

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

**Evaluación del nivel de riesgo y vulnerabilidad por inundaciones en
la cuenca del Rio Tingo sector Junipalca del distrito San Francisco
de Asís de Yarusyacan – Pasco 2022**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor: Bach. Julio Cesar MARTELL ESPINOZA

Asesor: Mg. José Germán RAMIREZ MEDRANO

Cerro de Pasco – Perú – 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

**Evaluación del nivel de riesgo y vulnerabilidad por inundaciones en
la cuenca del Rio Tingo sector Junipalca del distrito San Francisco
de Asís de Yarusyacan – Pasco 2022**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL
PRESIDENTE

Dr. Zenon Manuel LOPEZ ROBLES
MIEMBRO

Mg. Pit Frank ALANIA RICALDI
MIEMBRO

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres, hermanos por haber sido el soporte emocional durante la formación de mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. A todas las personas que me regalaron su tiempo que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación profesional, así como ser humano.

AGRADECIMIENTO

A la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, por brindarme la oportunidad de culminar mis objetivos de optar el Título profesional de Ingeniero Civil.

RESUMEN

El presenté estudio de tesis intitulada “Evaluación del Nivel De Riesgo Y Vulnerabilidad Por Inundaciones En La Cuenca Del Rio Tingo Sector Junipalca Del Distrito De San Francisco De Asís De Yarusyacan – Pasco 2022”, el cual se desarrolló en su totalidad en aldeañas al rio Tingo del sector de Junipalca distrito de Yarusyacan, Provincia y Región de Pasco; en el primer trimestre del año en curso del 2022; se evidencio la afectación en épocas de invierno por el desborde del rio Tingo, dichas subidas afectan locales públicos, viviendas y áreas de cultivo aldeañas a la ribera, dado que no existe con un registro estandarizado de desbordamiento del rio, las pérdidas producidas por este desbordamiento son incalculables económicas y pone en riesgo la vida humana de los pobladores que habitan en la ribera del rio Tingo.

Por lo descrito es indispensable determinar el nivel de vulnerabilidad de riesgo de inundación y huaicos en colindancias al Rio Tingo sector Junipalca, del distrito de Yarusyacan, Provincia y Región de Pasco.

Teniendo la investigación alcance para la población del Centro Poblado de Junipalca, de igual autoridades gubernamentales, los estudiantes y profesionales relacionados a la carrera de ingeniería civil, para tener en referencia a futuras construcciones y mitigación que se pueden desarrollar en las orillas del rio Tingo del distritito de Yarusyacan, Provincia y Región de Pasco.

Palabras clave: vulnerabilidad de riesgo de inundación, y huaicos.

ABSTRACT

I presented the thesis study entitled "EVALUATION OF THE RISK LEVEL AND VULNERABILITY DUE TO FLOODS IN THE TINGO RIVER BASIN JUNIPALCA SECTOR OF THE SAN FRANCISCO DE ASÍS DISTRICT OF YARUSYACAN - PASCO 2022", which was developed in its entirety in the vicinity of the Tingo River of the sector of Junipalca district of Yarusyacan, Province and Region of Pasco; in the first quarter of the current year of 2022; the affectation in times of winter by the overflow of the Tingo river was evidenced, these rises affect public places, houses and cultivation areas adjacent to the riverbank, since there is no standardized record of overflow of the river, the losses produced by this overflow they are incalculable economic and put at risk the human life of the inhabitants who live on the banks of the Tingo river.

Due to what has been described, it is essential to determine the level of vulnerability of risk of flooding and landslides in adjoining the Rio Tingo of the district of Yarusyacan, Province and Region of Pasco.

Having the research scope for the population of the Populated Center of Junipalca, as well as government authorities, students and professionals related to the civil engineering career, to have in reference to future constructions and mitigation that can be developed on the banks of the Tingo del Rio district of Yarusyacan, Province and Region of Pasco.

Keywords: flood risk vulnerability, and mudslides

INTRODUCCIÓN

En el Perú debido a sus características geográficas, físicas y condiciones naturales presentan gran ocurrencia de diversos y múltiples peligros naturales, situación que se ha venido incrementando en las últimas décadas, todos los años en el periodo de invierno, a consecuencias de las intensas lluvias provocan inundaciones provocando desastre naturales cada año con un mayor grado de daños y mas peligrosos, por eventos de crecida de velocidad vertiginosa, sobre todo en áreas urbanas impactando de manera negativa el funcionamiento normal de estas urbes, incrementando la condición de vulnerabilidad de la población con menos recursos. Afectando a sus viviendas e infraestructura pública que por falta de planes de desarrollo urbano.

El Informe sobre Probable Escenario de Riesgo ante la ocurrencia del Fenómeno El Niño Extraordinario y lluvias intensas 2019-2020-2021, para la Gestión Reactiva, elaborado por el Centro de Procesamiento de Información Geoespacial – CEPIG de la Dirección de Preparación del Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI y el Comunicado Oficial ENFEN N° 01-2019 de fecha 04 de enero de 2019; el Director de Respuesta del Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI, señala que se han identificado zonas críticas por peligro inminente ante el periodo de lluvias 2019-2020-2021 y posible ocurrencia del Fenómeno El Niño en los distritos de San Francisco de Asís de Yarusyacan y otros en la Provincia de Pasco.

El objetivo es determinar el comportamiento hidráulico, como influye el nivel de vulnerabilidad de riesgo de inundación y huaicos en la zona aledañas al Rio Tingo sector Junipalca, del distrito de San Fransisco de Asis de Yarusyacan, Provincia y Región de Pasco

El problema de desbordamientos del rio, provocan inundaciones en zonas rurales asentadas en sus riberas, tal como sucede en el centro poblado Junipalca, que año tras año está expuesta a estos riesgos, las entidades locales no cuentan con planes de desarrollo urbano ni mucho menos de un plan de prevención y mitigación de estos

fenómenos, por lo que se desconoce las zonas altamente vulnerables a inundaciones, haciendo que esto se torne un problema latente.

Este estudio de vulnerabilidad a través de un análisis hidrológico e hidráulico efectuados con anterioridad en el Centro poblado de Junipalca con fines de prevención de inundaciones (identificar las áreas más propensas a inundaciones que afectan la infraestructura particular y pública), no habiéndose realizado investigaciones realizadas en sectores aledaños, donde la distribución de estaciones hidrométricas y meteorológicas es deficiente, por lo que se realizó a través del análisis de los métodos indirectos de estimación de parámetros climáticos e hidrológicos, donde se determina la relevancia al permitir conocer y modelar la dinámica hidrológica de un área.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLA

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema.....	1
1.2.	Delimitación de la investigación	2
1.2.1.	Delimitación geográfica.....	2
1.2.2.	Delimitación de estudio	3
1.3.	Formulación del problema.....	4
1.3.1.	Problema general.....	4
1.3.2.	Problemas específicos	4
1.4.	Formulación de objetivos	4
1.4.1.	Objetivo general	4
1.4.2.	Objetivos específicos	4
1.5.	Justificación de la investigación	5
1.6.	Limitaciones de la investigación.....	6
1.6.1.	Limitaciones de estudio	6
1.6.2.	Limitaciones geográficas.....	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.....	9
2.1.1.	A Nivel Internacional:.....	9
2.1.2.	A Nivel Nacional:.....	10
2.1.3.	A Nivel Local:	11
2.2.	Bases teóricas – científicas.....	12
2.2.1.	Río:.....	12
2.2.2.	Hidrología	14
2.2.3.	Cuencas hidrográficas.....	19
2.2.4.	Parámetros geomorfológicos de la cuenca hidrográfica	22
2.2.5.	Inundación.....	34
2.2.6.	Defensas ribereñas	39
2.3.	Definición de términos básicos.....	51
2.4.	Formulación de hipótesis	52
2.4.1.	Hipótesis General	52
2.4.2.	Hipótesis específicas	52
2.5.	Identificación de variables.....	53
2.5.1.	Variables independientes	53
2.5.2.	Variables dependientes.....	53

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación	54
3.2.	Nivel de investigación	54
3.2.1.	Características de la Investigación.....	54
3.3.	Métodos de investigación.....	55
3.4.	Diseño de la investigación	55
3.5.	Población y muestra	55

3.5.1.	Población.....	55
3.5.2.	Muestra	55
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	55
3.6.1.	Técnicas.....	55
3.6.2.	Instrumentos.....	56
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	57
3.7.1.	Selección de los instrumentos de investigación	57
3.7.2.	Confiabilidad de los instrumentos de investigación	57
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	57
3.9.	Tratamiento Estadístico	57
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica.....	59

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo en campo	60
4.1.1.	Información cartográfica y topográfica.....	61
4.1.2.	Estudio hidrológico	62
4.1.3.	Análisis pluviométrico.....	75
4.1.4.	Análisis de frecuencia.	76
4.1.5.	Precipitación media de la cuenca.....	78
4.1.6.	Tormenta de diseño.....	78
4.1.7.	Periodo de retorno.....	80
4.1.8.	Modelamiento hidráulico Hec-Ras.....	80
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	87
4.2.1.	Estudio hidrológico	87
4.2.2.	Estaciones Pluviométricos	90
4.2.3.	Intensidad y precipitación máxima	90
4.2.4.	Hietograma.....	92
4.2.5.	Modelamiento hidráulico Hec-Ras.....	96

4.2.6.	Evaluación de áreas en riesgo de inundación	110
4.3.	Prueba de hipótesis	151
4.3.1.	Hipótesis general planteado.....	151
4.3.2.	Prueba de la hipótesis general planteado.....	152
4.4.	Discusión de resultados	152
4.4.1.	Características generales del área geográfica a evaluar	152
4.4.2.	Determinación del Nivel de vulnerabilidad.....	153
4.4.3.	Determinación del Niveles máximos de caudales de retorno	158
4.4.4.	Determinación de Capacidad hidraulica.....	164
4.4.5.	Discusión de resultados con tesis referenciales	165

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXO

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Clasificación de cuencas por superficie.....	23
Tabla 2 Formas de la Cuenca en relación al coeficiente de compacidad.	25
Tabla 3 Valores interpretativos del factor de forma.	26
Tabla 4 Clasificación de la cuenca por pendiente	31
Tabla 5 Clases de valores de masividad.....	32
Tabla 6 Operatividad de las Variables.....	53
Tabla 7 Coordenadas de límites del Rio Tingo.....	58
Tabla 8 Población afectada.....	59
Tabla 9 Coordenadas de los puntos.....	62
Tabla 10 ecipitaciones para duración de 1 hora y período de retorno de 10 años.....	79
Tabla 11 Resultado de Parámetro de Forma de la Cuenca.....	87
Tabla 12 Registro Pluviométrico Mensual de la Estación Chaupimarca - Pasco (mm 90	
Tabla 13 Cálculo de Intensidades	91
Tabla 14 Hietograma de Precipitación de diseño para una tormenta con tiempo de retorno 20 años y 180 minutos (3 horas).....	92
Tabla 15 Hietograma de Precipitación de diseño para una tormenta con tiempo de retorno 50 años y 3 horas	93
Tabla 16 Hietograma de Precipitación de diseño para una tormenta con tiempo de retorno 100 años y 3 horas	94
Tabla 17 Precipitación máxima acumulada para una tormenta de 03 horas de duración y diferentes tiempos de retorno.....	95
Tabla 18 Coeficiente de Manning de Planicie de inundación margen Izquierda	96
Tabla 19 Coeficiente de Manning de Planicie de inundación margen Derecha	97
Tabla 20 Coeficiente de Manning para el cauce principal del rio Tingo	98
Tabla 21 Condiciones de Contorno para el modelamiento hidráulico.	99
Tabla 22 De Estratificación del Peligro.....	113
Tabla 23 Estratificación del Peligro	113

Tabla 24 Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro.	113
Tabla 25 Estratificación del Peligro	113
Tabla 26 Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro.	114
Tabla 27 Estratificación del Peligro	114
Tabla 28 Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro.	114
Tabla 29 Estratificación del Peligro	115
Tabla 30 Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro.	115
Tabla 31 Estratificación del Peligro	116
Tabla 32 Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro.	116
Tabla 33 Estratificación del Peligro	117
Tabla 34 Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro	117
Tabla 35 Estratificación del Peligro	117
Tabla 36 Fenómeno la Niña	118
Tabla 37 Estratificación del Peligro	119
Tabla 38 Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro	119
Tabla 39 Estratificación del Peligro	119
Tabla 40 Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro	120
Tabla 41 Estratificación del Peligro	120
Tabla 42 Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro	121
Tabla 43 Estratificación del Peligro	121
Tabla 44 Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro	121
Tabla 45 Estratificación del Peligro	122
Tabla 46 Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro	122
Tabla 47 Estratificación del Peligro	122
Tabla 48 Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro.	123
Tabla 49 Estratificación del Peligro	123
Tabla 50 Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro.	124
Tabla 51 Estratificación del Peligro	124

Tabla 52 Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro	125
Tabla 53 Estratificación del Peligro	125
Tabla 54 Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro	126
Tabla 55 Estratificación del Peligro	126
Tabla 56 Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro	126
Tabla 57 Estratificación del peligro	127
Tabla 58 Valores, estratificación del peligro	128
Tabla 59 Vulnerabilidad ambiental y ecológica	129
Tabla 60 Vulnerabilidad física	131
Tabla 61 Vulnerabilidad económica	132
Tabla 62 Vulnerabilidad social	133
Tabla 63 Vulnerabilidad educativa	134
Tabla 64 Vulnerabilidad cultural e ideológica	135
Tabla 65 Vulnerabilidad política e institucional	136
Tabla 66 Vulnerabilidad científica y tecnológica	137
Tabla 67 Resumen de valores y vulnerabilidades	138
Tabla 68 Evaluación de riegos	140
Tabla 69 Riesgo de sismo.....	140
Tabla 70 Riesgos deslizamiento	141
Tabla 71 Riesgo de derrumbe.....	141
Tabla 72 Riesgo de erosión	141
Tabla 73 Riesgo de vientos fuertes.....	142
Tabla 74 Riesgos por lluvias intensas	142
Tabla 75 Riesgo del fenómeno del niño	143
Tabla 76 Riesgo del fenómeno del niño	143
Tabla 77 Riesgo de precipitaciones prolongadas	144
Tabla 78 Riesgo de inundaciones	144
Tabla 79 Riesgo de granizadas.....	145

Tabla 80 Riesgo de heladas	145
Tabla 81 Riesgo de friaje	146
Tabla 82 Riesgo de epidemias.....	146
Tabla 83 Riesgo de incendio urbano.....	147
Tabla 84 Riesgo de explosión	147
Tabla 85 Riesgo de contaminación ambiental.....	148
Tabla 86 Compósito de riesgos.....	148
Tabla 87 Peligros asociados	149
Tabla 88 Estratificación del peligro	154
Tabla 89 Valores, estratificación del peligro	155
Tabla 90 Compósito de riesgos.....	156
Tabla 91 Peligros asociados.	157
Tabla 92 Determinación de caudales máximos	159
Tabla 93 Determinación de caudales máximos	160
Tabla 94 Resumen de resultados.	160

