Orange square]
RDM	Residencial de Media Densidad	[Light blue square]
IR-1	Vivienda Taller	[Brown square]
AEUR	Area de Expansion Urbana de Reserva	[Orange square]
ZM	Zona Monumental Arqueologica	[Brown square]
ZA	Zona Parcelas Agricolas	[Green square]
ZPE-1	Zona de Humedales	[Light green square]
ZPE-2	Proteccion Ecologica por inundaciones	[Light green square]
ZPE-3	Zona de Amortiguamiento de mareas y pantanos	[Light blue square]
ZRP	Zona de Recreacion Publica	[Yellow square]
RPZ	Recreacion Publica Parque Zonal	[Green square]
LD	Losas Deportivas	[Purple square]
E-1	Educacion Basica	[Blue square]
E-2	Educacion Superior Tecnologica	[Blue square]
E-3	Educacion Superior Universitaria	[Blue square]
H-1	Salud - Posta Medica	[Teal square]
H-2	Salud - Centro de ESSALUD	[Teal square]
H-3	Salud - Hospital General	[Teal square]
IL - 2	Industria Liviana	[Purple square]
CE	Comercio Especializado	[Red square]
CL	Comercio Local	[Orange square]
CV	Comercio Vecinal	[Orange square]
OU-1	Terminal Terrestre Propuesto	[Grey square]
OU-2	Mirador Existente	[Grey square]
OU-3	Cementerios Existentes	[Grey square]
OU-4	Estadio Municipal (Propuesto)	[Grey square]
E-1	OU-5 Centro Civico Rescatado	[Grey square]
E-2	OU-6 Oficinas y Dependencias Administrativas del Estado	[Grey square]
E-3	OU-7 Establecimientos Religiosos Iglesias	[Grey square]
	OU-8 Centro Comercial e Interbancario	[Grey square]
	OU-9 Terminal Terrestre a Reubicar	[Teal square]
	OU-10 Estado Existente a Reubicar	[Red square]
	OU-11 Mejoramiento y Ampliacion del Relleno Sanitario Pampas tres Cruces	[Grey square]
	OU-12 Polideportivo Propuesto	[Green square]
	OU-13 Complejo Deportivo La Victoria	[Green square]
	OU-14 Complejo Deportivo Pesca Peru	[Green square]
	OU-15 Parador Turistico y Museo de Sitio El Castillo de Huarmey	[Brown square]
	OU-16 Hidrandina	[Grey square]
	OU-17 Seda Chimbote	[Grey square]
	OU-18 Zona de Erradicacion para RDB	[Grey square]

Figura 18. Cuadro de resumen de zonificación.  
Fuente: Municipalidad Provincial de Huarmey.

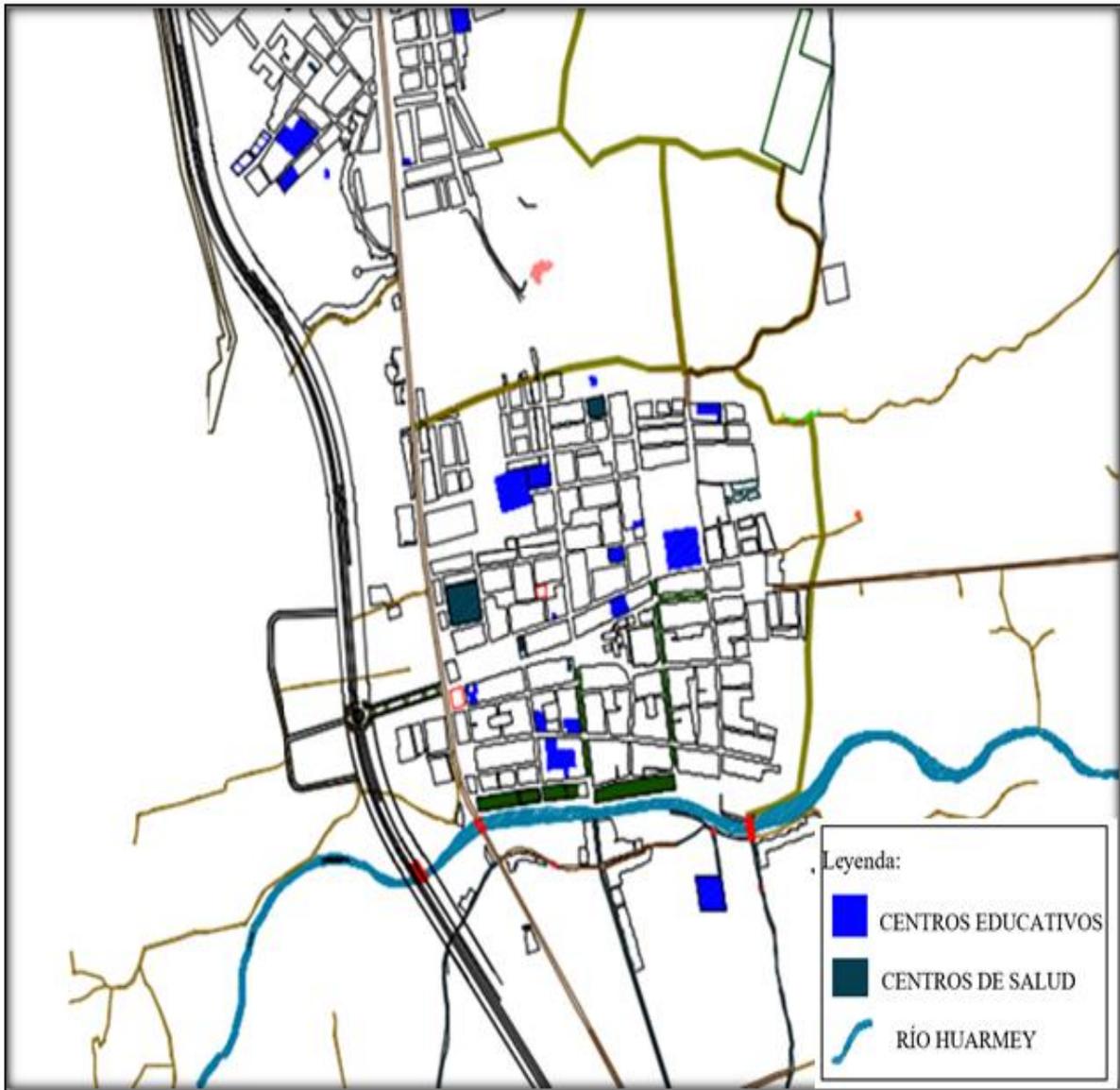
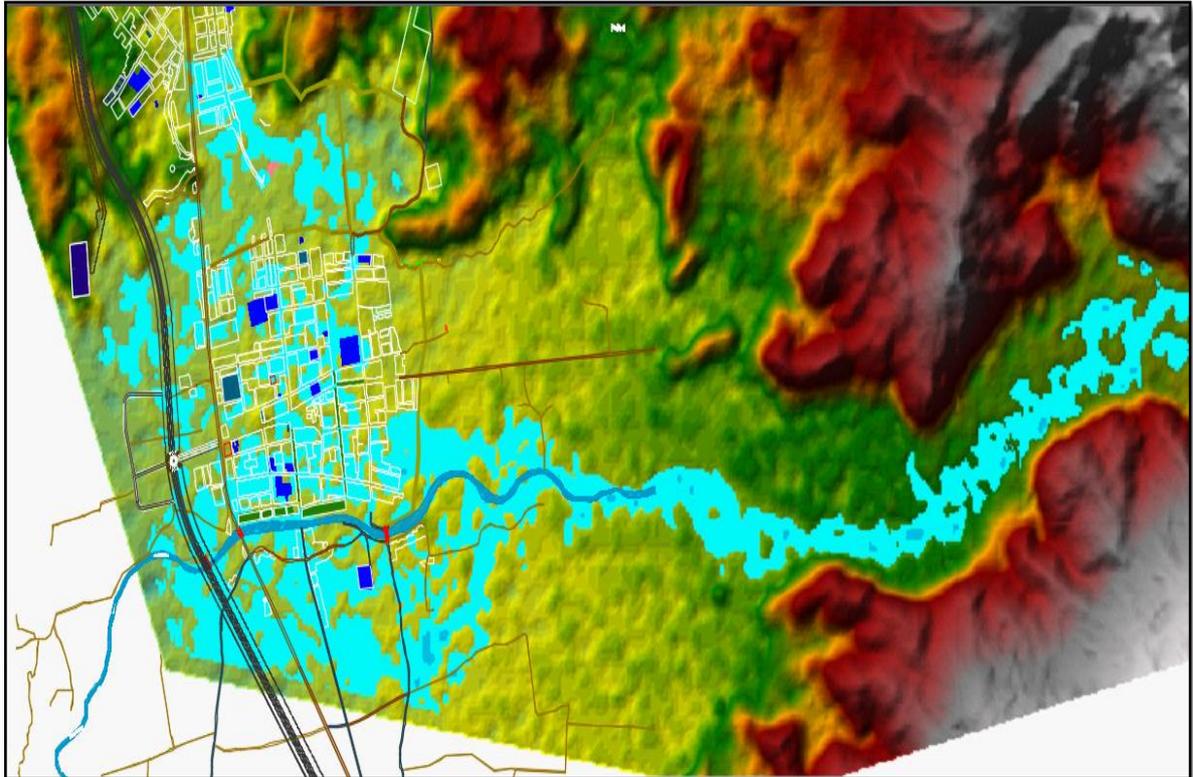