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Mapa de Localización de Localidad</i>	2
Figura 2 Delimitación de estudio	3
Figura 3 Localización del C.P. Junipalca.....	7
Figura 4 Imagen Satelital de la Limitación Geográfica del Estudio	8
Figura 5 Causas de ríos.....	13
Figura 6 Cuenca Hidrográfica	19
Figura 7 Curvas Hipsométricas, características del ciclo erosivo y tipo de cuenca.....	28
Figura 8 Abertura Hexagonal del Alambre	42
Figura 9 Gavión Tipo Saco	43
Figura 10 Partes de un Dique	44
Figura 11 Cantos Rodados	47
Figura 12 Abertura de la malla	49
Figura 13 Ubicación geográfica de la cuenca del Rio Tingo.....	61
Figura 14 Delimitación de la Cuenca del Rio Tingo.....	63
Figura 15 Área de estudio Junipalca Cuenca del Rio Tingo	64
Figura 16 Software ARCGIS, procesamiento de orden de los cauces de la cuenca...	75
Figura 17 Software Hidro esta, Análisis de distribuciones, y precipitación	77
Figura 18 Modelo digital del terreno en formato vectorial TIN, CP. Junipalca.....	82
Figura 19	83
Figura 20 HEC-GEORAS. Geometría del río Tingopa/ca, HEC-RAS.	84
Figura 21 HEC-GEORAS. Geometría del río Tingopa/ca, HEC-RAS.	85
Figura 22 Curva Hipsométrica de la Cuenca Rio Tingo.....	88
Figura 23 Rectángulo Equivalente de la Cuenca Junipalca.....	89
Figura 24 Hietograma de Precipitación de diseño para una tormenta con tiempo de retorno	93
Figura 25 Hietograma de Precipitación de diseño para una tormenta con tiempo de retorno 50 años y 180 minutos (3 horas).....	94

Figura 26 Hietograma de Precipitación de diseño para una tormenta con tiempo de retorno	95
Figura 27 Parámetros y tolerancias de cálculo.....	100
Figura 28 Perfil de flujo variado no permanente a lo largo del tramo para TR= 40 años	101
Figura 29 Modelamiento hidráulico	102
Figura 30 Vista en perspectiva de la simulación del rio para un flujo variado no permanente, Tr= 100 años.....	103
Figura 31 Esquema transversal del Río Tingo, Punto Junipalca – punto Cochac, para un flujo variado no permanente, TR= 50 años.1.....	104
Figura 32 Esquema de determinación tiempo de concentración	105
Figura 33 Periodo de retorno – frecuencia – curva exponencial.....	161
Figura 34 Zonificación de riesgo	162
Figura 35 Ubicación y tipo de muro de contención.....	163

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

La presente investigación ha determinado el área de estudio, se encuentra ubicada en la quebrada del valle del río Tingo, formando parte de un cañón profundo, al que se conforman y discurren los riachuelos con sentido Este –Oeste, drenando sus corrientes al río Tingo, en donde el valle comienza y forma un cañón en forma de V, en todo este sector, surge ampliamente los componentes del suelo del grupo Mitu, conformada por rocas sedimentarias de lutitas, areniscas, limolitas, sedimentos y pequeños conglomerados que conforman un material cuaternario que están sujetas a erosión, derrumbes, deslizamiento e inundaciones por consecuencia del fenómeno del niño, el cual causa el colapso de infraestructuras públicas, de viviendas autoconstruidas en terrenos de poca capacidad portante y en el trayecto del río Tingo existen por tramos muros de contención que cumplieron su vida útil, otros tramos vienen sufriendo socavaciones en toda la masa de la estructura perjudicando a la población y a esto se adiciona la erosión de taludes el cual indica que la localidad de Junipalca está siendo damnificada por deslizamiento y otros peligros específicamente por las arriadas que se generan por el fenómeno del niño. Por

lo que el presente trabajo de investigación se va a precisar el nivel de riesgo y vulnerabilidad dentro de la zona de estudio para lo cual usaremos el Manual de estimación de riesgo ante inundaciones fluviales – INDECI (instituto nacional de defensa civil)

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación geográfica

Territorial. El estudio se realizó en el centro poblado de Junipalca, Distrito de San Francisco de Asís de Yarusyacan, su provincia es Pasco y se encuentra en el departamento de Pasco. Está ubicada en las siguientes coordenadas: abscisas 366865.07 m E y Norte: 8841980.06 m S. la zona en estudio está localizada por el norte de la ciudad capital de la provincia y región Pasco. El centro poblado donde se viene interviniendo la expansión urbana tiene construcción de viviendas sobre rocas no consolidadas y suaves en ambas orillas del río Tingo haciendo que el sector sea muy crítico presentando condiciones de peligro inminente.

Figura 1

Mapa de Localización de Localidad



Nota: <https://www.google.com/maps/>

Económico. La falta de disponibilidad de terrenos apropiados para la expansión urbana y la condición económica de los pobladores, hace que estos construyan sus viviendas en lugares inadecuados a orillas del río Tingo. Su

principal Nota económico está en el sector de la agricultura, especialmente a la siembra de la papa, sus bajos niveles de ingreso económico no se les es posible satisfacer sus necesidades básicas, constituye el sector más vulnerable de la población.

Temporal. Se seleccionaron los meses de abril al mes de octubre del 2021.

1.2.2. Delimitación de estudio

Social. El gobierno local, provincial y regional no implementan programas de información y sensibilización sobre los peligros y riesgos que se pueden dar en el centro poblado por lo que la población no tiene conciencia de organización y participación para responder ante situaciones de emergencia por lo que falta implementar un programa de contingencia para los peligros y desastres que se pueden generar.

Figura 2
Delimitación de estudio



NOTA: <https://www.google.EARTH/maps/>

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es la evaluación de nivel de riesgo y vulnerabilidad por inundaciones en la cuenca del río Tingo Sector Junipalca Del Distrito De San Francisco De Asís De Yarusyacan – Pasco 2022”?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles serán las zonas de vulnerabilidad de riesgo de inundación y huaicos en zonas aledañas al Río Tingo sector Junipalca Del Distrito De San Francisco De Asís De Yarusyacan – Pasco 2022”?
- ¿Cuál es el cálculo de los niveles máximos que obtendría, para caudales de diseño y tiempo de retorno 10, 20, 50, 100 años, para las secciones más adecuadas del río Tingo sector Junipalca Del Distrito De San Francisco De Asís De Yarusyacan – Pasco 2022”?
- ¿Cuál es la capacidad hidráulica del cauce del río Tingo en la zona aledañas al sector Junipalca Del Distrito De San Francisco De Asís De Yarusyacan – Pasco 2022”?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

¿Determinar la evaluación de nivel de riesgo y vulnerabilidad por inundaciones en la cuenca del río Tingo Sector Junipalca Del Distrito De San Francisco De Asís De Yarusyacan – Pasco 2022”?

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar las zonas de vulnerabilidad de riesgo de inundación y huaicos en zonas aledañas al Río Tingo sector Junipalca Del Distrito De San Francisco De Asís De Yarusyacan – Pasco 2022.
- Determinar los cálculos de los niveles máximos que obtendría, para caudales de diseño y tiempo de retorno 10, 20, 50, 100 años, para las secciones más

adecuadas del río Tingo sector Junipalca Del Distrito De San Francisco De Asís De Yarusyacan – Pasco 2022.

- Determinar la capacidad hidráulica del cauce del río Tingo en la zona aledañas al sector Junipalca Del Distrito De San Francisco De Asís De Yarusyacan – Pasco 2022

1.5. Justificación de la investigación

- La cuenca del río Tingo, así como la mayoría de las cuencas del Perú, viene atravesando cambios en su estructura morfológica, por lo regular por la acción de las actividades agrícolas, el cambio del uso del suelo y los asentamientos humanos, generando deposiciones y deforestaciones en la cuenca del río Tingo.
- Esto ocasiona problemas de desbordamientos del río Tingo, inundando las zonas asentadas en sus riberas, así como sucede en el distrito de San Francisco de Asís de Yarusyacan, que mucho tiempo está expuesto a estos tipos de riesgos por lo que un desborde no solo afectaría a las viviendas, infraestructura pública sino también ponen en riesgo la vida de los habitantes ya que dentro de la demografía en el lugar de estudio se advierte que el caudal acrecienta en épocas de avenidas máximas hasta tres cuartas partes de su nivel normal por lo que se planteara un plan de prevención y mitigación de este tipo de fenómenos que se dan en zonas altamente vulnerables por inundaciones
- La presente investigación nos permitirá conocer el nivel de riesgo en que se ubica en el centro poblado de Junipalca, exponiendo los diferentes niveles de amenaza por inundaciones y así plantear algunas decisiones de prevención de riesgo, como son las ejecuciones de obras que regulan y ratifican la protección, esto se realizara a través del software de simulaciones para

inundaciones, determinando los peligro y los grados de vulnerabilidad y las situaciones que generan.

- Reconociendo y cuantificando las zonas vulnerables a inundaciones por lo que se informara a las autoridades del centro poblado de Junipalca, para que tomen las acciones correspondientes y puedan realizar las mitigaciones y prevenciones para estos fenómenos a fin de evitar desastres en estas zonas e informar y alertar a la población sobre los posibles riesgos en que se encuentran cada lugar dentro de la intervención y gestionar los apoyos de parte de las autoridades locales, regionales y nacionales.

1.6. Limitaciones de la investigación

1.6.1. Limitaciones de estudio

Para el trabajo de investigación se pudo ver las siguientes limitaciones:

- El costo elevado del software de modelación hidráulica para la estimación e riesgo.
- Deficiencia en equipos topográficos con precisión para los trabajos de campo como el gps diferencial.
- El desinterés por parte de las autoridades por el desconocimiento que se tiene de la problemática de vulnerabilidad en la que habitan.
- Mayor alcance en el manejo de información de centros poblados aledaños al río Tingo determinando avenidas máximas de sectores que están situadas en zonas críticas.

1.6.2. Limitaciones geográficas

- El proyecto de investigación está comprendido en el río Tingo, precisamente en el casco urbano del centro poblado de Junipalca entre las siguientes coordenadas geográficas (UTM-WGS84;
 - PUNTO DE INICIO (KM 0+000)
 - E 366,929

- N 8'841,438
- Altitud: 3467 msnm.
- PUNTO FINAL (1+600)
 - E 366,834
 - N 8'842,323
 - Altitud: 3440 msnm.

LOCALIZACIÓN DEL CENTRO POBLADO JUNIPALCA

Figura 3

Localización del C.P. Junipalca



Nota: INDECI

Figura 4

Imagen Satelital de la Limitación Geográfica del Estudio



Nota: Earth Google

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. A Nivel Internacional:

Méndez (2010), “Investigación denomina la metodología para la construcción de mapas de riesgo de inundaciones sobre la costa de argentina del rio de la plata”, 2010 por lo que los mapas se construyan en la línea de base (década de 1990) y dos escenarios futuros de cambio climático (década de 2030 y 2070), permitiendo evaluar las alturas y duraciones de las inundaciones para diferentes periodos de retorno. Para llevar a cabo los mapas de riesgo de inundaciones se utilizó un modelo hidrodinámico (denominado RPP-2D), previamente calibrado y verificado, que permite representar la dinámica del rio de la plata, estudiando la frecuencia y las ocurrencias de eventos para el caso de recurrencias interanuales y por otro se efectuó un análisis de extremos variados para el caso de recurrencias interanuales. Con la información estadística y el modelo digital del terreno se construirá los respectivos mapas de riesgo de inundación.

Salgado (2005), “Análisis Integral De Riesgo A Deslizamientos E Inundaciones En La Micro Cuenca Del Rio Gila, Copan, Honduras, 2005”, el estudio organiza una serie de fases que realizan varias actividades preparatorias

para la recopilación, análisis e interpretación para la determinación de la vulnerabilidad para deslizamientos e inundaciones mediante talleres dinámicos y participativos, encuestas que ayudaran a identificar biofísicos y socioeconómicas, por lo que el estudio se desarrolló da a conocer las principales amenazas (naturales y antrópicas) que afectan las micro cuencas del rio gila en copan, honduras así como a definir las áreas críticas o de mayor riesgo a la ocurrencia de un evento de desastre por lo que se usó el programa de modelamiento hidráulico SIG como herramienta para la elaboración de mapas tanto de vulnerabilidad como amenazas y de esa manera tener una idea que oriente la gestión de riesgo en la zona para el accionar de la población.

Lara (2013), “Investigación percepciones social en la gestión de riesgo e inundaciones de un área mediterráneo en calonge torroella y montgri y toosa de mar – Colombia”, esta investigación presenta los objetivos específicos que buscan su concertación bajo ocho grandes interrogantes y todo ello orientado a investigar tanto la vulnerabilidad social frente a las inundaciones como también a aspectos referidos a la percepción social sobre la capacidad de afrontamiento y la gestión prospectiva del riesgo y la participación pública los cuales permiten realizar el análisis comparativo y la transferencia de resultados como también ahondan en la experiencia de aprendizaje entorno a la percepción social en la gestión de riesgos e inundaciones.

2.1.2. A Nivel Nacional:

De La Cruz, (2021) “Estimación de riesgo por flujos de detritos en la quebrada de San Jeronimo Lunahuana – Cañete - Lima”. En esta investigación se apoyó en la metodología propuesta por el centro propuesta por el centro nacional de estimación, prevención y reducción de riesgo de desastres (CENEPRED), manual para la evaluación de riesgo originados por fenómenos naturales el resultado de la investigación fue el diagnostico situacional de las condiciones urbanas del ámbito de estudio, identificando las zonas de riesgos

con imágenes mediante raster mediante la simulación de flujos por modelamiento numérico, identificando y determinando sus características y el nivel de peligrosidad, el análisis de vulnerabilidad respecto a los elementos y propuestas de medidas estructurales y no estructurales como alternativas de mitigabilidad, puesto que los resultados del análisis de investigación se estimó a nivel de riesgo alto en la zona de estudio.

MEF (2011) “Programa de Modernización Municipal”, donde se enfoca en el programa de modernización municipal en la prevención del riesgo de desastres y disminuir las brechas entre las políticas nacionales y las practicas institucionales incorporando la gestión de riesgo de desastres en las planificaciones del territorio y su desarrollo local, previenen, mitigan y reducen condiciones de vulnerabilidad en zonas urbanas y centro poblados, sus estudios a nivel nacional dieron como resultado 3.9 millones de viviendas y más de la mitad de la población nacional, se ubican en zonas potenciales de riesgo ante peligro geológico y sísmicos, finalmente se fija como conclusión incorporar la meta “identificación de zonas vulnerables de riesgos de desastres en la localidad”, pasando las temáticas y las tomas de decisiones para el desarrollo y crecimiento dentro de las ciudades y centros poblados con sus características físicas y geológicas dentro de su territorio nacional y las ocurrencia de peligros y riesgo de desastres.