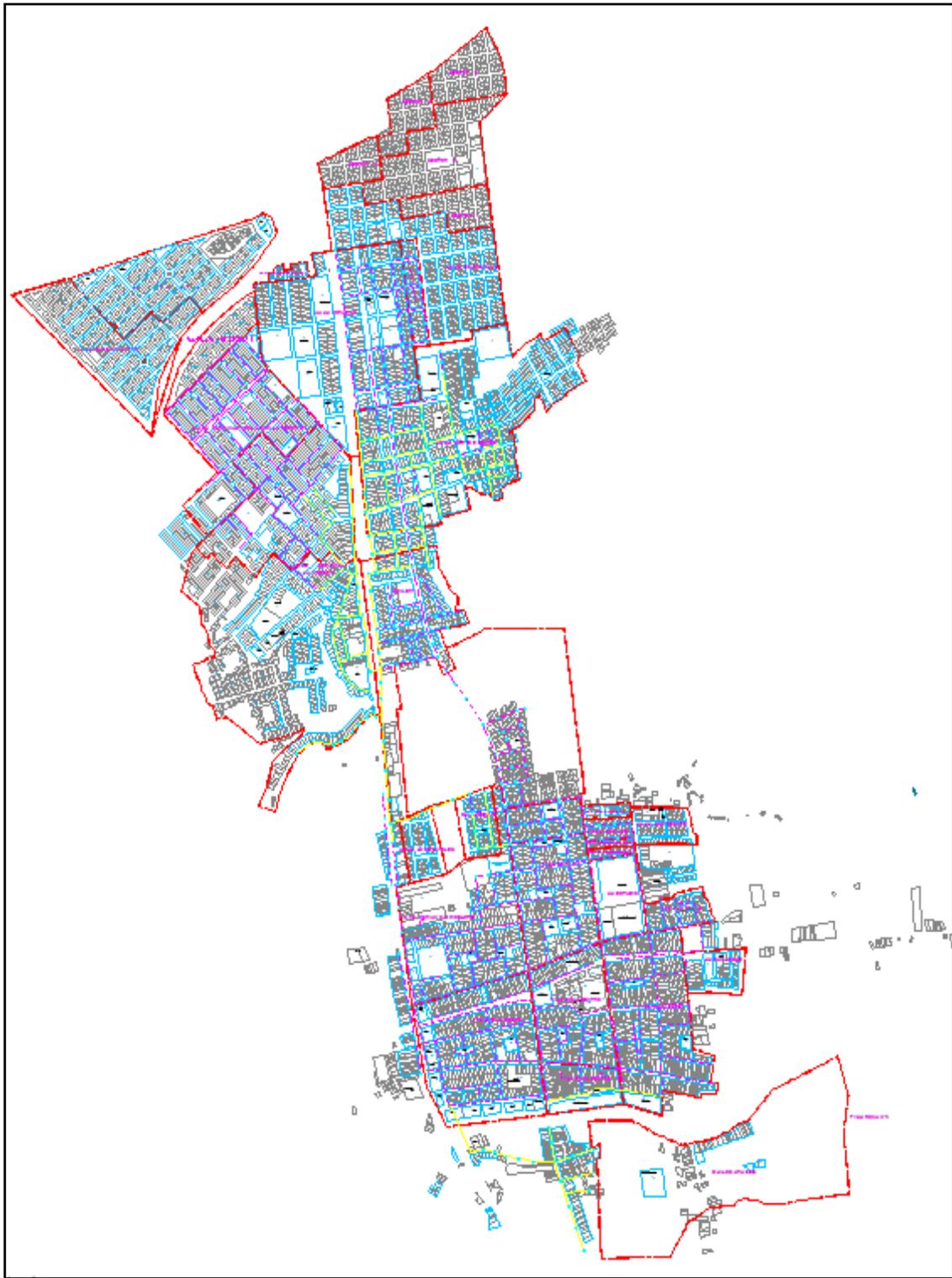
Figura 19. Centros Educativos y de salud, zonas de alta prioridad.  
Fuente: Elaboración propia.



*Figura 20.* Mapa de vulnerabilidad en zonas críticas de la ciudad de Huarmey.  
*Fuente:* Elaboración propia.

### **3.3. Red de alcantarillado de la ciudad de Huarmey.**

La inundación producto del desborde del río ingresó a la red de alcantarillado, la red de alcantarillado se debe proteger de la colmatación, los principales ingresos de residuos ajenos a la red son los buzones que están expuestos y vulnerables a la inundación, por lo que se propone identificar buzones que permiten el ingreso del barro y luego de identificarlos protegerlos con sus respectivas tapas de concreto armado según sus dimensiones.



*Figura 21.* Red de alcantarillado.  
*Fuente:* Municipalidad Provincial de Huarney.

### 3.4. Plan de mejora

El plan de mejora son alternativas de solución frente a una inundación, por lo tanto, se presenta el siguiente plan.

#### Muros de contención

- Los muros de contención deben ser diseñados respecto a las avenidas máximas que se presentan de no ser así, se propone diseñar uno nuevo de acuerdo a los valores del caudal extraídos producto a la inundación.
- En la modelación de la inundación se puede apreciar que el desborde del río aguas arriba comienza desde el punto A, por lo cual es necesario la construcción de muros de contención desde el punto A en aguas abajo.
- Los muros van en ambos lados del río, la longitud total de un lado del muro de principio a fin es aproximadamente 2000 metros.



Figura 22. Inicio del desborde del Río Huarmey.  
Fuente: Elaboración propia.