2.1.3. A Nivel Local:

Ledesma (2019) “Análisis comparativo de la estimación del nivel de riesgo de desastres del Centro Poblado de Huallamayo - Paucartambo – Pasco”. En esta investigación se determinó la estimación de riesgo originado por desastres naturales, realizando diversos estudios para determinar el nivel de riesgo existente en todo el lugar de intervención y así contribuir con los organismos locales a sobrellevar la calidad de vida de sus habitantes mediante la mitigación de los mismos los objetivos específicos los cuales son: la

estimación de los niveles de vulnerabilidad en el centro poblado de huallamayo utilizando el enfoque de INDECI y la determinación del nivel de vulnerabilidad utilizando el enfoque internacional del CAPRA, como punto final justificando y dando parte a la investigación resaltando las teóricas y metodológicas.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Río:

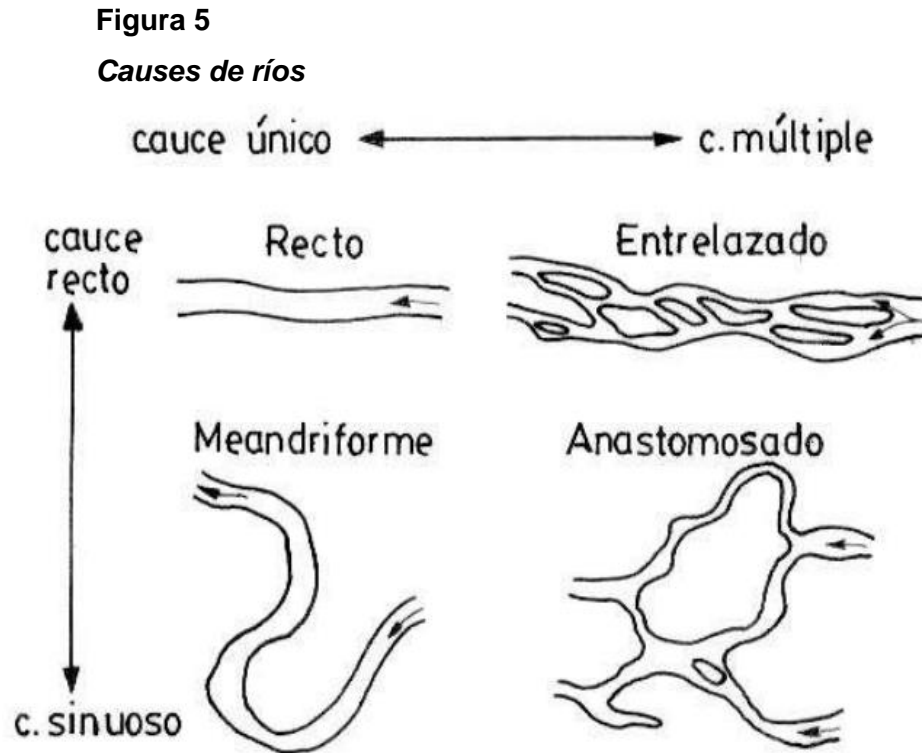
U. S. Federal Council for and Tecnology, (1962) “Es una corriente de agua que fluye con continuidad. Posee un caudal determinado y desembocado en el mar, en un lago o en otro río, en cuyo caso se denomina afluente. La parte final de un río es su desembocadura. Las variaciones de caudal lo definen el régimen hidrológico, estas variaciones temporales se dan durante o después de las tormentas” (p. 125).

U. S. Federal Council for and Tecnology, (1962) “En casos extremos se puede producir la crecida cuando el aporte de agua es mayor que la capacidad del río para evacuarla, desbordándose y cubriendo las zonas llanas próximas. El agua que circula bajo tierra (caudal basal) tarda mucho más en alimentar el caudal del río y puede llegar a él en días, semanas o meses después de la lluvia que generó la escorrentía” (p. 85).

U. S. Federal Council for and Tecnology, (1962) “Los desbordamientos en los tramos bajos de las corrientes naturales donde la pendiente del cauce es pequeña y la capacidad de transporte de sedimentos es reducida, puede provocar inundaciones, las cuales pueden traer consecuencias socioeconómicas graves en la medida que afecten asentamientos humanos, centros de producción agrícola o industrial e infraestructura vial. Para controlar el nivel máximo dentro de la llanura de inundación, se deben colocar protecciones, entre las alternativas de obras de defensas fluviales se puede mencionar: Limpieza y rectificación del cauce, obras de canalización, obras de abovedamiento, entre otras. Los Ríos son tienen un comportamiento

impredecible, adquieren un mecanismo de autoajuste de ancho, tirante y pendiente” (p. 74).

En su recorrido, los ríos” adoptan diferentes caminos:



Nota: Manual de hidráulica Fluvial

U. S. Federal Council for and Tecnología, (1962) “Este comportamiento impredecible e inestable hace que los ríos signifiquen una amenaza al generar” hechos como:

- Peligro ante el establecimiento de poblados cerca de los ríos
- Deforestación.
- Pérdida de capacidad de retención de agua del suelo.
- Disminución del tiempo de concentración.
- Arrastre de sólidos en suspensión.
- Encauzamientos y correcciones del curso que provocan mayor velocidad del flujo”.

2.2.2. Hidrología

Linsley (1978) hace mención que según el federal Council for Science and Technology: "La Hidrología versa sobre el agua de la tierra, su existencia y distribución, sus propiedades físicas y químicas, y su influencia sobre el medio ambiente, incluyendo su relación con los seres vivos. El dominio de la hidrología abarca la historia completa del agua sobre la tierra. La ingeniería hidrológica incluye aquella parte del campo que atañen al diseño y operación de proyectos de ingeniería para el control y el uso del agua. También se puede decir que es la ciencia que estudia el agua y sus manifestaciones en la atmósfera, sobre y debajo de la superficie terrestre, sus propiedades y sus interrelaciones naturales" (p. 152).

Linsley (1978) "Define también el ciclo Hidrológico como un fenómeno bien complejo por la gran cantidad de variables que intervienen. Para simplificar y entender el problema, los hidrólogos han introducido el concepto de sistema para entender el ciclo Hidrológico y de esta manera lograr su aplicación práctica en la solución de problemas de ingeniería hidráulica. Una creciente o avenida es un caudal de gran magnitud que desborda los ríos, quebradas y canales artificiales; al hidrólogo le interesa estudiar el caudal, creciente o avenida de diseño para estructuras de conducción (canales, obras de demasías, bocatomas, alcantarillas, etc.), y para estructuras de regulación (embalses)".

(Villón, 2011) "Se define periodo de retorno T , como el intervalo promedio de tiempo en años, dentro del cual un evento de magnitud x puede ser igualado o excedido por lo menos una vez en promedio. Así, si un evento igual o mayor a x , ocurre una vez en T años, su probabilidad de ocurrencia P es igual $1/T$ en T casos" (p. 85).

➤ **Análisis de frecuencia**

(Villon, 2011) "Uno de los problemas más importantes en hidrología es la interpretación de registros pasados de eventos hidrológicos, en términos

de obtener probabilidades de ocurrencia futuras. Este problema se extiende a la estimación de frecuencias de avenidas, sequías, precipitación y oleajes, entre otros. El procedimiento involucrado es conocido como análisis de frecuencia” (p. 71).

(Chow, 1994) “El análisis de frecuencia de datos hidrológicos comienza con el tratamiento de datos brutos y finalmente determina la frecuencia o probabilidad de un valor de diseño” (p. 62).

Chow (1994) “desde el punto de vista práctico, el análisis de frecuencia es sólo un procedimiento para ajustar los datos hidrológicos a un modelo matemático de distribución de probabilidades” (p. 63). Para efectuar dicho análisis tres suposiciones están implícitas:

- Los datos analizados describen eventos aleatorios.
- Los procesos naturales son estacionarios con respecto al tiempo.
- Los parámetros de la población pueden ser estimados desde la muestra.

Juela (2011) “Indica que el tratamiento de eventos hidrológicos extremos como un proceso aleatorio implica que la variabilidad climática natural no afecta la ocurrencia de estos eventos” (p. 46).

Juela (2011) “Un proceso estacionario respecto al tiempo significa que presenta eventos independientes e idénticamente distribuidos por un modelo probabilístico que no cambia a través del tiempo” (p. 47).

➤ **Modelos y procesos hidrológicos.**

Molsalve (2000), “señala que un modelo matemático es una simplificación de una situación real, expresada mediante una serie de hipótesis o suposiciones, traducidas en lenguaje matemático y que conducen, después de una adecuada manipulación, utilizando para ello las técnicas matemáticas apropiadas, a una serie de resultados de cuyo análisis se espera

sacar a la luz aspectos de la situación original no fácilmente apreciables a simple vista” (p. 71).

Chow (1994) “señala que los modelos matemáticos son aplicados para simular el fenómeno hidrológico natural, el cual es considerado como un proceso o sistema” (p. 63).

Chow (1994) “Cualquier fenómeno que esté sometido a cambios, particularmente con respecto al tiempo, es llamado un proceso. Como prácticamente todos los fenómenos hidrológicos cambian con el tiempo pueden ser llamados procesos hidrológicos. Si la oportunidad de ocurrencia de las variables envueltas en tal proceso es ignorada y el modelo se considera que sigue una ley de certeza, pero ninguna ley de probabilidad, el proceso y el modelo son descritos como determinísticos” (p. 63).

De otra forma, si la oportunidad de ocurrencia de la variable es tomada en consideración y el concepto de probabilidad es introducido en la formulación del modelo, el proceso y el modelo son descritos como estocásticos o probabilísticos”.

(Chow, 1994). “Estrictamente hablando, un proceso estocástico es diferente a uno probabilístico, en que el primero es considerado dependiente del tiempo y el segundo independiente del tiempo. Podría decirse, entonces, que los modelos probabilísticos hacen predicciones, mientras que los modelos estocásticos hacen pronósticos” (p. 64).

(Chow, 1994). “En realidad, todos los procesos hidrológicos son más o menos estocásticos. Se asumen determinísticos o probabilísticos sólo para simplificar su análisis” (p. 65).

➤ **Período de retorno.**

Villón (2011), “define al periodo de retorno, como el intervalo promedio de tiempo en años, dentro del cual un evento de magnitud X puede ser igualado o excedido, por lo menos una vez en promedio” (p. 86).

Así, si un evento igual o mayor a X , ocurre una vez en T años, su probabilidad de ocurrencia P , es igual $\frac{1}{T}$ en T casos, es decir:

$$T = \frac{1}{P(X \geq x)}$$

Donde:

$P(X)$: Probabilidad de ocurrencia de un evento

x : valor

T : Periodo de retorno”.

➤ **Procedimiento de análisis.**

Rivano (2004) “señala que el procedimiento de análisis de frecuencia comprende las siguientes etapas” (p. 45):

- Verificar la confiabilidad de los datos hidrológicos.
- Suponer ciertos modelos probabilísticos.
- Estimar los parámetros estadísticos de las funciones de distribución de probabilidades de cada modelo elegido.
- Realizar pruebas que permitan seleccionar el modelo probabilístico que mejor describe el fenómeno que se intenta representar.
- Estimar él o los valores de diseño correspondientes al período de retorno de interés”.

➤ **Análisis de confiabilidad de datos hidrológicos.**

Rivano (2004) “indica que en un análisis de frecuencia la confiabilidad de las estimaciones depende esencialmente de la longitud, continuidad, precisión y representatividad de los registros disponibles” (p. 46).

En consecuencia, Monsalve (2011) señala que previo a usar la información recogida en una estación, esta debe ser examinada por posibles

errores. Si tales errores son apreciables, ellos deberán ser analizados y corregidos antes de que el análisis de frecuencia sea realizado” (p. 68).

➤ **Modelo de distribución de probabilidades.**

Rivano (2004), “señala que la habilidad de un modelo probabilístico para ajustarse a los datos de precipitación depende de la flexibilidad y la naturaleza intrínseca de la forma de la función de distribución de probabilidades (fdp)” (p. 46).

Mientras más parámetros tenga un modelo, más versátil se vuelve su función de distribución de probabilidades y mejor se la puede ajustar a los datos.

Según Chereque (1989), “no existe en hidrología ninguna base teórica sólida para justificar una función específica de distribución de probabilidades” (p. 71).

Como no hay un procedimiento teórico para decidir qué modelo probabilístico es el “mejor” en un análisis de frecuencia particular, es habitual verificar y comparar la conveniencia o conformidad de muchas distribuciones candidatas y hacer una elección entre ellas basándose en consideraciones como ajuste de datos disponibles, facilidad computacional y consistencia con varios tamaños de muestra.

➤ **Distribución Normal**

Según Chow (1994), “la distribución normal es una distribución simétrica, que se define como” (p. 66):

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

2.2.3. Cuencas hidrográficas

Ambiativa. (1989), “Es la porción de territorio drenada por un único sistema de drenaje natural. Una cuenca hidrográfica se define por la sección de río al cual se hace referencia y es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada "divisor de aguas" o "divisoria de aguas”, a partir de la sección de referencia. En la medida en que se avanza hacia aguas abajo, la superficie de la cuenca va aumentando” (p. 75).

Ambiativa. (1989), “Una cuenca hidrográfica es un área de terreno que drena agua en un punto común, como un riachuelo, arroyo, río o lago cercano. Cada cuenca pequeña drena agua en una cuenca mayor que, eventualmente, desemboca en el océano”.

Figura 6
Cuenca Hidrográfica



Nota: Mastergys – Consultoría Ambiental

➤ **Elementos de la cuenca.**

El río principal: Reglamento de Organización y Funciones/ Ministerio de Agricultura, (1988) “El río principal actúa como el único colector de las aguas, a menudo la elección del río es arbitraria pues se pueden seguir distintos criterios para la elección (el curso fluvial más largo, el de mayor caudal medio, el de mayor caudal máximo, el de mayor superficie de cuenca, etc.)” (p. 28).

Los afluentes: Reglamento de Organización y Funciones/ Ministerio de Agricultura, (1988) “Son los ríos secundarios que desaguan en el río principal. Cada afluente tiene su respectiva cuenca, denominada subcuenca” (p. 28).

El relieve de la cuenca: Reglamento de Organización y Funciones/ Ministerio de Agricultura, (1988) “El relieve de la cuenca es variado. Está formado por las montañas y sus flancos; por las quebradas, valles y mesetas” (p. 29).

Las obras humanas: Las obras construidas por el hombre, también Ministerio de agricultura (1988). Reglamento de Organización y funciones del Programa Nacional del Manejo de Cuencas y Conservación de Suelos denominadas intervenciones antrópicas, que se observan en la cuenca suelen ser viviendas, ciudades, campo de cultivo y vías de comunicación. El factor humano es siempre el causante de muchos desastres dentro de la cuenca, ya que se sobreexplota la cuenca quitándole recursos o "desnudándola" de vegetación y trayendo inundaciones en las partes bajas.

➤ **Partes de una cuenca hidrográfica.**

Cuenca alta: Reglamento de Organización y Funciones/ Ministerio de Agricultura (1988) “Es la parte de la cuenca hidrográfica en la cual predomina el fenómeno de la socavación. Es decir que hay aportación de material terreo hacia las partes bajas de la cuenca, visiblemente se ven trazas de erosión” (p. 28).

Cuenca media: (Reglamento de Organización y Funciones/ Ministerio de Agricultura (1988) “Es la parte de la cuenca hidrográfica en la cual

mediante hay un equilibrio entre el material sólido que llega traído por la corriente y el material que sale. Visiblemente no hay erosión” (p. 28).

Cuenca baja: Reglamento de Organización y Funciones/ Ministerio de Agricultura (2018) “Es la parte de la cuenca hidrográfica en la cual el material extraído de la parte alta se deposita” (p. 28).