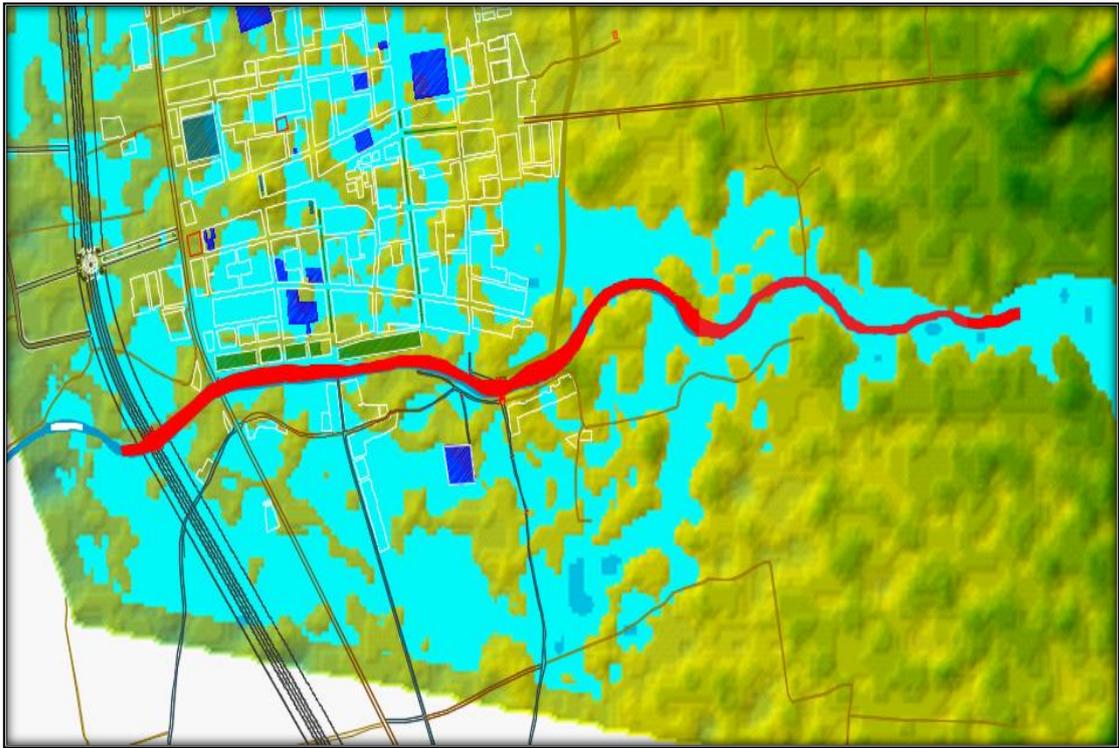


Figura 23. Propuesta para la construcción de muros de contención (Zona roja).  
Fuente: elaboración propia.



Figura 24. Croquis de propuesta de muros de contención.  
Fuente: Google Earth, 2018.

## Predimensionamiento del muro de contención

Altura máxima del río, con fecha 16 de marzo del 2017, el río alcanzó su altura máxima de 5 metros con un caudal de 433.93 m<sup>3</sup>/s.

Tabla 4

Aforo del río Huarmey

RIO HUARMEY												
REGISTRO DE MEDICIÓN DE CAUDALES (AFOROS) POR EL METODO DE FLOTADOR												
Mes de Marzo del 2017												
Fecha	Sección				Tiempo Promedio (seg)	Cálculo de la Velocidad			Caudal Q = A x Vm (m3/seg)	Ubicación de Punto de Aforo		Observacion
	Ancho m	Altura m	Area m2	Longitud (m)		V = E / T (m/s)	Coefficient e	Velocidad Media (m/s)		Coordenada UTM WGS 84		
02.03.2017	13.00	0.90	11.70	20	7.89	2.53	0.75	1.90	22.23	Zona 17L 0812 179 E, 8 885 216		Puente Buenos Aires
03.03.2017	13.00	0.90	11.70	20	7.89	2.53	0.75	1.90	22.23	Zona 17L 0812 179 E, 8 885 216		Puente Buenos Aires
06.03.2017	13.50	0.90	12.15	20	7.89	2.53	0.75	1.90	23.09	Zona 17L 0812 179 E, 8 885 216		Puente Buenos Aires
07.03.2017	13.00	0.90	11.70	20	7.89	2.53	0.75	1.90	22.23	Zona 17L 0812 179 E, 8 885 216		Puente Buenos Aires
08.03.2017	14.00	1.20	16.80	20	6.00	3.33	0.75	2.50	42.00	Zona 17L 0812 179 E, 8 885 216		Puente Buenos Aires
09.03.2017	14.00	1.30	18.20	20	5.90	3.39	0.75	2.54	46.27	Zona 17L 0812 179 E, 8 885 216		Puente Buenos Aires
10.03.2017	27.00	1.40	37.80	10	4.00	2.50	0.75	1.88	70.88			Puente Arabe ***
13.03.2017	24.00	1.45	34.80	10	3.76	2.66	0.75	1.99	69.41			Puente Arabe
14.03.2017	24.00	1.45	34.80	10	3.76	2.66	0.75	1.99	69.41			Puente Arabe
15.03.2017	27.00	3.50	94.50	10	3.34	2.99	0.75	2.25	212.20			Puente Arabe
16.03.2017	27.00	5.00	135.00	15	3.50	4.29	0.75	3.21	433.93			Puente Arabe desbordo el rio.
17.03.2017	27.00	4.80	129.60	15	3.50	4.29	0.75	3.21	416.57			Puente Arabe
29.03.2017	26.00	2.50	65.00	15	5.00	3.00	0.75	2.25	146.25			Puente Arabe
31.03.2017	26.00	2.80	72.80	10	3.20	3.13	0.75	2.34	170.63			

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA).

Datos:

Longitud del muro de contención (L): 15 m.

Altura de la pantalla (H): 5 m.

- Hallando altura de la zapata "hz"

$$hz = 0.12 H \text{ a } 0.16 H$$

$$hz = 0.14 H = 0.14 \times 5.00 = 0.70 \text{ m}$$

- Hallando parte superior del muro "t1"

$$t1 = 0.08H \text{ y } t1 \geq 0.30 \text{ m}$$

- CALCULANDO

$$t1 = 0.08 * 5 \text{ m} = 0.40 \text{ m}$$

$$t1 = 0.40 \text{ m} \geq 0.30 \text{ m OK!}$$

- Hallando ancho de la zapata: "B"

$$B = 0.5 Ht \text{ a } 0.75 Ht$$

$$B = 0.5 \times 5.50 \text{ m}$$

$$B = 2.75 \text{ m}$$

- Hallando pie del muro: "p1"

$$p1 = hz/2 \text{ a } hz$$

$$p1 = 0.70/2 \text{ a } 0.70$$

$$p1 = 0.35 \text{ a } 0.70$$

$$p1 = 0.50 \text{ m}$$

- Hallando talón del muro: "p2"

$$p2 = hz/2 \text{ a } hz$$

$$p2 = 0.35 \text{ a } 0.70$$

$$p2 = 0.50 \text{ m}$$

- Hallando ancho restante de la zapata: "t 2"

$$B - p1 - p2 = t2$$

$$t2 = 2.75 - 0.50 - 0.50$$

$$t2 = 1.75 \text{ m}$$

## **Descolmatación**

Es necesario contar con un plan de descolmatación para ganar área en el cauce del río que busque limpiar periódicamente de los desechos que no pertenezcan a este comenzando aguas arriba identificando e interviniendo mediante mallas de seguridad en las zonas que son propensas a traer desechos orgánicos como árboles o inorgánicos como rocas grandes.



*Figura 25.* Situación del río Huarmey antes de la catástrofe.

*Fuente:* Google Maps, 2015.

## **Creación de canales en zonas críticas.**

Las zonas más propensas a la inundación están sombreadas de rojo en donde se encuentra las principales estructuras:

- Coliseo.
- Colegio José Carlos Mariátegui.
- Losa deportiva.
- Colegio Particular Estela Maris.
- Carretera panamericana.
- Y las principales avenidas, av. El Olivar y av. Garcilazo de la Vega (líneas de rojo).

Los canales de drenaje se ubicarán dentro de las líneas rojas por donde pasan principales avenidas y en los colegios (E) hasta aguas abajo en donde desemboca el río.

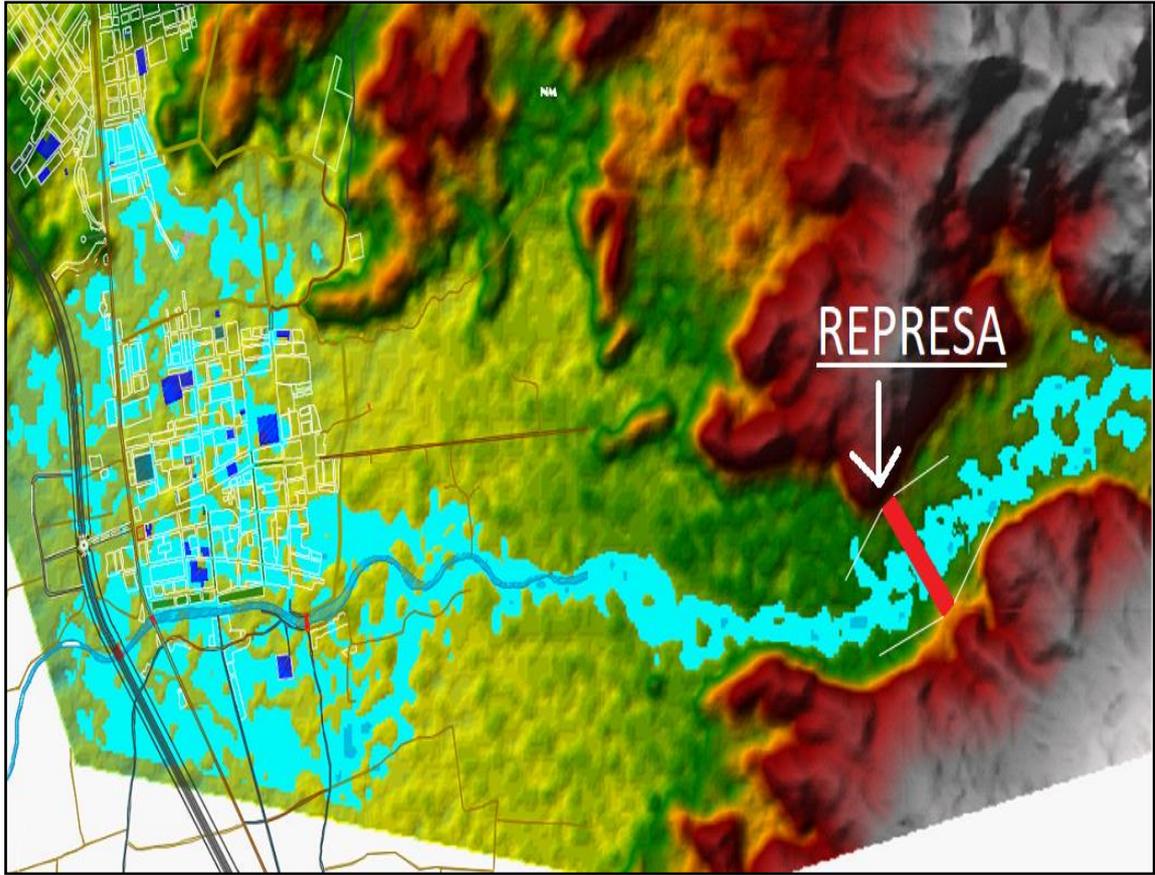
-La longitud total de ambos drenajes es de 600 metros cada uno.



Figura 26. Ubicación de canales.  
Fuente: Elaboración propia.

### Represa

Esta barrera permite controlar y disminuir la energía del cauce para así evitar un futuro desborde del Río Huarney en la imagen a continuación se puede apreciar la ubicación de la represa por gravedad propuesta, la represa también está creada con fines de agricultura ya que permitirá distribuir mediante canales de regadío a las fincas dando así un mejor aprovechamiento de esta, ya que la agricultura es uno de las principales actividades de esta ciudad. La longitud de la represa y el volumen de almacenamiento varían de acuerdo a la posición en la que el experto considera diseñarla, en la ubicación propuesta la presa alcanza una longitud de 650 metros.



*Figura 27.* Ubicación de represa.  
*Fuente:* Elaboración propia.

## **IV. DISCUSIÓN**

La estimación de la vulnerabilidad de inundaciones, se determinó con la superposición del mapa de inundación creado a partir del programa HEC-RAS y el mapa de las zonas críticas en la provincia de Huarney, con el fin de la determinación de los puntos críticos para el desarrollo del plan de mejora.

Estos resultados concuerdan con los estudios realizados de Rubio y Guerrero (2015), en su artículo sobre vulnerabilidad en sistemas de alcantarillado y agua potable que de acuerdo a su metodología aplicada el modelamiento de inundación y determinación de zonas inundables sirven para crear mapas de vulnerabilidad de amenazas lo cual es usado para crear planes de mitigación y prevención de desastres.

Ambos resultados son semejantes ya que se usó la misma metodología para el desarrollo de la presente investigación, aunque con la diferencia que en el artículo de Rubio y Guerrero se realizó con el objetivo del análisis de vulnerabilidad respecto y directamente a proteger los servicios de redes de agua potable y alcantarillado y en el desarrollado en la presente tesis tuvo como objetivo principal evitar que el río invada a la ciudad causando daños en la ciudad, además que Huarney siendo una ciudad agrícola y minera, la población ha construido sus viviendas muy cerca de los ríos sin tener en mente el posible desborde del río por lo cual estas viviendas son más vulnerables a una inundación en donde el segundo objetivo de la presente tesis fue de crear diferentes alternativas de solución siendo una de ellas muros de contención, canales y una represa.

Según Rubio y Guerrero en su artículo un problema que presentaban en las evaluaciones de las redes secundarias del centro de la ciudad de Trujillo eran que existían tuberías de fierro fundido que ya habían cumplido su tiempo de servicio siendo algunas de ellas que datan del año 1930.

En este caso los componentes interceptores, emisores, red colectora, conexiones domiciliarias y buzones de alcantarillado se encontraban generalmente llenos de barro, por consecuencia las redes habían colapsado y el tiempo estimado de rehabilitación fue de 2 meses en todos los sectores en general.

En contraste con la información obtenida sobre las conexiones domiciliarias de la ciudad de Huarney presentaban un pésimo estado de operación habiendo daños en los sectores ubicados en la cercanía de la cuenca del río Huarney, siendo que estas tuberías no eran tan antiguas afectando principalmente las redes de agua potable de las tuberías en las

redes existentes. El tiempo estimado de rehabilitación fue de 2 meses en los sectores en general, en la actualidad a consecuencia del desborde del Río Huarmey varias de las tuberías han sido cambiadas y rehabilitadas por lo cual se deduce que estos servicios no presentarán fallas hasta que se cumpla su periodo de vida con la excepción de que ocurra otro eventual desastre que haga dañar y colapsar estos servicios.