➤ **Tipos de cuencas hidrográficas.**

Reglamento de Organización y Funciones/ Ministerio de Agricultura (1988)

“Existen tres tipos de cuencas hidrográficas:

- **Exorreicas:** Avenan sus aguas al mar o al océano.
- **Endorreicas:** Desembocan en lagos o lagunas, siempre dentro del continente.
- **Arreicas:** Las aguas se evaporan o se filtran en el terreno.

Los arroyos, aguadas y cañadones de la meseta central patagónica pertenecen a este tipo, ya que no desaguan en ningún río u otro cuerpo hidrográfico de importancia.

➤ **Funciones de las cuencas hidrográficas.**

a. **Función hidrológica:** Reglamento de Organización y Funciones/ Ministerio de Agricultura (1988) “Captación de agua de las diferentes Notas de precipitación para formar el escurrimiento de manantiales, ríos y arroyos. Almacenamiento del agua en sus diferentes formas y tiempos de duración” (p. 29).

b. **Función ecológica:** Reglamento de Organización y Funciones/ Ministerio de Agricultura (1988) “Provee diversidad de sitios y rutas a lo largo de la cual se llevan a cabo interacciones entre las características de calidad física y química del agua. Provee de hábitat para la flora y fauna que constituyen los elementos biológicos del ecosistema y tienen interacciones entre las características físicas y biológicas del agua”(p. 29).

c. Función ambiental (Reglamento de Organización y Funciones/ MINISTERIO DE AGRICULTURA)

- “Constituyen sumideros de CO₂
- Alberga bancos de germoplasma
- Regula la recarga hídrica y los ciclos biogeoquímicos.
- Conserva la biodiversidad.
- Mantiene la integridad y la diversidad de los suelos”

d. Función socioeconómica

Reglamento de Organización y Funciones/ Ministerio de Agricultura (1988) “Suministra recursos naturales para el desarrollo de actividades productivas que dan sustento a la población. Provee de un espacio para el desarrollo social y cultural de la sociedad” (p. 29).

2.2.4. Parámetros geomorfológicos de la cuenca hidrográfica

Reglamento de Organización y Funciones/ Ministerio de Agricultura (1988) “Los parámetros geomorfológicos intentan describir las características de una cuenca en cuanto a su forma y el comportamiento hidrológico de esta unidad de territorio, determinar la influencia que tiene respecto a precipitaciones condicionado el volumen de escurrimiento y a la velocidad de respuesta” (p. 29)

Reglamento de Organización y Funciones/ Ministerio de Agricultura (1988) “Las características de una cuenca se definen por su forma, relieve y drenaje” (p. 29), para lo cual se establecerán tres tipos de parámetros geomorfológicos:

- Parámetros de forma
- Parámetros de relieve
- Parámetros relativos a la red hidrográfica.

➤ **Parámetros de forma.**

a. Tamaño de la cuenca

Reglamento de Organización y Funciones/ Ministerio de Agricultura (1988) “El tamaño de la cuenca se determina por la superficie comprendida dentro del límite o divisoria de aguas; esta Influye en el potencial del volumen

de escorrentía, proporcionado por la tormenta que cubre el área completa. El área de la cuenca es el elemento básico para el cálculo de las otras características físicas, se expresa en km²” (p.29).

Tabla 1

Clasificación de cuencas por superficie

Menos de 25	Muy Pequeña
25 a 250	Pequeña
250 a 500	Intermedia pequeña
500 a 2500	Intermedia grande
2500 a 5000	Grande
5000 a mas	Muy Grande

Nota: Viramontes-Olivas et al. (2007).

b. Perímetro (P).

Reglamento de Organización y Funciones/ Ministerio de Agricultura (1988) “El perímetro de la cuenca (P), está definido por la longitud de la línea de división de aguas y que se conoce como el parte aguas o Divortium Acuarium , la unidad de medida es en km. El perímetro es de importancia porque junto con el área se describe aproximadamente la forma de la cuenca (p. 29).

c. Longitud del río principal (L)

Breña y Jacobo, (2006); Allen, (2007); Gámez, (2010) “Es la longitud mayor de recorrido que realiza el río, desde la cabecera de la cuenca, siguiendo todos los cambios de dirección o sinuosidades, hasta un punto fijo de interés, expresado en unidades de longitud” (p. 29).

d. Ancho promedio de la cuenca.

Breña y Jacobo, (2006); Gámez (2010) “Relación entre el área de la cuenca y la longitud del cauce principal” (p. 29), cuya expresión es la siguiente:

$$A_p = \frac{A}{L}$$

A_p = Ancho promedio de la cuenca(km).

A = Área de la cuenca (km²).

L = Longitud del cauce principal (km)”.

e. Índice de compacidad (coeficiente de Gravelius).

Breña y Jacobo (2006); Al len Bateman, (2007) “Constituye la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de una circunferencia cuya área es igual a la de un círculo, equivalente al área de la cuenca en estudio. Cuanto más cercano a la unidad sea el coeficiente de compacidad la forma de la cuenca se aproxima a la circular, y entre más alejado de ella, más irregular es su forma. Este parámetro describe la geometría de la cuenca y está estrechamente relacionado con el tiempo de concentración del sistema hidrológico” (p.28)

$$C_g = 0.28 * \frac{p}{\sqrt{A}}$$

Cg: Coeficiente de gravelius.

P: Perímetro de la cuenca en Km.

A: Superficie de la cuenca en Km².

Tabla 2

Formas de la Cuenca en relación al coeficiente de compacidad.

Formas de la Cuenca en relación al coeficiente de compacidad.

1.00 - 1.25	Compacta o redonda	Cuenca torrencial peligrosa a oval redonda
1.26 - 1.50	Oval redonda a ovoblonga	Presenta peligros torrenciales, pero no iguales a la anterior.
1.51-1.75	Oval oblonga rectangularoblonga	rectangularoblonga menos torrencialidad

Nota: Londoño (2001).

f. Factor de Forma

(Ray; Linsley et al., (2012) “Índice numérico definido por la relación entre la superficie de la cuenca y el cuadrado de su longitud máxima, medida desde la salida hasta el límite de la cabecera del cauce principal, a lo largo de una línea recta. La forma de la cuenca hidrográfica afecta directamente los hidrogramas de esorrentía y las tasas de flujo máximo” (p. 125).

$$F_f = \frac{A}{L^2}$$

Ff: Factor de forma.

A: Área de la cuenca

L: Longitud de cauce principal de la cuenca

Tabla 3

Valores interpretativos del factor de forma.

Valorizaciones aproximados	Forma de la cuenca
< 0.22	Muy alargada
0.22-0.30	Alargada
0.30-0.37	Ligeramente alargada
0.37-0.45	Ni alargada ni ensanchada
0.45-0.60	Ligeramente ensanchada
0.60-0.80	Ensanchada
0.80-1.20	Muy ensanchada
>1.20	Rodeando el desagüe
	Fuente: Delgadillo y Moreno (2011).

Nota: Delgadillo y Moreno (2011).

g. Relación de Elongación.

Ray, Linsley et al., (1977) “Coeficiente adimensional entre el diámetro (D) de un círculo que tenga la misma superficie de la cuenca y la longitud máxima (L) de la cuenca. Expresando el diámetro en función del área de la cuenca (A) queda” (p. 126):

$$R_e = 1.1284 \frac{\sqrt{A}}{L}$$

Re: Relación de Elongación.

A: Área de la cuenca

L: Longitud de cauce principal de la cuenca.

Si Re varía entre 0.60 y 1.00; la cuenca presenta una amplia variedad de climas y geologías.

Re Está fuertemente correlacionado con el relieve de la cuenca, por lo tanto, valores cercanos a la unidad son típicos de regiones con relieve bajo,

Re que varía de 0.60 a 0.80 está asociado a fuertes relieves y pendientes pronunciadas del terreno”

➤ **Parámetros de relieve.**

Ray, Linsleyet (2010) “La topografía o relieve de una cuenca tiene una gran influencia sobre la respuesta hidrológica de la cuenca, dado que a una mayor pendiente corresponderá un menor tiempo de concentración de las aguas en la red de drenaje y afluentes al curso principal” (p. 127)

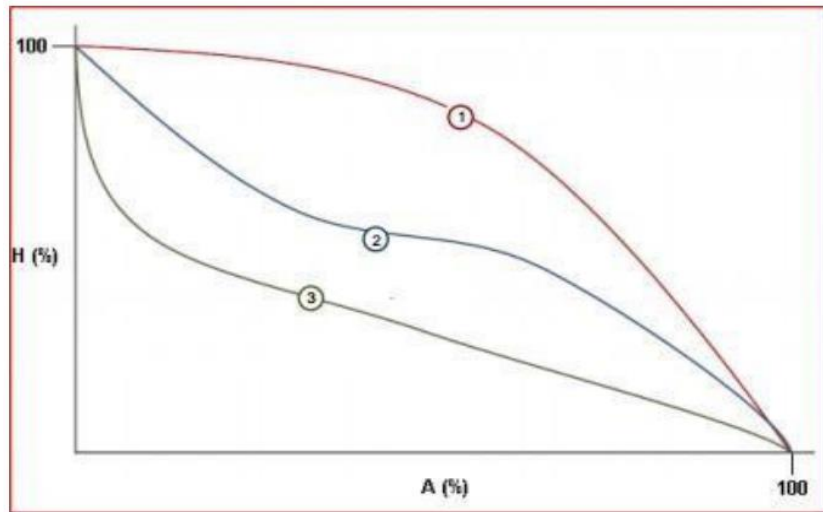
a. Curva hipsométrica

Ray, Linsleyet (2010) “Es la representación gráfica del relieve de una cuenca; las elevaciones del terreno en función de las superficies correspondientes. Para su trazo se debe tener en cuenta que sobre la sección de control (altitud mínima de la cuenca), se tiene el cien por ciento de su superficie. Se ubica en el punto más bajo de la cuenca y se calcula a partir de cada curva de nivel, las áreas acumuladas por encima de ellas, ubicando en la ordenada las cotas de las curvas de nivel consideradas”

En la Grafico 1, se muestra los tipos de curvas Hipsométricas, las cuales están relacionadas con las características fisiográficas de la cuenca, según el tipo de curva se puede definir el ciclo erosivo y la etapa evolutiva en que se encuentra la cuenca.

Figura 7

Curvas Hipsométricas, características del ciclo erosivo y tipo de cuenca.



Nota: Campos (1998).

1. Etapa de desequilibrio: Cuenca geológicamente Joven.
2. Etapa de Equilibrio, Cuenca geológicamente madura, cuenca pie de montaña.
3. Cuenca erosionada, Cuenca de Valle.

b. Elevación media.

Campos (1998) y Londoño (2001) "Tiene influencia fundamental en el régimen hidrológico, principalmente en zonas montañosas donde influye en el escurrimiento y otros elementos que afectan el régimen hidrológico, como el tipo de precipitación, la temperatura, etc. Por otra parte, a alturas mayores, debido al descenso de las temperaturas, se produce una disminución general de la evapotranspiración potencial" (p. 135).

La altitud media de las cuencas se obtiene mediante la relación:

$$E_m = \frac{\sum h_i * A_i}{A}$$

A_i: Áreas comprendidas entre curvas de nivel consecutivas.

h_j: Elevación media del área i, delimitada entre dos curvas de nivel.

A_i: Área total de la cuenca.

c. Rectángulo equivalente.

Campos, (1998); Londoño (2001; Gámez, (2009) “El rectángulo equivalente es una transformación geométrica, que permite representar la cuenca, en su forma heterogénea, en la forma de un rectángulo, que tiene la misma área e igual índice de compacidad de Gravelius, igual distribución de alturas (curva hipsométrica), e igual distribución de terreno, en cuanto a sus condiciones de cobertura” (p. 136).

Para el cálculo del rectángulo equivalente se parte del perímetro, del área y del índice de compacidad; se determinan los valores de los dos lados del rectángulo que resultan de las expresiones:

$$L = \frac{C_g \sqrt{A}}{1.12} \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{C_g} \right)^2} \right)$$

$$l = \frac{C_g \sqrt{A}}{1.12} \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{C_g} \right)^2} \right)$$

L_m: Longitud del lado mayor del rectángulo.

l: Longitud del lado menor del rectángulo.

C_g: Coeficiente de Gravelius.

A: Área de la cuenca (km²).

d. Índice de pendiente.

Fattorelli y Fernández (2011) “El índice de pendiente representa la pendiente promedio de todas las áreas elementales de la cuenca. Con este valor se puede establecer el tipo de granulometría que se encuentra en el cauce. Así mismo es importante para el estudio de la infiltración, recarga de acuíferos y clasificación de cuencas” (p. 122).

El índice suele calcularse partiendo del rectángulo equivalente, mediante la expresión:

$$I_p = \frac{\sum_{i=2}^n \beta_i (a_i - a_{i-1})}{L_m}$$

I_p : Índice de pendiente

n : Número de curvas de nivel existentes en el rectángulo.

a_j : Cotas de las n curvas de nivel consideradas.

β_i : Fracción de la superficie total de la cuenca, comprendida entre las cotas a_j - a_{j-1}

L_m : Longitud del lado mayor del rectángulo equivalente.

Tabla 4

Clasificación de la cuenca por pendiente

Pendiente (%)	Tipo de terreno
0-2	Plano
2 - 5.	Suave
5 - 10.	Accidentado medio
10 - 15.	Accidentado
15 - 25	Fuertemente accidentado
25 - 50	Escarpado
> 50	Muy escarpado
	Fuente: Gámez (2009).

e. Pendiente media de la cuenca.

Gámez, (2009); Fattorelli y Fernández (2011) “Este parámetro está relacionado con el comportamiento hidráulico del drenaje de la cuenca, y tiene una importancia directa en relación a la magnitud de las crecidas, juega un papel importante en la forma del hidrograma. Su influencia se acopla a la longitud de la corriente” (p. 123)

El valor de la pendiente media permite clasificar el relieve de la cuenca:

f. Coeficiente de Fournier o coeficiente de masividad.

Es un coeficiente relacionado con la erosión en la cuenca, permite diferenciar netamente cuencas de igual altura media y relieve diferente.

$$T = \frac{Em}{A}$$

Em: Altura media de la cuenca en m.

A: Superficie de la cuenca en k m²

Tabla 5

Clases de valores de masividad

0 - 35	Muy Montañosa
35 - 70	Montañosa
70 - 105	Moderadamente montañosa

Nota: Gámez (2009).

➤ **Parámetros relativos a la red hidrográfica.**

a. Tipo de corriente.

Campos, (1992); Gámez, (2009) “Las corrientes se pueden clasificar según el tipo de escurrimiento, el cual se relaciona con las características y condiciones climáticas de la cuenca” (p. 110).

- **Corrientes efímeras.** - Conducen agua cuando llueve inmediatamente después, es decir sólo capta escurrimiento o Flujo Superficial.
- **Corrientes intermitentes.** - Conducen agua la mayor parte del tiempo, principalmente en la época de lluvias, se secan en épocas de estiaje.
- **Corrientes perennes.** - **Conducen** agua todo el tiempo, en épocas de estiaje son abastecidas por las aguas subterráneas”.

b. Numero de Orden de un cauce.

Campos, (1992); Gámez, (2009) “Es el grado de ramificación de la red de drenaje de la cuenca, a mayor número de orden, es mayor el potencial erosivo, mayor el transporte de sedimentos, más rápida será la respuesta de la cuenca frente a una tormenta, evacuando el agua en menos tiempo” (p. 112).