## **V. CONCLUSIONES**

- El incremento de las temperaturas del mar en las costas del Perú, produjo corrientes de aire húmedas dirigidas hacia la cordillera de los Andes, originando así intensas lluvias y causando grandes aumentos del caudal de los ríos que desencadenó múltiples eventos afectando a los bienes de la población de la ciudad de Huarmey.
- La combinación entre los resultados de la modelación del HEC-RAS, las alternativas de protección, el conocimiento del experto y los planes de emergencia ante inundaciones tienen como resultado una mejor gestión de los recursos económicos.
- Las obras de protección como plan de mejora logran mitigar los daños provocados por las inundaciones del río Huarmey, evitando pérdidas y daños en las fincas, en las zonas pobladas, carreteras, puentes y a las obras hidráulicas.
- Los trabajos de descolmatación del río Huarmey aguas arriba del puente de Buenos Aires, permitirán recuperar parte del área de flujo del río.
- La modelación permitió generar el mapa de inundación reflejando las zonas de vulnerabilidad ante inundaciones.
- La creación de la represa y de los muros de contención reducirían drásticamente la probabilidad de otro evento de inundación a consecuencia del fenómeno del niño ya que estas dos estructuras van a controlar directamente el cauce del río.
- La modelación permitió generar un mapa de las zonas críticas vulnerables a las inundaciones.
- Los resultados de la modelación nos indica que es urgente priorizar el desarrollo de los proyectos del plan de mejora, comenzando por aguas arriba y terminando hasta la desembocadura del río al mar.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Junto al crecimiento de la población y de la infraestructura de la ciudad de Huarmey está aumentando las zonas vulnerables a una inundación producto del río por lo cual es recomendable evitar la construcción de viviendas en zonas altamente vulnerables a la inundación en el caso que no existan medidas preventivas ante estos eventuales desastres.
- Ya que esta ciudad fue construida en un área donde ha ocurrido eventos de inundación por desborde de río con anterioridad producto del fenómeno del niño es factible contar con un buen plan de mitigación y prevención para saber qué acciones realizar ante este eventual desastre natural.
- Es recomendable la creación de la represa junto con los muros de contención para evitar que en un evento similar de crecida del río los muros sean derribados por la fuerza del agua.
- Se recomienda desarrollar un plan de monitoreo de las obras de protección, determinando los periodos de mantenimiento para garantizar su funcionalidad.
- Es recomendable continuar con el estudio del plan de mejora a fin de hacer un diseño constructivo completo no dadas en este trabajo de investigación.
- Se recomienda continuar con los programas de descolmatación del Rio Huarmey para no sobrepasar los parámetros máximos de las obras de protección iniciando aguas arriba de la represa planteada en este proyecto.

## **VII. REFERENCIAS**

## **Bibliografía**

- Alaska Satellite Facility. (2018). *Earth Data of Vertex*. Recuperado de <https://vertex.daac.asf.alaska.edu/>
- Aparicio, F. (2001). *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. Ciudad de México, México: Limusa S.A.
- Autoridad Nacional del Agua. (2010). *Inundaciones en el Perú*. Recuperado de <http://www.rimd.org/advf/documentos/4962879bcbe32.pdf>
- Balica, S., Douben, N. y Wright, N. (2009). *Flood vulnerability indices at varying spatial scales*. *Water Sci Technology*.  
Recuperado de <https://doi.org/10.2166/wst.2009.183>
- Benjamin, M. (2008). *Analysing urban flood risk in low-cost settlements of George, Western Cape, South Africa: investigating physical and social dimensions*. Cape Town, South Africa: University of Cape Town.
- Cabrera, E., Castro, J. y Méndez, R. (2011). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario, aguas lluvias, y planta de tratamiento de aguas residuales para el área urbana del Municipio de San Matías, departamento de la Libertad*. San Salvador, El Salvador: Universidad de El Salvador.
- Canales, D. y Cornejo, Y. (2014). *Influencia de la geotecnia en la vulnerabilidad de las quebradas secas en Chosica*. Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. (2014). *Manual para la evaluación de riesgos originados por inundaciones fluviales, dirección de gestión de procesos*, Lima, Perú: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. (18 de setiembre de 2017). *Misión y Funciones*.  
Obtenido de <https://cenepred.gob.pe/web/mision-y-funciones/>
- Chávez, F. (2006). *Simulación y optimización de un sistema de alcantarillado urbano*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

- Chow, V. (1994). *Hidráulica de canales abiertos*. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana S.A.
- Comisión Nacional del Agua. (2011). *Manual para el control de inundaciones*, Ciudad de México, México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Dilley, M., Chen, R., Deichmann, U., Lerner-Lam, A. y Arnold, M. (2005). *Natural Disaster Hotspots: A Global Risk Analysis*. Washington D.C., Estados Unidos: The World Bank.
- Douben, K. (2006). *Characteristics of river floods and flooding: a global overview, 1985–2003*. Recuperado de <https://doi.org/10.1002/ird.239>
- Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Ciudad de México, México: McGraw-Hill Interamericana S.A.
- Instituto Geofísico del Perú. (2014). *Zonificación sísmica – geotécnica de la ciudad de Huarmey*. Recuperado de [http://intranet.igp.gob.pe/portaltest/images/documents/sismos/PPR2013\\_INFORMES/urb\\_huarmey/huarmey\\_2013.pdf](http://intranet.igp.gob.pe/portaltest/images/documents/sismos/PPR2013_INFORMES/urb_huarmey/huarmey_2013.pdf)
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. (2017). *Evaluación geológica de las zonas afectadas por el niño costero 2017 en la región Áncash*. Recuperado de <http://www.ingemmet.gob.pe/documents/73138/782495/Informe+Ancash.pdf/f7a262a7-afe0-47e4-a900-7155cba8ccf1>
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2005). *Mapa de peligros y plan de usos del suelo y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Chosica*. Recuperado de [http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios\\_CS/Region\\_Lima/lima/chosica\\_R.pdf](http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_Lima/lima/chosica_R.pdf)
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2017). *Estado Situacional de la Emergencia*. Recuperado de [http://sinpad.indeci.gob.pe/sinpad/emergencias/Evaluacion/Reporte/rpt\\_eme\\_situacion\\_emergencia.asp?EmergCode=00083454](http://sinpad.indeci.gob.pe/sinpad/emergencias/Evaluacion/Reporte/rpt_eme_situacion_emergencia.asp?EmergCode=00083454)
- Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados. (2000). *Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y de alcantarillado sanitario*. Recuperado de <https://www.red->

gricciplac.org/imetodologicos/Nicaragua/Guia\_Tecnica\_para\_Reducccion\_dela\_Vulnerabilidad.pdf

Martínez, O. (2011). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio el centro y sistema de abastecimiento de agua potable para el barrio La Tejera, municipio de San Juan Ermita, departamento de Chiquimula*. Ciudad de Guatemala, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

Municipalidad Provincial de Huarmey. (15 de junio de 2016). *Datos Geográficos*. Obtenido de <https://www.munihuarmey.gob.pe/provincia/ubicacion.php>

Organización de los Estados Americanos. (1993). *Manual sobre el manejo de peligros naturales en la planificación para el desarrollo regional integrado*. Recuperado de <http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea65s/oea65s.pdf>

Palacios, A. (2004). *Acueductos, cloacas y drenajes*. Caracas, Venezuela: Universidad Católica Andrés Bello.