Sistema de Strahler.

- Todos los cauces serán tributarios, aun cuando las nacientes sean ríos principales.
- El río en este sistema no mantiene el mismo orden en toda su extensión.
- El orden de una cuenca hidrográfica está dado por el número de orden del cauce principal. Esto implica atribuir mayor orden al río principal, considerando esta designación en toda su longitud, desde la salida de la cuenca hasta sus nacientes”.

c. Densidad de drenaje.

Fattorelli y Fernández, (2011) “Indica la relación entre la longitud total de los cursos de agua (efímeros, intermitentes o perennes de una cuenca) y el área total de la misma (A)” (p. 114).

Importante indicador relacionado con la cantidad de precipitaciones, la forma del terreno y el grado de erosión que puede tener la cuenca en función de los factores geológicos, topográficos, de vegetación y de tipo de suelo.

$$D_d = \frac{L_t}{A} \left(\frac{km}{km^2} \right)$$

L_t: Suma de longitudes de todos los tributarios (incluye cauce principal) (Km)

A: Área de la cuenca (Km)

d. Pendiente media del cauce.

Villon (2011) “La pendiente del cauce tiene influencia sobre la velocidad de flujo, y en la duración de subida o en la duración total de las avenidas, juega un papel importante en la forma del hidrograma. Indica el aspecto de la

variación de algunas características físicas, químicas y biológicas de las aguas” (p. 115).

Método de los valores extremos. Para determinar la pendiente media del Cauce (S), es necesario conocer la diferencia de nivel entre la cabecera del cauce y su desembocadura (ΔH), o cualquier otro punto o sección considerada, y la longitud de la corriente (L).

$$S = \frac{\Delta H}{L}$$

S: Pendiente media del cauce principal (m/m)

L: Longitud del cauce principal (km).

ΔH : Diferencia de nivel entre la cabecera del cauce y la desembocadura del mismo”.

2.2.5. Inundación

Villon (2011) “Es la ocupación por el agua de zonas o áreas que en condiciones normales se encuentran secas. Se producen debido al efecto del ascenso temporal del nivel del río. En cierta medida, las inundaciones pueden ser eventos controlables por el hombre, dependiendo del uso de la tierra cercana a las causas de los ríos” (p. 113).

➤ Causas de las inundaciones.

a. Causas naturales.

Meteorológicas

Villon (2011) “Las grandes lluvias son la causa natural principal de inundaciones, pero además hay otros factores importantes, entre ellos se encuentran” (p. 124):

- **Exceso de precipitación:** Los temporales de lluvias son el origen principal de las avenidas. Cuando el terreno no puede absorber o almacenar toda el agua que cae esta resbala por la superficie (escorrentía) y sube el nivel de los ríos.

No meteorológicas

Invasión del mar, deshielo”.

b. Causas no naturales.

Villon (2011)

- **Rotura de presas:** Cuando se rompe una presa toda el agua almacenada en el embalse es liberada bruscamente y se forman grandes inundaciones muy peligrosas.
- **Actividades humanas:** Los efectos de las inundaciones se ven agravados por algunas actividades humanas como, por ejemplo:
 - Al asfaltar cada vez mayores superficies se impermeabiliza el suelo, lo que impide que el agua se desborda por la tierra y facilita el que con gran rapidez las aguas lleguen a los cauces de los ríos a través de desagües y cunetas.
 - Las canalizaciones solucionan los problemas de inundación en algunos tramos del río, pero lo agravan en otros a los que el agua llega mucho más rápidamente.
 - La ocupación de los cauces por construcciones reduce la sección útil para evacuar el agua y reduce la capacidad de la llanura de inundación del río.
 - La consecuencia es que las aguas suben a un nivel más alto y que llega mayor cantidad de agua a los siguientes tramos del río, porque no ha podido ser embalsada por la llanura de inundación, provocando mayores desbordamiento”.

c. Causas mixtas.

Villon (2011) “En algunas ocasiones puede producirse una inundación por la rotura de una obra hidráulica, por causas meteorológicas” (p. 108).

➤ **Tipos de inundaciones.**

Villon (2011) “Las inundaciones pueden clasificarse de acuerdo” (p. 109) con:

a) Por el tiempo de duración.

- Villon (2011) “Inundaciones muy rápidas producidas por lluvia de intensidad muy fuerte (superior a 180 mm/h) pero muy cortas (menos de 1 hora). La cantidad de lluvia totalizada no supera los 80 mm. Usualmente producen inundaciones locales en las ciudades y pueblos (inundaciones de plazas, garajes, sótanos, etc., debido a problemas de drenaje) o en pequeñas cuencas con mucha pendiente, produciéndose las llamadas inundaciones súbitas” (p. 109).
- Villon (2011) “Inundaciones producidas por lluvia de intensidad fuerte o moderada (superior a 60 mm/h) y duración inferior a 72 horas. Cuando estas lluvias afectan los ríos con mucha pendiente o con mucho transporte sólido, las inundaciones pueden ser catastróficas” (p. 109). Es posible distinguir entre dos categorías:
 - Inundaciones catastróficas producidas por lluvias de fuerte intensidad durante dos o tres horas, y una duración total del episodio inferior a 24 horas.
 - Las inundaciones catastróficas producidas por lluvias de intensidad fuerte y moderada durante dos o tres días”.

b) Según el origen que genere

- Pluviales (por exceso de lluvia):

Villon (2011) “Ocurren cuando el agua de lluvia satura la capacidad del terreno y no puede ser drenada, acumulándose por horas o días sobre el terreno” (p. 109).

- Fluviales (por desbordamiento de ríos):

Villon (2011) “La causa de los desbordamientos de los ríos y los arroyos hay que atribuirla en primera instancia a un excedente de agua, igual que la sequía se atribuye el efecto contrario, la carencia de recursos hídricos. El aumento brusco del volumen de agua que un lecho o cauce es capaz de transportar sin desbordarse produce lo que se denomina como avenida o riada. Una avenida es el paso por tramos de un río, de caudales superiores a los normales, que dan lugar a elevaciones de los niveles de agua” (p. 110).

c) Protección contra inundaciones.

Villon (2011) “La protección contra las inundaciones incluye, tanto las medidas estructurales, como las no estructurales, que dan protección o reducen los riesgos de inundación” (p. 110).

Las medidas estructurales:

Villon (2011) “Incluyen las represas y reservorios, modificaciones a los canales de los ríos, diques y riberos, depresiones para desbordamiento, cauces de alivio y obras de drenaje. Para controlar las inundaciones, en riberos y mejoramiento al canal, incrementan la capacidad del río, aumentan su velocidad de flujo, o logran los dos efectos, simultáneamente” (p. 110).

Las modificaciones al canal que se pueden realizar son: dragarlo para que sea más ancho o profundo, limpiar la vegetación u otros residuos,

emparejar el lecho o las paredes, o enderezarlo; todo esto ayuda a aumentar la velocidad del agua que pasa por el sistema, e impedir las inundaciones.

Al enderezar el canal, eliminando los meandros, se reduce el riesgo de que el agua rompa la orilla del río en la parte exterior de las curvas, donde la corriente es más rápida y el nivel es más alto”.

- **Las medidas no estructurales:**

Villon (2011) “Consiste en el control del uso de los terrenos aluviales mediante zonificación, los reglamentos para su uso, las ordenanzas sanitarias y de construcción, y la reglamentación del uso de la tierra de las cuencas hidrográficas” (p. 110). Las medidas no estructurales para controlar las inundaciones tienen el objetivo de prohibir o regular el desarrollo de la zona aluvial, o la cuenca hidrográfica, o proteger las estructuras existentes, a fin de reducir la posibilidad de que sufran pérdidas debido a la inundación. Al igual que toda medida preventiva, son menos costosas que el tratamiento (es decir, la instalación de las medidas estructurales necesarias para controlar las inundaciones). Esencialmente, las medidas no estructurales son beneficiosas, porque no tratan de regular el modelo natural de inundación del río. La filosofía actual de muchos planificadores y fomentadores de políticas es que es mejor mantener los terrenos aluviales sin desarrollo, como áreas naturales de desbordamiento. Sin embargo, si existe desarrollo en la zona aluvial, se deberá utilizar control no estructural, juntamente con las medidas estructurales. Las medidas no estructurales pueden ser efectivas en el grado en que el gobierno sea capaz de diseñar e implementar el uso adecuado del terreno”.

2.2.6. Defensas ribereñas

(Manual sobre Impactos Ambientales/ Protección sobre Inundaciones)

“Las defensas ribereñas son estructuras construidas para proteger de las crecidas de los ríos las áreas aledañas a estos cursos de agua.

La protección contra las inundaciones incluye tanto los medios estructurales como los no estructurales, que dan protección o reducen los riesgos de inundación.

Las medidas estructurales incluyen las represas y reservorios, modificaciones a los canales de los ríos por otros más amplios, defensas ribereñas, depresiones para desbordamiento, cauces de alivio, obras de drenaje y el mantenimiento y limpieza de los mismos, para evitar que se obstruyan.

Las medidas no estructurales consisten en el control del uso de los terrenos aluviales mediante zonificación, los reglamentos para su uso, las ordenanzas sanitarias y de construcción y la reglamentación del uso de la tierra de las cuencas hidrográficas, a fin de no ocupar los cauces y terrenos aluviales de ríos y ramblas con edificaciones o barreras”.

a. Antecedentes topográficos y geomorfológicos: (Manual sobre Impactos Ambientales/ Protección sobre Inundaciones) “Para esto se requiere de estudios realizados de levantamiento Aero fotogramétrico y planos topográficos. El estudio geomorfológico caracteriza el suelo determina su composición, granulometría y grado de compactación. Este estudio junto con el hidrológico permitirá determinar los principales parámetros de escurrimiento, velocidad y niveles, para los diferentes caudales.

b. Áreas de inundación: (Manual sobre Impactos Ambientales/ Protección sobre Inundaciones) “Las verificaciones hidráulicas teóricas, permiten realizar el pronóstico de los ejes hidráulicos bajo diferentes condiciones de caudales. Se deberá delimitar las posibles áreas de inundaciones en el sector de interés, asociando los períodos

de recurrencia de los eventos señalados en el análisis hidrológico con las probabilidades de ocurrencia de estos”.

c. Diagnóstico: (Manual sobre Impactos Ambientales/ Protección sobre Inundaciones) “Basado en los antecedentes recopilados en la etapa anterior, se deberá realizar un acabado diagnóstico de las condiciones actuales del cauce, describiendo el origen del problema que se desea solucionar”.

d. Optimización de la situación actual: (Manual sobre Impactos Ambientales/ Protección sobre Inundaciones) “Esta corresponde a pequeñas inversiones o trabajos que eventualmente podrían mejorar la situación actual o sin proyecto. En general, obras de limpieza y rectificación de cauces pueden constituir un mejoramiento de la situación actual”.

e. Alternativas de proyectos: (Manual sobre Impactos Ambientales/ Protección sobre Inundaciones) “En función de los daños que se pretende evitar, se debe plantear la mayor cantidad de alternativas técnicas que den solución al problema. Se plantean soluciones para eliminar los puntos de estrechamiento de cauces, regularización de riberas para mejorar su rugosidad, ampliación general del lecho, construcción de defensas en sectores externos al cauce con el fin de limitar las zonas de inundación, canalización, revestimiento de cauces, dar un nuevo trazado al cauce para dar descarga en otros sectores posibilitando deprimir el eje hidráulico, etc.”

➤ **Clasificación de los tipos de defensa.**

Entre los tipos de obras que se han seleccionado, se tiene los de tipo flexible y los de tipo rígido.

a. Obras de tipo flexible.

Cuando los suelos ofrecen importantes deformaciones:

❖ **Muros de gaviones:** (Manual sobre Impactos Ambientales/ Protección sobre Inundaciones) “Son paralelepípedos rectangulares contruidos a base de un tejido de alambre de acero, el cual lleva tratamientos especiales de protección como la galvanización y la plastificación.

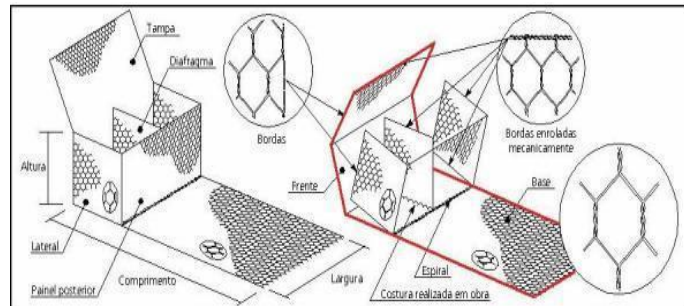
Se colocan a pie de obra desarmados y luego de piedra de canto rodado o piedra chancada con determinado tamaño y peso específico, este material permite emplear sistemas constructivos sencillos, flexibles, versátiles, económicos y que puedan integrarse extremadamente valida desde el punto de vista técnico para construir muros de contención en cualquier ambiente, clima y estación.

Tales estructuras son eficientes, no necesitando mano de obra especializada o medio mecánicos particulares, a menudo las piedras para el relleno se encuentran en las cercanías. Tiene la ventaja de tolerar grandes deformaciones sin perder resistencia.

Está disposición forma una malla de abertura hexagonal unida por triple torsión para formar un espacio rellenable de manera que cualquier rotura puntual del alambre no despeja la malla. El enrejado hace que las piedras se deslicen entre la misma y el terreno, impidiendo una caída brusca, o simplemente que quede sujetas in deslizarse.

Figura 8

Abertura Hexagonal del Alambre



Nota: Manual de Impactos Ambientales

Principales características de las estructuras de

Gavión:

- o Flexibilidad.
- o Permeabilidad.
- o Versatilidad.
- o Economía.
- o Estética.

Los Muros de Gaviones tienen diferentes usos, entre ellos tenemos:

- ❖ **Muros de contención:** (Manual sobre Impactos Ambientales/ Protección sobre Inundaciones) “Los muros de Gaviones están diseñados para mantener una diferencia en los niveles de suelo en sus dos lados constituyendo un grupo importante de elementos de soporte y protección cuando se localiza en lechos de ríos”
- ❖ **Conservación de suelos:** (Manual sobre Impactos Ambientales/ Protección sobre Inundaciones) “La erosión hídrica acelerada es considerada sumamente perjudicial para los suelos, pues debido a este fenómeno, grandes superficies de suelos fértiles se pierden; ya que el material sólido que se desprende en las partes media y alta de

la cuenca provoca el azolvamiento de la infraestructura hidráulica, eléctrica, agrícola y de comunicaciones que existe en la parte baja”.

❖ **Control de ríos:** (Manual sobre Impactos Ambientales/ Protección sobre Inundaciones) “En ríos, el gavión acelera el estado de equilibrio del cauce. Evitar erosiones, transporte de materiales y derrumbamientos de márgenes, además el gavión controla crecientes protegiendo valles y poblaciones contra inundaciones”.

❖ **Apoyo y protección de puentes:** (Manual sobre Impactos Ambientales/ Protección sobre Inundaciones) “En los estribos de puentes, se pueden utilizar gaviones tipo caja, tipo saco y tipo colchón combinados o individualmente, logrando gran resistencia a las cargas previstas”.

b. Obras de tipo rígido.