Ponvert, D., Lau, A. y Balamaseda, C. (2007). *La vulnerabilidad del sector agrícola frente a los desastres Reflexiones generales*. Recuperado de <http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/rza/article/view/214/211>

Prieto, C. (2011). *El Agua: Forma, Efectos, Abastecimiento, Usos, Daños*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.

Rocha, A. (2007). *Problemática de las inundaciones y huaicos en el Perú*. Lima, Perú: Instituto para la Mitigación de los Efectos del Fenómeno de El Niño.

Rubio, H. y Guerrero, P. (2015). *Vulnerabilidad en sistemas de agua potable y alcantarillado ante inundaciones en el distrito de Trujillo*. Trujillo, Perú: Universidad Nacional de Trujillo.

Salinas, V., y Ventura, M. (2010). *Riesgo y vulnerabilidad de la infraestructura de servicios de agua potable y saneamiento: caso proyecto mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado de Oxapampa*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.

Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima. (2006). *Análisis de Vulnerabilidad de las alternativas*.

Recuperado de <http://www.sedapal.com.pe/Contenido/licitaciones/CP-0037-2016-SEDAPAL/EstudioFactibilidad2009/TOMOII/AnexoX/1.-%20Estudiovulnerabilidad.doc>

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (19 de setiembre de 2017). *Clima: Fenómeno del niño*. Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/?p=fenomeno-el-nino>

Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado. (2014). *Criterios y lineamientos técnicos para factibilidades*. Recuperado de [http://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo\\_3.\\_alcantarillado\\_pluvial.pdf](http://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_3._alcantarillado_pluvial.pdf)

The Hydrologic Engineering Center. (01 de octubre de 2018). *Software HEC-RAS*. Obtenido de <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/features.aspx>

## **VIII. ANEXOS**

## Anexo 1.

### Matriz de Consistencia “Análisis de vulnerabilidad por inundaciones y plan de mejora en Huarmey-Ancash, 2018”

	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	JUSTIFICACIÓN	VARIABLE
General	¿Cuáles serán las zonas de vulnerabilidad actual frente a las inundaciones por desborde de un río y cuáles son las alternativas para su protección en Huarmey, Ancash en el año 2018?	Identificar las zonas de vulnerabilidad actual frente a las inundaciones por desborde de un río y las alternativas para su protección en Huarmey, Ancash en el año 2018.	-Las zonas vulnerables a inundaciones se verán determinadas por la topografía del terreno y por la ubicación de las mismas frente al impacto de una inundación en Huarmey, Ancash en el año 2018.	Realizar el estudio sobre la vulnerabilidad de la ciudad de Huarmey frente a inundaciones producto del desborde de un río permite realizar una inversión responsable ya que vendría a significar un gran aporte para reducir el nivel de vulnerabilidad de la ciudad mediante un plan de mejora, garantizando así su sostenibilidad, a la vez daría a conocer cuáles son las zonas que se ven afectadas productos de las inundaciones, realizar estos estudios en la fase de pre-inversión ayudaría a administrar racionalmente el presupuesto destinado a la construcción de las obras ya que se incrementaría el nivel de seguridad de la infraestructura evitando así daños perjudiciales a la misma, dando así un servicio de calidad a la población.	<p><b>Variable independiente:</b> Vulnerabilidad</p> <p><b>Indicadores:</b> -Daños en las redes de agua y desagüe. -Daños en los hospitales, colegios, postas, estaciones de servicio. -Tiempo de rehabilitación de los servicios básicos.</p>
	¿Cuáles serán los daños en la infraestructura de la red de alcantarillado por inundaciones en la ciudad de Huarmey, Ancash en el año 2018?	Proteger la infraestructura red de alcantarillado ante inundaciones en la ciudad de Huarmey, Ancash en el año 2018.	La vulnerabilidad frente a inundaciones en la ciudad de Huarmey se debe a la cercanía que se encuentra esta respecto al río.		
Específicos	¿Cuáles son las alternativas de mejora planteadas frente a inundaciones en Huarmey, Ancash en el año 2018?	Crear un plan de mejora o alternativas frente a las inundaciones en Huarmey, Ancash en el año 2018.	La vulnerabilidad frente a inundaciones en la ciudad de Huarmey se debe a la ausencia de sistemas o medios que controlen el cauce del río evitando que este sea un peligro para los pobladores		<p><b>Variable Dependiente:</b> Mejoras</p> <p><b>Indicadores:</b> -Canales de drenaje. -Muros de contención. -Represa. -Caudal de diseño -Mallas en buzones.</p>
	¿Dónde se encuentran las zonas de alta prioridad o zonas críticas en Huarmey, Ancash que necesitan ser protegidas?	Identificar la ubicación las zonas críticas o de alta prioridad en Huarmey, Ancash en el año 2018.	Las zonas críticas o de alta prioridad a proteger son los lugares importantes que tienen alto riesgo de sufrir una inundación en Huarmey, Ancash en el año 2018.		

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2.

Mapa del curso del Río Huarmey en la provincia de Huarmey



Fuente: Google Earth, 2018.

Anexo 3.

Identificación y características de las amenazas

<b>TIPO DE AMENAZA</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>PRIORIDAD RELATIVA*</b>	<b>ÁREAS DE IMPACTO</b>
<b>Inundaciones y Deslizamientos</b>	El incremento del caudal del río de Huarmey, puede producir inundaciones, colmatación, desborde y erosión en la captación	1	Red de alcantarillado, áreas de cultivo
<b>Contaminación del Agua</b>	Las medidas de seguridad tienen un estándar relativamente alto, para la minimización de contaminación ambiental, la contaminación de las aguas del río Huarmey no pueden ser excluidas	2	Río Huarmey
<b>Inundaciones a las estructuras de concreto armado</b>	Actos de vandalismo o sabotaje Existe un adecuado sistema de vigilancia y protección de las instalaciones	2	Red de agua potable
	Las inundaciones por el desborde del río afectan negativamente debilitando las estructuras de concreto armado	1	Estructuras de concreto armado

Nota: Indica la prioridad de acuerdo al grado de riesgo (frecuencia de ocurrencia del fenómeno y a la magnitud de su impacto), siendo: (1) Alto riesgo, (2) Mediano riesgo, (3) Bajo riesgo y (4) Ningún riesgo.

*Fuente:* Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima, 2017.

Anexo 4.

Medidas de mitigación y emergencia

Aspectos administrativos y operativos

Nombre del sistema:  Agua Potable  Alcantarillado

Componente: Planta de Tratamiento de Agua Potable

AREA	MITIGACION	EMERGENCIA
A) ORGANIZACIÓN INSTITUCIONAL	Incorporar la dimensión de <i>atención a emergencia y desastres</i> en la organización institucional de la administración del sistema, conforme lo establece la SUNASS, de acuerdo con las guías de la OPS. Crear el <i>comité de emergencias</i> en coordinación con defensa civil.	Establecer un centro de emergencia en la estructura orgánica institucional
B) OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Cumplir adecuadamente con los programas de operación y mantenimiento de las estructuras.	Diagnóstico rápido del daño Movilizar personal capacitado y recursos materiales a la zona del desastre Priorizar la reparación de daños y programar labores de rehabilitación.
C) APOYO ADMINISTRATIVO	Establecer normas y reglamentos para asegurar disponibilidad de recursos financieros para una adecuada operación y mantenimiento de las actuales y futuras lagunas; así como para atención de emergencias Crear una base de datos con listado de materiales, accesorios y proveedores, así como listado de empresas constructoras con su disponibilidad de equipo.	Poner en conocimiento de la población los horarios de abastecimiento establecidos en emergencia a través de medios de comunicación local. Priorizar la disponibilidad de recursos para las reparaciones en situaciones de emergencia.

Fuente: Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima, 2017.

Anexo 5.

Aumento del cauce del río Huarmey



*Fuente:* Municipalidad Provincial de Huarmey.

Anexo 6.

Inundación de la plaza central de Huarmey



*Fuente:* Municipalidad Provincial de Huarmey.

Anexo 7.

Maquinarias del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento realizando la limpieza de calles



*Fuente:* Municipalidad Provincial de Huarney.

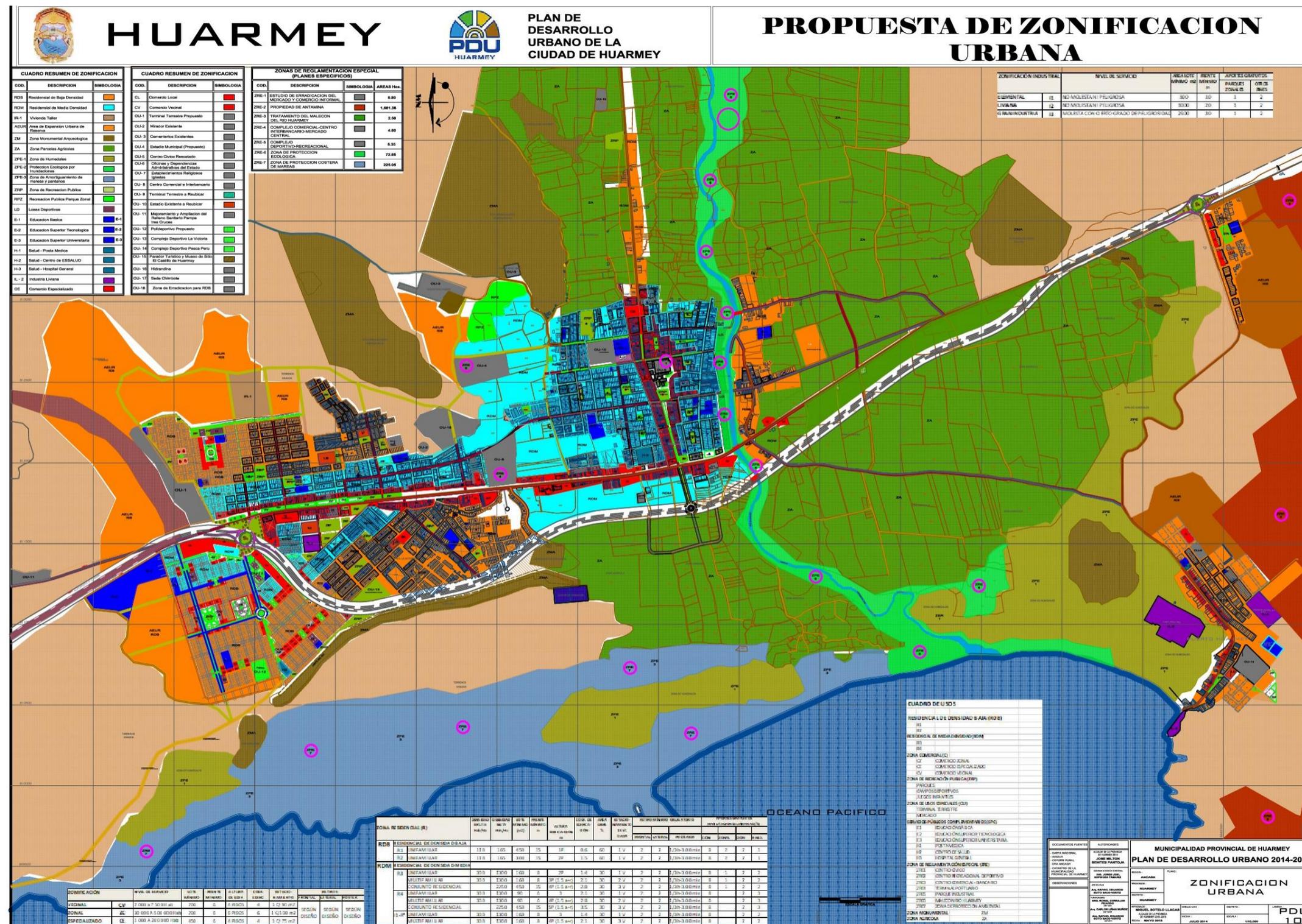
Anexo 8.

Motobomba succionando el agua y evacuándola a un sistema de drenaje provisional



*Fuente:* Municipalidad Provincial de Huarney.

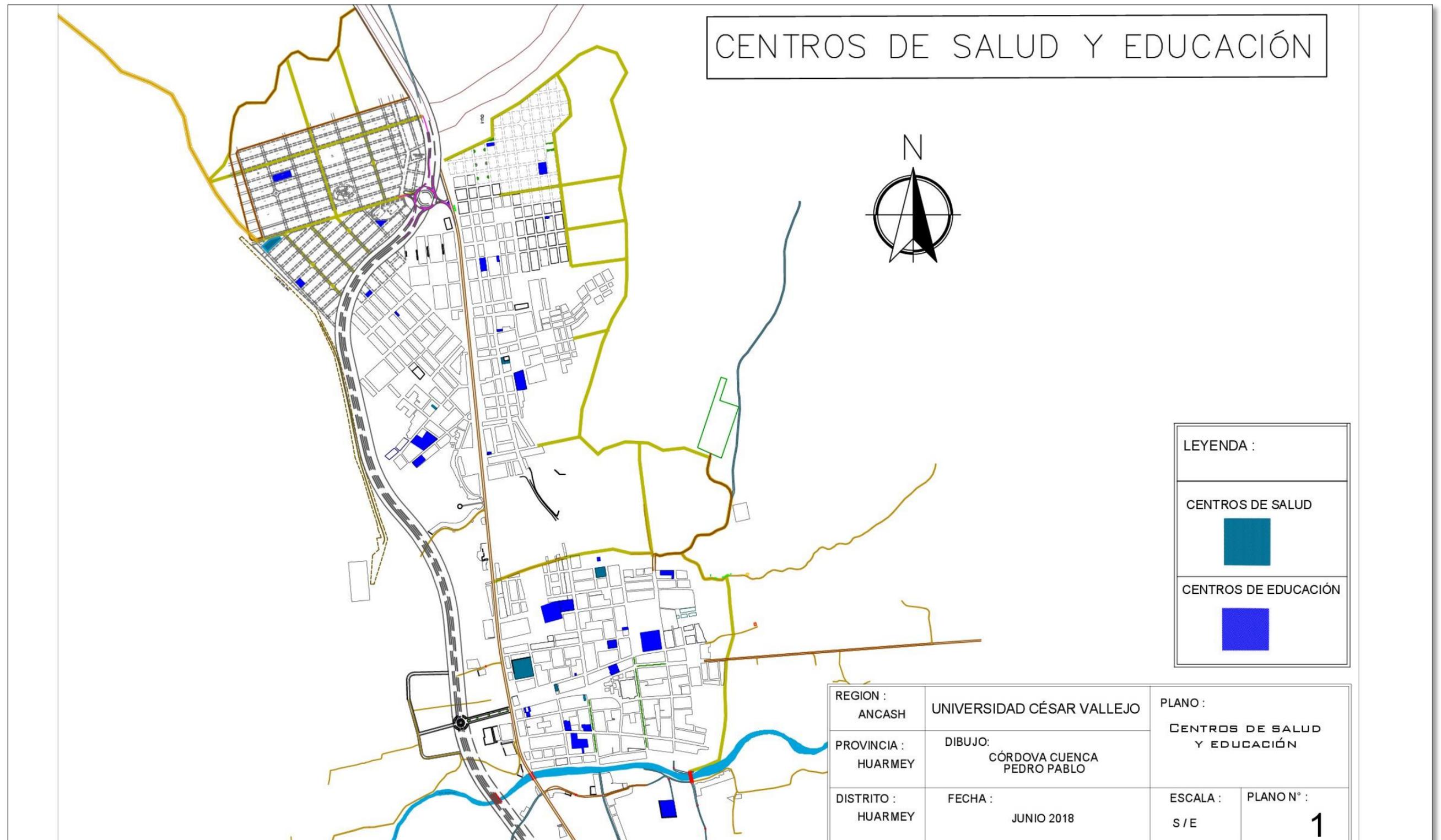
Anexo 9.  
 Plano de zonificación urbana



Fuente: Municipalidad Provincial de Huarmey.