Pantalla de concreto armado: El término "pantalla de concreto" se refiere a un muro de concreto continuo, construido desde la superficie del terreno, antes de ejecutar la excavación

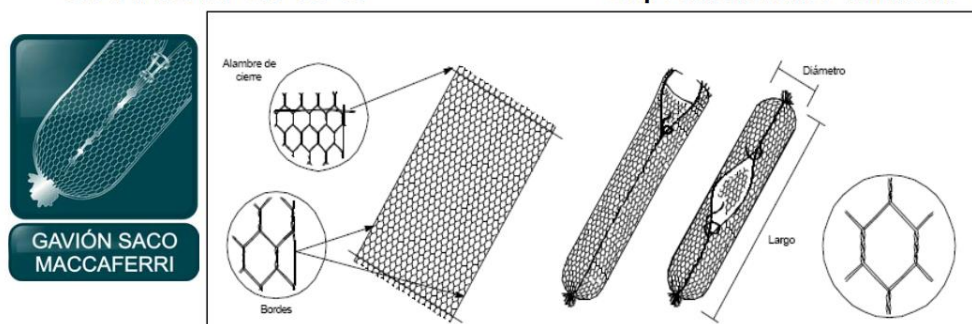
El tipo más común de pantallas de concreto es una construcción vaciada en sitio con acero de refuerzo en secciones de 3 a 6 m de longitud.

Figura 9

Gavión Tipo Saco

GAVIÓN SACO

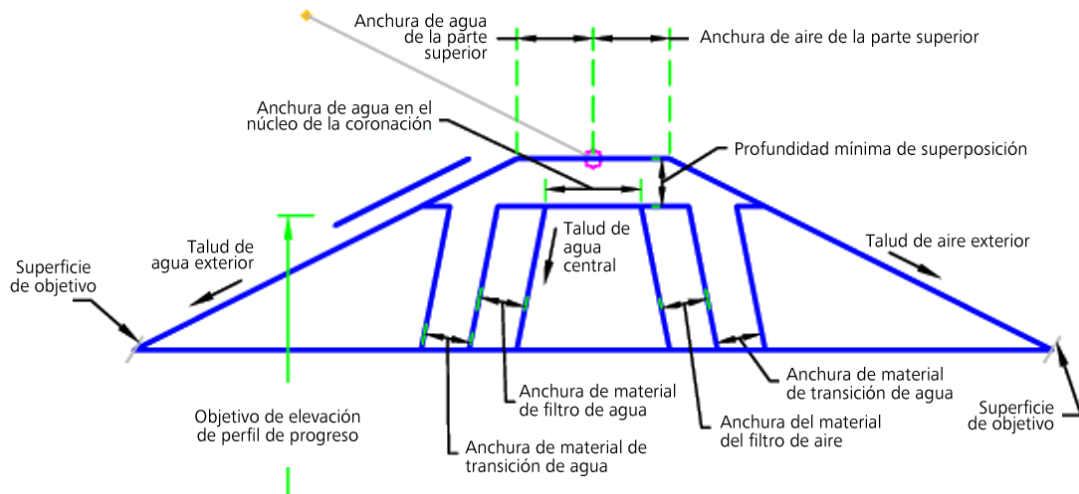
Especificaciones Técnicas



En malla hexagonal de doble torsión tipo 8x10 ϕ 2,7 mm PVC

Principales partes de un dique

Figura 10
Partes de un Dique



Nota: Pagina web.

<https://apuntesingenierocivil.blogspot.com /ApuntesdelIngenieriaCivil>

ii. Dique:

Apuntes de la ingeniería Civil (s.f.) “Un dique es una construcción para evitar el paso del agua. Puede ser natural o construido por el hombre, de piedra, u hormigón; y tanto paralelo como perpendicular al curso de un río o al borde del mar” (p. 26).

➤ **Distribución. Que se deben colocar las protecciones.**

Apuntes de la ingeniería Civil (s.f.) “A diferencia de una obra hidráulica típica, el lugar de emplazamiento de la obra de protección no se puede elegir, su ubicación queda totalmente limitada al lugar donde se encuentra su cabecera en el momento de realizar la obra. En general esta ubicación

coincide con suelos de baja calidad, en cuanto a su capacidad soporte y resistencia a la erosión hídrica” (p. 27).

Para poder realizar in dimensionamiento de defensas ribereñas, primero se debe realizar un estudio hidrológico para poder analizar el caudal y posteriormente la altura del pelo del agua y a que distancia que debe construir la protección, ya que son elementos básicos para la determinación de las dimensiones” (p. 28).

Apuntes de la ingeniería Civil (s.f.) “El estudio hidrológico tiene por objeto el mejor ajuste, con los datos existentes a esa fecha a través las funciones de distribución más aceptadas que permitan conocer el margen de error disponible de cada uno con el objeto último de brindar una herramienta a los tomadores de decisión. Con dichos resultados es posible la adopción de la altura de coronamiento de defensa costera” (p. 28).

Apuntes de la ingeniería Civil (s.f.) “Es importante señalar que tanto la altura como la distancia cumplen un papel importante para el diseño de estas obras, ya que van a depender principalmente del caudal. La altura es compensada con la distancia, ya que las protecciones costeras no deben ser tan altas, por normas de seguridad y por falta de estética a la construcción” (p. 29).

Apuntes de la ingeniería Civil (s.f.) “Se recomienda que las defensas ribereñas, no se deben colocar tan cerca a los cursos de agua, ya que estos terrenos aluviales son productivos, porque la inundación los hace así; ésta remueve la humedad del suelo, y deposita limos en las tierras aluviales fértiles” (p. 29).

En las zonas áridas, posiblemente sea la única Nota de riego natural, o de enriquecimiento del suelo. Al reducir o eliminar las inundaciones, existe el potencial de empobrecer la agricultura de los terrenos aluviales (recesión), su vegetación natural, las poblaciones de fauna y ganado y, la pesca

del río y de la zona aluvial, que se han adaptado a los ciclos naturales de inundación.

Apuntes de la ingeniería Civil (s.f.) “Es por esta razón que estas obras pueden ser efectivas para el área particular que se va a defender, pero cambian el Régimen natural del flujo y tienen efectos sobre áreas aledañas, los cuales deben ser analizados antes de construir las obras” (p. 29).

➤ **Materiales para utilizar para las defensas.**

Apuntes de la ingeniería Civil (s.f.) “Cuando se va a construir una defensa se debe considerar muchos factores, uno de los más importantes es el material para utilizar, el cual se debe seleccionar el tipo que mejor vaya con los resultados deseados y cumplan con las propiedades de resistividad, impermeabilidad y durabilidad a la intemperie” (p. 30).

Además, estos materiales se deben integrar al resto de los componentes para proporcionar estética a la construcción.

1. Los materiales de uso frecuente en este tipo de obras son los siguientes:

Apuntes de la ingeniería Civil (s.f.)

- “Concreto: ciclópeo, simple o reforzado.
- Gaviones, colchonetas.
- Piedra suelta, piedra pegada.
- Tablestacas metálicas o de madera.
- Pilotes metálicos, de concreto o de madera.
- Bolsacretos, sacos de suelo - cemento, sacos de arena.
- Fajinas de guadua.
- Elementos prefabricados de concreto: Bloques, Exápodos, etc”.

2. Materiales empleados para los muros de gaviones:

- **La roca:**

Apuntes de la ingeniería Civil (s.f.) “Las piedras a ser usadas para el relleno de los gaviones deberán tener suficientes resistencias para soportar sin romperse las solicitaciones a que estarán sometidas después de colocadas en la obra, pueden ser piedra de canto rodado o piedra chancada con determinado tamaño y peso específico, se recomienda evitar la utilización de fragmentos de lutita, arcilloita o pizarra, al menos que cumplan con los parámetros de resistencia y durabilidad por lo general estas piedras para el relleno se encuentran en las cercanías.

En cuanto al tamaño máximo de estas piedras, debe estar entre 0.1 y 0.3 m.

Figura 11

Cantos Rodados



Nota: Libro de diseño estructural de defensa ribereña

Los fragmentos más pequeños se deben colocar en la parte central del gavión y los fragmentos más grandes deben quedar dispuestos en contacto con la canasta”.

- **Mallas:**

Apuntes de la ingeniería Civil (s.f.) “La malla está constituida por una red tejida de forma hexagonal obtenida de entrecruzar dos hilos de alambre por tres medios giros (doble torsión), de acuerdo con las especificaciones NBR 10514 y ASTM 9755, Debido a que las estructuras están sometidas a tensiones producidas por asentamientos diferenciales del terreno, empujes externos, entre otros, no se recomienda utilizar gaviones con aberturas de malla mayores a 8 x 10 cm” (p. 31).

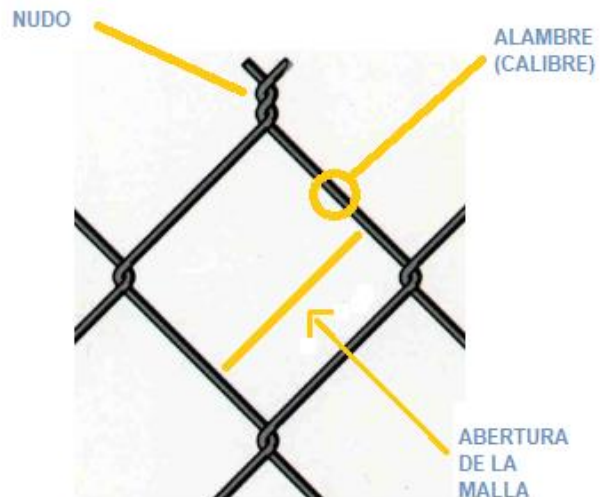
Apuntes de la ingeniería Civil (s.f.) “Una abertura de malla mayor reduciría el área de acero de los gaviones y provocaría, en consecuencia, el debilitamiento de la estructura. Experiencias de campo han demostrado que el rango de aberturas de las mallas (ax ben la figura 13) deben ser de 8 x 10cm para las cajas y 6 x 8 cm para los colchones” (p. 31).

Apuntes de la ingeniería Civil (s.f.) “Esta menor abertura para los colchones se debe a que como estos están, generalmente, ubicados en contacto con agua y sólidos que arrastran los ríos, deben resistir las exigencias físicas y mecánicas como el impacto, la tracción y la abrasión” (p. 32)

Figura 12

Abertura de la malla

DIAGRAMA DE MALLA CICLÓNICA



Nota: Libro de diseño estructural de defensa ribereña

- **Alambre:** Apuntes de la ingeniería Civil (s.f.) “Todas las aristas del gavión desdoblado, inclusive el lado superior de los laterales y de los diafragmas, deben ser de mayor diámetro que el de la malla, para que estos proporcionen mayor resistencia y consistencia a la unidad La unión entre el alambre de borde y la malla debe tener una resistencia mínima de 11.7 kN/m^5 , Los diámetros usados se muestran a continuación” (p. 31).
- **Ladrillos:**
Apuntes de la ingeniería Civil (s.f.) “Es considerado como uno de los mejores terminados, ya que ofrece muchas ventajas. Es muy agradable a la vista, durable resistente al fuego y al paso del tiempo. Se puede encontrar casi en cualquier parte, existente muchas variedades para escoger y de costo accesible” (p. 31).

- **Bloques de cemento prefabricados:**

Apuntes de la ingeniería Civil (s.f.) “Muy resistente sobre todo a la intemperie por el interior de los muros. Aunque de apariencia no tan agradable como el ladrillo se puede encontrar en diversos colores, texturas y terminados. Pueden ser de arcilla cocida, de concreto, o de material sílico-calcáreo, con ancho de 10, 15 o 20 cm, longitud de 20, 30 o 40 cm y altura de 10, 15 o 20 cm. Estas dimensiones están dadas con el objeto de modular los muros y sus uniones” (p. 31).

- **Piedras talladas en formas regulares:**

Apuntes de la ingeniería Civil (s.f.) “La piedra es otra alternativa atractiva, aunque costosa”. Desafortunadamente en la piedra no existe la misma disponibilidad que en el ladrillo, ya que no todos los tipos de piedra son funcionales en un trabajo de albañilería. Algunas son muy suaves y otras son muy porosas, de cualquier manera, hay otras alternativas que no son tan costosas. La más usada es la caliza en forma de laja por sus características” (p. 32).

- **Morteros de cemento:**

Apuntes de la ingeniería Civil (s.f.) “Antiguamente se utilizaba el barro, al cual se le añadían otros elementos naturales como paja, y en algunas zonas rurales excrementos de vaca y caballo, pero hoy en día, para unir las piezas se utiliza generalmente una argamasa o mortero de cemento y arena con la adición de una cantidad conveniente de agua, donde adquieren rápidamente la apariencia de muro de gran firmeza” (p. 31).

- **Morteros de cal:**

Apuntes de la ingeniería Civil (s.f.) “Este tipo de morteros no se caracterizan por su gran resistencia, sino por su plasticidad, color, y porque se trabaja con facilidad. Las juntas hechas con este tipo de mortero, durante los primeros años absorben, poco a poco, las dilataciones de los tabiques suave de barro al saturarse, haciendo más firme del muro” (p. 31).

2.3. Definición de términos básicos

- I. **Cauce:** Pachas (2009) “Cauce o lecho fluvial es la parte del fondo de un valle por donde discurren las aguas en su curso” (p. 72).
- II. **Estación Total:** Pachas, (2009) “Instrumento que integra en un sólo equipo las funciones realizadas por el teodolito electrónico, un medidor electrónico de distancias y un microprocesador para realizar los cálculos que sean necesarios para determinar las coordenadas rectangulares de los puntos del terreno” (p. 72).
- III. **Estaciones pluviométricas:** : Chereque, (2010; MTC (2011) “Lugar destinado al registro y obtención de datos de precipitación que se presenta en la zona, para ello se cuenta con un pluviómetro” (p. 26)..
- IV. **Hidrogramas:** Chereque, (2010); MTC, (2011) “Es la representación gráfica que muestra la tasa de flujo como función del tiempo en un lugar dado de la corriente” (p. 27).
- V. **Hietogramas de precipitación:** Villón (2011) “Es un gráfico de forma escalonada que representa la variación de la intensidad de la tormenta, en el trascurso de esta expresada en minutos u horas” (p. 38).
- VI. **Levantamiento topográfico:** Pachas (2009) “Desde el punto de vista hidrográfico, el levantamiento topográfico y volúmenes de tierra, la composición de aquellas partes de la superficie de radica en un conjunto de actividades realizadas en campo, con el propósito de describir la representación gráfica del terreno levantado, el área la tierra” (p. 58).
- VII. **Intensidad de precipitación:** Pachas (2009) “Altura máxima de agua caída por unidad de tiempo, varía ampliamente en el tiempo y en el espacio” (p. 60).

- VIII. **Red de drenaje:** Pachas (2009) “Son las trayectorias o al arreglo que guardan entre sí, los cauces de las corrientes naturales dentro de ella” (p. 60).
- IX. **Secciones transversales:** Pachas (2009) “La sección transversal es un corte vertical normal al alineamiento horizontal o eje de un cauce, el cual permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que forman el lecho” (p. 61).
- X. **Área Urbana y Rural:** Villon (2011) “Área urbana o centro poblado urbano es aquel que tiene como mínimo 100 viviendas agrupadas contiguamente (en promedio 500 habitantes)” (p. 61).

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

La determinar de la evaluación de nivel de riesgo y vulnerabilidad por inundaciones permitirá precisar la ubicación y el diseño adecuado de la defensa ribereña en la cuenca del río Tingo Sector Junipalca Del Distrito De San Francisco De Asís De Yarusyacan – Pasco 2022.

2.4.2. Hipótesis específicas

- Determinando las zonas de vulnerabilidad evitara el riesgo de inundación y huaicos en zonas aledañas al Río Tingo sector Junipalca Del Distrito De San Francisco De Asís De Yarusyacan – Pasco 2022.
- Determinando los cálculos de los niveles máximos de caudales de retorno 10, 20, 50 y 100 años, mejorara el diseño con secciones más adecuadas en el cauce del río Tingo en la zona aledañas al sector Junipalca Del Distrito De San Francisco De Asís De Yarusyacan – Pasco 2022
- Determinando la capacidad hidráulica permitirá determinar la capacidad máxima del cauce del río Tingo en la zona aledañas al sector Junipalca Del Distrito De San Francisco De Asís De Yarusyacan – Pasco 2022.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variables independientes

Nivel de vulnerabilidad / Peligro y amenaza

2.5.2. Variables dependientes

Riesgo de inundación y huaicos

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 6

Operatividad de las Variables

VARIABLE		INDICADORES	TECNICAS E INSTRUMENTOS
INDEPENDIENTES	NIVEL DE VULNERABILIDAD	VIVIENDAS DAMNIFICADAS	EVALUACIÓN
		VIAS DE ACCESO DAMNIFICADAS	
		ÁREAS AGRICOLA DAMNIFICADAS	
DEPENDIENTES	RIESGO DE INUNDACIÓN Y HUAICOS	MARGEN IZQUIERDO	EVALUACIÓN
		MARGEN DERECHO	

Nota. Elaboración propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La metodología para seguir es:

- o Descriptiva, porque alcanza el proceso de identificación, descripción y caracterización de los indicadores morfométricos de forma, relieve y relativo al drenaje del río Tingo.
- o Cuantitativo, porque se van a desarrollar cálculos estadísticos, todos los datos de la variable son numéricos y calculados.
- o Aplicada, por porque se desarrolla y profundiza el estudio Hidrológico e Hidráulico del río Tingo, a través de la aplicación de teorías en Hidráulica Fluvial, Hidrología.

3.2. Nivel de investigación

El estudio fue Descriptivo, no experimental y de corte transversal es descriptivo porque describe la realidad sin alterar su condición.

3.2.1. Características de la Investigación

Por las características de la investigación es practica por que se desarrolla en las orillas del río Tingo, sector Tingo palca área urbana.

3.3. Métodos de investigación

El método de investigación que se ha empleado para este estudio es cuantitativo porque proporciona valores numéricos los cuales están basados en muestras, utilizando herramientas de análisis matemático y estadístico para describir, explicar y poder predecir fenómenos mediante los datos numéricos.

3.4. Diseño de la investigación

El diseño de esta investigación tiene tendencia a lo no experimental donde no se realiza manipulación de las variables que buscamos interpretar en su ambiente natural, por ello sólo se observará el problema de investigación, para luego describirlos y analizarlos sin necesidad de emularlos en un entorno controlado

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población lo conforman el sector crítico por las avenidas máximas y mínimas centro poblado de Junipalca en el distrito de San Francisco de Asís de Yarusyacan.

3.5.2. Muestra

Muestra del rio Tingo en el sector de Junipalca del distrito de San Francisco de Asís Yarusyacan.

La metodología empleada de muestreo en la investigación es No Probabilística. Porque no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de las variables.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

La observación no experimental o natural es esencial en este trabajo de investigación por lo que la técnica para poder lograr recolectar los datos directamente de la topografía, datos meteorológicos y de la población a evaluar.

3.6.2. Instrumentos

La literatura a fin, datos estadísticos meteorológicos pasados y proyecciones del área de estudio.

I. Equipos Básicos de Ingeniería

Como son:

- Estación total.
- Equipo de cómputo.
- Útiles de escritorio en general.

II. Hojas de Cálculo

- SPS.
- Excel

Se utilizó estos programas para determinar la precipitación, áreas, cotas, longitudes de cauce y entre otros determinando los distintos parámetros que se requieran para el análisis de inundabilidad.

III. Software AutoCAD

Se utilizó para determinar el área de la cuenca y otras características del relieve de la cuenca.

IV. Software Arc-Map

Se utilizó el software Arc-Map para realizar el mapa de delimitación de cuenca y a la vez realizar los datos de distribución geoespacial de las zonas pobladas en la cuenca del río Tingo.

V. Software Hec-Ras

Se utilizó el software Hec-Ras para analizar los cálculos hidráulicos unidimensionales para determinar una red completa de canales naturales y construidos.

VI. Software Hec-Hms

Se utilizó el software sistema de modelado hidrológico (HEC• HMS), para diseñar y simular los procesos hidrológicos completos de los

sistemas de cuencas dendríticas. El software incluye procedimientos tradicionales de análisis hidrológico como infiltración, hidrogramas unitarios y enrutamiento hidrológico.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

3.7.1. Selección de los instrumentos de investigación

La elaboración de la investigación de tesis, se basó en los lineamientos establecidos en el libro de Hidrologías por el ingeniero Máximo Villon, el cual establece los instrumentos de investigación.

3.7.2. Confiabilidad de los instrumentos de investigación

Basada en el estudio de cuencas hidrológicas, las cuales darán la confiabilidad a los instrumentos de investigación.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Esta investigación cumplirá con los procesos adecuados para llegar a los resultados que después serán analizados, interpretados para obtener las conclusiones y proseguir con las recomendaciones. Una vez obtenido los datos o valores numéricos de las variables estos serán tabulados y contrastar estadísticamente para analizar los resultados, observar la constatación de hipótesis, los que se presentarán en tablas, figuras con su respectiva interpretación metodológica.

3.9. Tratamiento Estadístico

El procesamiento de datos se realizará mediante la recolección de la información a través de la aplicación de las técnicas ya mencionadas, posteriormente se realizará la estadística de los resultados que serán sometidas al software Microsoft Excel 2021 para dar alcances estadísticos al contenido.

El trabajo de investigación se desarrolla en el área que se encuentra comprendida en las coordenadas, el cual se enmarca dentro de los límites de la Región de Pasco.

Tabla 7

Coordenadas de límites del Rio Tingo

COORDENADA UTM WGS 84. RIO TINGO	
NORTE	ESTE
88002999.32	406845.59

Nota. Elaboración propia

La subcuenca del río, adyacente a la localidad de Junipalca se encuentra comprendida en los departamentos de Pasco y Huánuco, topográficamente en el área de la Cordillera Oriental con relieves altos poco accidentado ocupando las nacientes del río Tingo, se encuentra comprendida en la parte central del Perú, sobre la vertiente del río Tingo, que muestra una antigua glaciación y controlados por la superficie Puna.

- Distrito : San Francisco de Asís de Yarusyacán
- Provincia : Pasco
- Departamento : Pasco
- Centro Poblado: Junipalca

Dentro del área de influencia el Centro Poblado de Junipalca está asentada en ambas márgenes del río Tingo con total de población 900 habitantes (INEI 2019), con una tasa de crecimiento de 2.06%.

Una de las principales actividades económicas del distrito es la agricultura, dándose la producción de papa, maíz y otros

Tabla 8
Población afectada

PERIODO	AÑO	JUNIPALCA
0	2018	202
1	2019	210
2	2020	218
3	2021	226
4	2022	234
5	2023	242
6	2024	250
7	2025	258
8	2026	266
9	2027	274
10	2028	282

Nota. Elaboración propia

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

En la presente investigación de tesis, se hace realizo en las márgenes del Rio Tingo - Centro Poblado de Junipalca - Distrito de San Francisco de Asís de Yarusyacan - Provincia y Región de Pasco, cuyas conclusiones está basado en toma de datos in-situ y su posterior análisis.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo en campo

El área de estudio de la investigación se ha desarrollado en el centro poblado Junipalca, distrito San Francisco de Asís de Yarusyacán, provincia Pasco, región Pasco, entre las siguientes coordenadas UTM WGS 84.

Este : 366,941

Norte : 8'841,849

Situado a una altitud entre los 3,450 msnm.

Región : Pasco

Provincia : Pasco

Distrito : San Francisco de Asís de Yarusyacán.

Centro poblado: Junipalca

Figura 13

Ubicación geográfica de la cuenca del Rio Tingo



Nota: Google earth

4.1.1. Información cartográfica y topográfica.

Para empezar, se realizó el estudio hidrológico para definir la cuenca Hidrográfica, que influye directamente sobre el escurrimiento superficial. Para definir la cuenca se consultó con la cartográfica que enmarca el área de estudio. La información cartográfica procesada constituye:

- Mapas de las cartas nacionales, escala 1/100,000, con equidistancia de curvas de nivel a 50.00 m, determinados por el Instituto Geográfico Nacional, confeccionadas por métodos estereofotogramétricos con control terrestre - 1971.
- Se hizo los trabajos in-situ, consistentes en el levantamiento topográfico del área de estudio, incluye accesos y estructuras existentes. Los estudios topográficos se desarrollaron con estación total, tomando como base los BMs existentes en la zona puntual de estudio.

El método del levantamiento topográfico realizado fue de levantamiento por radiación a partir de un punto referencial estática de coordenadas conocidas.

Tabla 9
Coordenadas de los puntos

UBICACIÓN DE COORDENADAS			
NOMBRE	NORTE	ESTE	Elevación (m)
GPS1	8,841,438	366,924	3467
GPS2	8,842,323	366,834	3440

Nota. Elaboración propia

4.1.2. Estudio hidrológico

➤ Delimitación de la cuenca Junipalca

Las zonas de investigación se ubican en el distrito de Yarusyacán, provincia de Pasco, Región Pasco, parte central de la Cordillera Oriental. Esta unidad morfológica está bien individualizada, alcanza el 90% de la hoja de Ambo, haciendo un macizo montañoso continuo de dirección SE, la Cordillera Oriental es un geoanticlinal, el dominio de saliente de la cadena Hercínica y a los terrenos Neoproterozoicos.

Durante el Mesozoico y Cenozoico, esta zona ha tenido una tendencia positiva formando un Horst que separó la cuenca marina Occidental de la Oriental, La cordillera está seccionada en la parte septentrional por los valles de los ríos Huallaga. La cordillera Oriental es menos elevada que la cordillera Occidental.

El drenaje en estos sectores es dendrítico, por donde discurren los riachuelos que discurren hacia el río Tingo; el río Tingo tiene sus nacientes en las partes altas en Pucayacu (distrito de Yanacancha - Cerro de Pasco) y forman el colector del río Huallaga.

AREA DE ESTUDIO

Figura 14

Delimitación de la Cuenca del Rio Tingo



Nota: Propio.

➤ **Parámetros geomorfológicos de la cuenca hidrográfica.**

Se procesó la información en base al análisis de la cartografía disponible en el ING (Instituto Nacional Geográfico). Para decidir las diversas variables para el análisis geomorfológico de la cuenca del río Tingo, los datos recopilados fueron manejados y procesados en programas como el AutoCAD Civil 3D, ArcGis 10.8., software Excel, los cuales nos permitieron la aplicación de las ecuaciones matemáticas que definen los diversos parámetros geomorfológicos, se evidenciaron características físicas de la cuenca del río Tingo, que tienen una influencia directa en la respuesta hidrológica.

Equitativamente, el carácter hidrológico de la misma asiste considerablemente a formar sus características físicas.

➤ **Fallas longitudinales**

En el área de estudio de la investigación, la estructura regional recorre por el lado Este del Centro Poblado de Junipalca. La Falla Chaulán - Rondoní, es una falla regional inversa activa, que su recorrido tiene una prolongación al Norte y al Sur, recorriendo por los cuadrángulos de Cerro de Paso y Ambo.

En la hoja de Ambo, la Falla Chaulán Rondoní, tiene un rumbo SE – NO, confluyente con el cauce del río Huallaga, dicha falla delimita el Complejo del Marañón con rocas del Paleozoico superior

Figura 15

Área de estudio Junipalca Cuenca del Rio Tingo



Nota: Propia

➤ **Análisis del ámbito del sector crítico**

a) Caracterización general

El área de estudio se ubica en la quebrada del valle del río Tingo, parte de un cañón profundo, donde se forman y discurren los

riachuelos con sentido Este – Oeste, drenando sus aguas al río Tingo, en donde el valle comienza y forma un estadio cañón en forma de V.

En el área de estudio de la investigación, aflora ampliamente el Grupo Mitu, formado por rocas sedimentarias de areniscas lutitas, limolitas, algunos conglomerados y sedimentos terrígenos que son parte del material cuaternario. y están sujetas a deslizamientos, derrumbes e inundación, erosión, por efectos de fenómeno del niño; el cual causa el colapso de infraestructuras públicas, de viviendas edificadas en terrenos de poca capacidad portante, motivo por el cual la localidad de Junipalca presenta RIESGO ALTO A MUY ALTO, porque actualmente hay estructuras que sufren deslizamiento, por lo cual indica que la localidad de Junipalca viene siendo afectada por fenómenos naturales, las cuales están afectando la estabilidad de los muros de contención, erosión de talud inundación provocados por el río Tingo, deslizamientos y otros peligros en Junipalca.

El área de estudio por su posición geográfica, estructural y geológica presenta características típicas de zonas de alto riesgo y de ser afectadas por algún fenómeno meteorológico natural, específicamente por el fenómeno del Niño.

b) **Población**

(Nota versión de pobladores de Junipalca). Centro Poblado de Junipalca cuenta con una población aproximada de 200 familias asentadas en el área crítica, haciendo una población promedio de 900 habitantes.

c) Vivienda y servicios básicos

Las viviendas ubicadas en la localidad de Junipalca están construidas en su mayoría con material de tierra sea adobes, tapias y en menor porcentaje bloquetas de concreto, techadas con tijerales en madera cubiertas con calaminas, y algunas con techo aligerado. Se encuentran viviendas de uno a dos pisos con dos, tres y cuatro habitaciones que son utilizadas para todas las actividades (tertulia, cocina, dormitorio, almacén para alimentos, abonos y otro).

En relación a los servicios de abastecimiento de agua potable, es crítico no cuentan con agua potable, solo poseen agua provisionada en reservorios y llevados mediante conductos de PVC a sus hogares para su consumo.

Los hogares cuentan con servicios higiénicos domiciliarios, y las aguas servidas van al pozo séptico y estas son vertidas sin tratamiento alguno directamente al río Tingo que son colectores del río Huallaga.

En relación a los servicios eléctricos de consumo doméstico y alumbrado público administrado por Electrocentro.