Anexo 10.

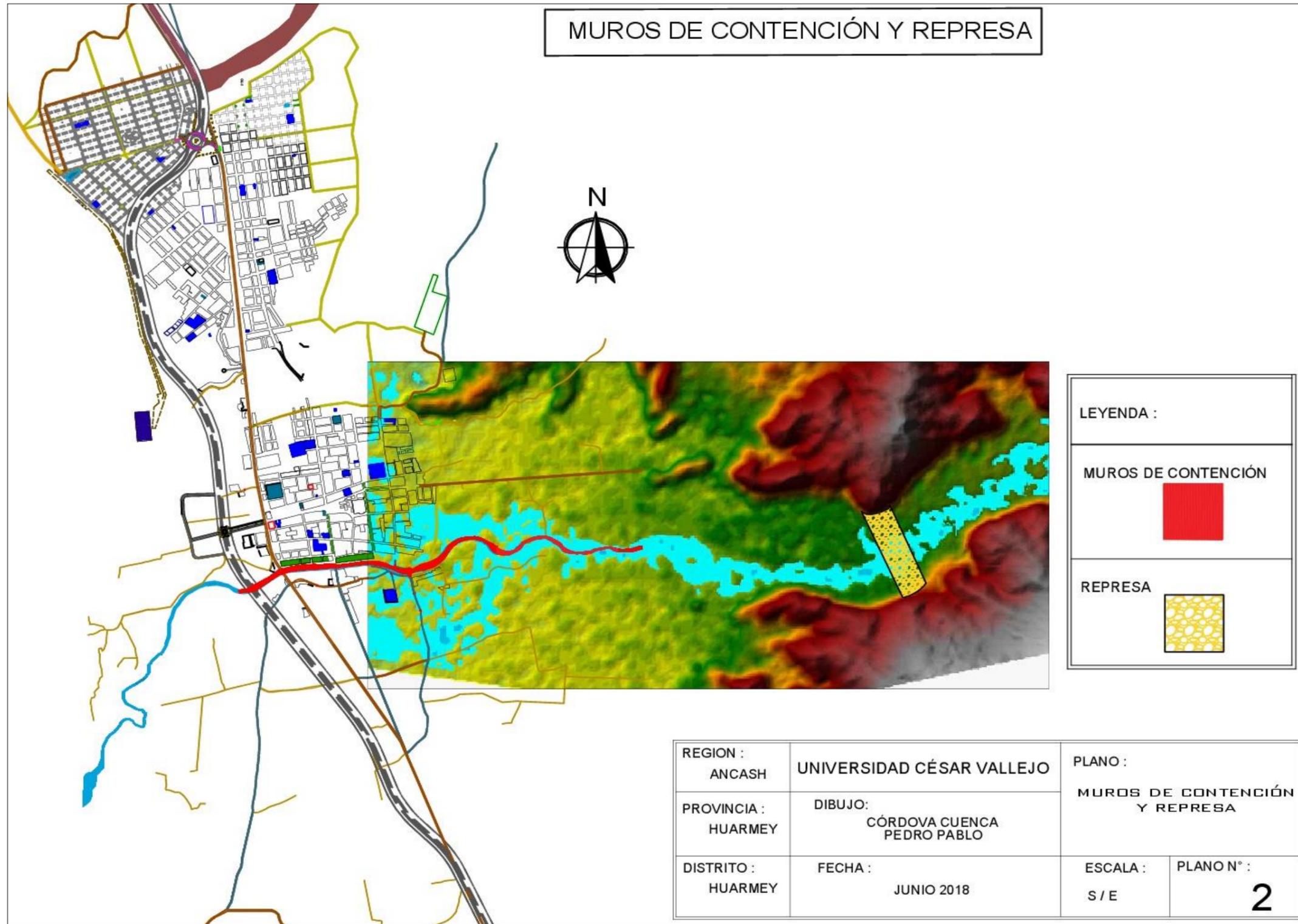
Plano de ubicación de los centros de salud y educación.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo II.

Plano de ubicación del muro de contención y represa.



Fuente: Elaboración propia.

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD          DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo,

Dra. María Ysabel García Álvarez, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Lima-este, revisor (a) de la tesis titulada:

**"Análisis de vulnerabilidad por inundaciones y plan de mejora en Huarvey-Ancash, 2018"**, del estudiante Córdova Cuenca Pedro Pablo constato que la investigación tiene un índice de similitud de **10.0%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

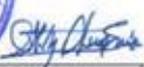
Lugar y fecha: Lima, **06** de julio del 2018.

*M. Y. García*

Firma

Dra. María Ysabel García Álvarez

DNI: 21453567

 Elaboró	 Dirección de Investigación	Revisó	 Responsable del SGC	 Aprobó	 Vicerrectorado de Investigación
--	---	--------	--	---	--

Feedback Studio - Google Chrome  
 https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?u=1061528595&s=1&lang=es&o=1052992023

feedback studio | Análisis de vulnerabilidad por inundaciones y plan de mejora | /0 | 6 de 55



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis de vulnerabilidad por inundaciones y plan de mejora en Huarney-Ancash, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

AUTOR  
Pedro Pablo, Córdova Cuenca

ASESORES  
Dra. María Ysabel García Álvarez  
Mg. German Fernando Casusol Ibérico

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN  
Diseño de obras hidráulicas y saneamiento

Resumen de coincidencias

10 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	Entregado a Universida...	4 %
	Trabajo del estudiante	
2	repositorio.ucv.edu.pe	1 %
	Fuente de Internet	
3	alicia.concytec.gob.pe	1 %
	Fuente de Internet	
4	repositorio.unh.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
5	cybertesis.uni.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
6	documents.mx	<1 %
	Fuente de Internet	

Página: 1 de 78 | Número de palabras: 10532 | Text-only Report | High Resolution | Activado

20:06  
15/12/2018



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE  
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1

Yo Cordova Cuenca Pedro Pablo, identificado con DNI Nº 73935391, egresado de la Escuela Profesional de ingeniería civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Análisis de vulnerabilidad por inundaciones y plan de mejora en Huarmey-Ancash, 2018"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

FIRMA

DNI: 73935391

FECHA: 06 de julio del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Secretaría de Investigación



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, LA Dra. MARÍA YSABEL GARCIA ALVAREZ.

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

**PEDRO PABLO CORDOVA CUENCA**

INFORME TITULADO:

**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR INUNDACIONES Y PLAN DE MEJORA EN  
HUARMEY-ANCASH, 2018**

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

**INGENIERO CIVIL**

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 06 de julio del 2018

NOTA O MENCIÓN: 14 (Catorce)



*Quo3*

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN

*Dra. Maria Ysabel Garcia Alvarez*