En la localidad, se cuenta con las siguientes infraestructuras pública:

- Educación inicial, 20 alumnos.
- Educaciones primarias, 30 de alumnos
- Colegio secundario Albert Einstein, 45 alumnos
- Centro de salud.
- Local municipal
- Centro cívico

- Local comunal
- Parque central pavimentad
- Estadio comunal de futbol
- Local de vaso de Leche
- Vivero forestal.
- Granja de chanchos
- Agua entubada
- Iglesia católica
- Iglesia evangélica
- Viviendas con material rustico en total 90%.
- Viviendas con material noble en total 10%.
- En las coordenadas E 366,929, N 8841,584, en la cota 3,461, se encuentra un puente peatonal de 8.0 m de largo, 3.40 m de ancho y altura 4.0 m, sirve para cruzar la margen derecha e izquierda.
- En las coordenadas E 366,925, N 8841,744, en la cota 3,460, se encuentra un puente viaducto de concreto armado de 13.0 m de largo, 5.40 m de ancho y altura 3.0 m.
- Se cuenta con una carretera afirmada que une la localidad de Cerro de Pasco – Junipalca - Pallanchacra, en una longitud de 25 Km. La carretera afirmada que cruza por Junipalca, está construida sobre rocas sedimentarias del Grupo Mitu y están constituidas por: areniscas, lutitas y limolitas, las cuales no tienen una buena capacidad portante y están propensas a deslizamientos, inundación y erosión por el rio Tingo.

En el sector crítico se pudo observar lo siguiente:

- En las coordenadas E 366,925, N 8841,744, en la cota 3,460, existe un puente viaducto de concreto armado de 13.0 m de

largo, 5.40 m de ancho y altura 3.0 m, sirve para cruzar la margen derecha e izquierda. En tiempo de lluvias, el agua llega hasta una altura de 2.70 m, amenazando con rebasar la altura del puente y podría afectar la estabilidad de la post médica y la escuela de Junipalca.

- Los muros de contención en un 60 %, han sido erosionados en la base, inundados y colapsados por causa de la crecida del río Tingo, ya que actualmente estas estructuras presentan fracturas y fisuras y pueden afectar a la infraestructura del puente peatonal.
- La erosión generada por el río Tingo está afectando a la estabilidad de los muros de contención y talud de la carretera y podrían ocasionar derrumbes y generar daños a la población.
- Por encontrarse estas infraestructuras construidas sobre rocas sedimentarias constituidas por lutitas, areniscas, limolitas que son rocas incompetentes de baja capacidad portante, el sector crítico presenta altos niveles de peligrosidad.
- Los acontecimientos ocurridos en el sector crítico en los años 1978 el río Tingo incrementó su caudal, invadiendo la margen derecha, llevando animales menores, destruyendo viviendas perjudicando las siembras agrícolas y el vivero forestal.
- El puente ubicado en las coordenadas E 366,929, N 8841,584, cota 3,461 msnm, con 54 m de largo, ha sido derribado por el incremento del caudal del río Tingo.
- En las coordenadas E 366,834, N 8842,323, cota 3,440 msnm, en el año 2014, en este punto, el muro colapsó por

erosión del río tingo, ingresando el agua a las chacras perjudicando al vivero forestal de la comunidad perjudicando la siembra de 500,000 plántones de quinuales y eucaliptos (Nota: pobladores de Junipalca)

- En las coordenadas E 366,924, N 8841,438, cota 3,467 msnm, existe una zona de deslizamiento e inundación por el río Tingo.

Este sector crítico está en peligro inminente.

- Todas estas infraestructuras pública, privada y la población descrita están en RIESGO MUY ALTO por ubicarse geográfica y geológicamente sobre suelos no consolidados de baja capacidad portante.

El relieve de la zona de estudio es cordillera no, escarpado, topográficamente abrupta, pendientes fuertes; característico de un valle joven en forma de **V** con ángulos sobre los 75°, los cuales pueden producir deslizamientos, derrumbes, erosión, huaycos y otros.

d) Pendiente

La pendiente de los cerros de la zona de estudio es de 60° a 80°, y la pendiente de Junipalca comprende de 10 a 15 %.

e) Clima y Meteorología

En el periodo de los meses de octubre a abril, que es la estación de verano, en la cuenca del río Tingo se manifiesta por presentar lluvias intensas con abundantes tempestades eléctricas y abundancia de nubosidades. En el periodo de los meses de mayo a noviembre, se manifiesta con exposición solar, poca nubosidad y temperaturas bajas por las noches.

f) Precipitación

(Nota Boletín 77, serie A carta Geológica Nacional INGEMMET)

“Las precipitaciones pluviales en la zona de estudio se presentan en los periodos de los meses de diciembre a abril, durante todo el año su presencia es variable, es originado por las masas de aire húmedo y alta nubosidad proveniente de la región amazónica, incidiendo mucho la evapotranspiración, la precipitación promedio anual en Ambo excede los 1000 mm, la máxima mensual es de 240 mm, y la mínima 130 mm”

g) Evaporación

(Nota Boletín 77, serie A carta Geológica Nacional INGEMMET)

“La mayor evapotranspiración se presentan durante los meses de octubre y abril; durante los meses de mayo a setiembre la evapotranspiración disminuye debido a la presencia de humedad de origen pluvial en esta época”.

h) Viento

(Nota propia de estudio, enero 2019) “La velocidad promedio del viento tiene variaciones que oscila entre 30 a 40 Km/h y sus direcciones más pronunciadas son de NO a SE”.

i) i. Geomorfología y Fisiografía

(Nota Boletín 77, serie A carta Geológica Nacional INGEMMET)

“La zona de estudio se encuentra ubicado al Norte de la ciudad de Cerro de Pasco, provincia de Pasco y región Pasco; en la parte Sur del cuadrángulo de Ambo, en las estribaciones de la Cordillera Oriental, dentro de la franja paleozoica del Grupo Mitu, a una altitud promedio de 3,450 msnm ubicándose entre la región quechua, a Puna, la topografía del área es moderada,

pronunciada y escarpada cuyas cotas sobrepasan los 4,430 msnm, conformando el relieve cordillerano típico de la Cordillera Oriental, presentan afloramientos rocosos, con topografía de colinas sub redondeadas. Las altiplanicies onduladas, con llanuras entre 50 y 65 % de pendientes, en el entorno y fuera del área de influencia directa del área de estudio, corresponden a las formaciones del río Huallaga y sus tributarios”.

j) Medio social, económico y cultural

Dentro del ambiente social, económico y cultural, el área de influencia directa es la población que vive en la localidad de Junipalca.

En cuanto a Educación, el área de estudio, existen los niveles de educación inicial, primaria y secundaria.

Con respecto al abastecimiento de agua potable, no cuentan con agua potable, solo cuentan agua almacenada en reservorios y llevados mediante tuberías para su consumo.

Los desechos sólidos son arrojados directamente al río Tingo.

k) Capacidad ocupacional empleo

En cuanto a la PEA por ramas de actividad, se puede determinar que el 95% de las personas se dedican a la agricultura y un 5% se dedican a trabajos familiares no remunerados.

l) Hidrografía

En el área de estudio existen varias Notas que son colectores del río Tingo, estando entre la principal el río Tingo que tiene sus nacientes en Cerro de Pasco; ubicado a 25 Km al Sur del centro poblado de Junipalca, cuya dirección es de NO-SE

m) Conificación sísmica

Dentro del territorio peruano se ha establecido la zonificación sísmica, las cuales definen las características de acuerdo a la mayor o menor ocurrencia de los sismos. Según el Mapa de Zonificación Sísmica propuesto por la Nueva Norma de Diseño Sismo resistente E – 030 del reglamento nacional de edificaciones.

(Sismit 2018) “El área de la investigación se encuentra ubicada en la zona 2 clasificada como zona de mediana sismicidad”.

(Sismit 2018) ·Según el análisis sismo tectónico, existen en el mundo dos zonas importantes de la actividad sísmica conocidas como el Circulo Alpino Himalaya y el Circulo Circumpacífico. En esta última, donde se localiza el Perú, han ocurrido el 80% de los eventos sísmicos en el mundo. Por lo tanto, nuestro país está comprendido entre una de las regiones de más alta actividad sísmica”.

n) m. Ancho promedio de la cuenca, índice de compacidad (coeficiente de gravelius>, factor forma V relación de elongación.

Con la información inicial obtenida en la delimitación de la cuenca, se obtuvo informaciones dimensionales característicos de la cuenca del río Tingo como el área, perímetro y longitud del cauce; con esta información, y el uso del programa Excel y la aplicación de las ecuaciones matemáticas se definieron las variables morfométricas de forma de la cuenca. El ancho medio de la cuenca se consiguió la Ecuación del Marco Teórico.

Para hallar el factor forma se utilizó el método de Horton, relación entre el área y la longitud de la cuenca al cuadrado del

área de estudio, dando una aproximación del comportamiento hidrológico de la cuenca ante precipitaciones.

La relación de elongación para la cuenca se halló mediante el índice propuesto por Shumm (1956).

➤ **Parámetros de relieve.**

El relieve está directamente relacionado e influencia en la esorrentía de la cuenca.

a. Curva hipsométrica.

El método involucra determinar el área definida entre curvas de nivel, dentro de los límites o divisorias de la Cuenca Hidrográfica del río Tingo. Las áreas se calcularon en el software AutoCAD Civil 3D, mediante un análisis de superficie de cuenca en relieve

b. Elevación media

Se determinó mediante el método área-elevación, con el promedio ponderado de las alturas que se encuentran dentro de la cuenca considerada. Los datos son los mismos usados para la ejecución de la curva hipsométrica.

c. Rectángulo equivalente

Con los parámetros dimensionales obtenidos mediante programas como el AutoCAD Civil 3D, como el área y perímetro, elaborando el uso de las ecuaciones del Marco Teórico, se realiza la transformación geométrica de la cuenca en un rectángulo equivalente.

d. Índice de pendiente

Representa la pendiente promedio de todas las áreas elementales de la cuenca. Se halló utilizando los datos obtenidos del rectángulo equivalente como el lado mayor.

e. Pendiente media de la cuenca

Parámetro relacionado con el comportamiento Hidráulico de drenaje de la cuenca, se resolvió mediante el método de análisis de superficies en el software AutoCAD Civil 3D, logrando pendientes en relación a superficies, a través una hoja de cálculo aplicando ponderación de áreas se determinó la pendiente media.

➤ **Parámetros** relativos a la red hidrográfica.

a. Numero de Orden de un cauce.

El grado de ramificación de la red de drenaje de la cuenca, se realizó mediante el software SIG ArcGis

10.8. Con las cartas nacionales que conforman la cuenca Junipalca; mediante la extensión Hydrology, Stream Order, se determina el Orden de los ríos.

El método ejecutado fue el de Strahler, donde el orden de la corriente se incrementa cuando se cruzan dos drenajes del mismo orden. Dos drenajes de diferentes órdenes no se traducirán en un aumento del orden de la siguiente corriente.

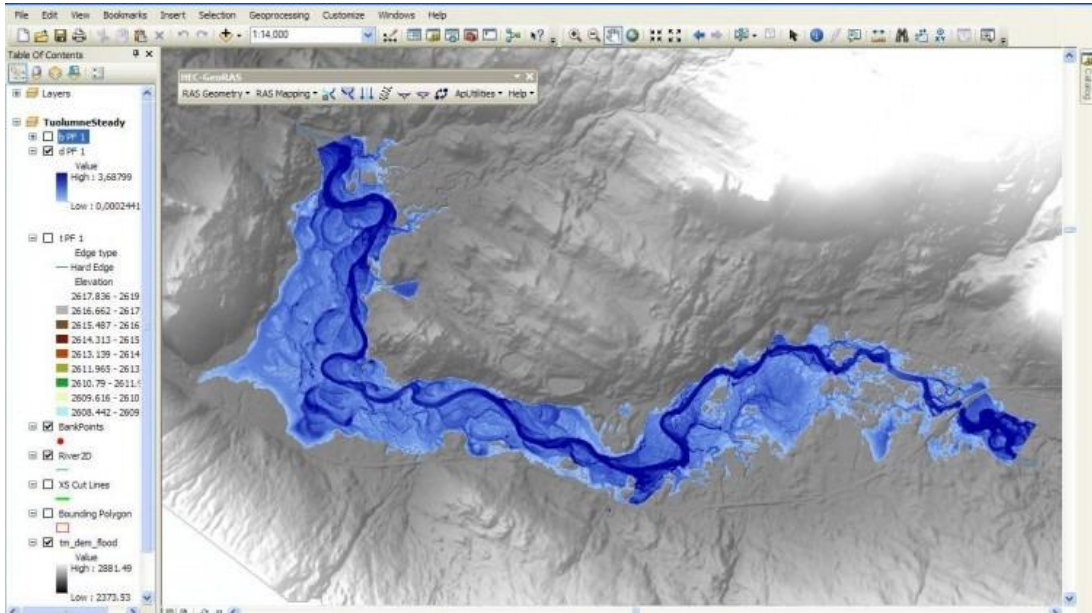
El orden de la corriente principal será un indicador de la magnitud de ramificación y extensión de la red de drenaje dentro de la cuenca.

b. Densidad de drenaje.

Índice que permite conocer sobre la complejidad y desarrollo del sistema de drenaje de la cuenca del río Tingo. La densidad de drenaje se determinó mediante la ecuación propuesta por Horton, los datos de la longitud de los cauces se obtuvieron mediante el software SIG ArcGis 10.8. Se tomaron en cuenta todos los cauces, toda vez que en momentos de intensas lluvias todos funcionan recolectando y transportando agua.

Figura 16

Software ARCGIS, procesamiento de orden de los cauces de la cuenca



Nota: Propio.

4.1.3. Análisis pluviométrico.

En el área de estudio no existe estaciones hidrométricas, por lo que se recurre al método precipitación - escorrentía, para determinar los caudales máximos en determinado período de retorno, datos que permiten identificar las zonas de alto riesgo a inundaciones.

Se utilizó los datos de registros históricos de precipitación máxima en 24 horas en periodo del 2001 al 2021. En el modelo matemático precipitación-escorrentía, es necesario cuantificar la incidencia simultánea de la precipitación sobre la cuenca.

En la cuenca del río Tingo se cuenta aproximada con estaciones pluviométricas que son operadas por el SENAMHI (Chaupimarca – Cerro de

Pasco), para este estudio se recabo información pluviométrica mensuales y registros históricos.

Las estaciones son del tipo climatológicas ordinarias y pluviométricas, ubicadas cerca y aledañas al área de investigación, a partir de la cual se cuantifico la precipitación pluvial en forma directa.

➤ **Análisis de consistencia.**

Para iniciar el Modelamiento Hidrológico se efectuó un análisis de consistencia de los registros históricos de precipitaciones de las estaciones mencionadas, con el fin de verificar los datos que sean homogénea, consistente, confiable y de calidad.

El Análisis de Consistencia se determinó mediante métodos gráficos visuales, curva doble masa y análisis de saltos, con el propósito de determinar si los datos son confiables y estimar el caudal próximo a la realidad.

Para la culminación de la curva doble masa, previamente se completó los datos faltantes a través del método de razones promedio, agrupando estaciones con similares condiciones topográficas y climatológicas. Se usó este método solo para completar los datos faltantes de las precipitaciones mensuales de cada estación para elaborar la curva doble masa.

4.1.4. Análisis de frecuencia.

La data de registros históricos de precipitación, se analizó con el objetivo de relacionar la magnitud de los eventos extremos con frecuencia de ocurrencia, mediante distribuciones de probabilidad.

Al iniciar el análisis de frecuencia de la data de precipitación, se estudió las precipitaciones máximas diarias anuales. Considerando los registros

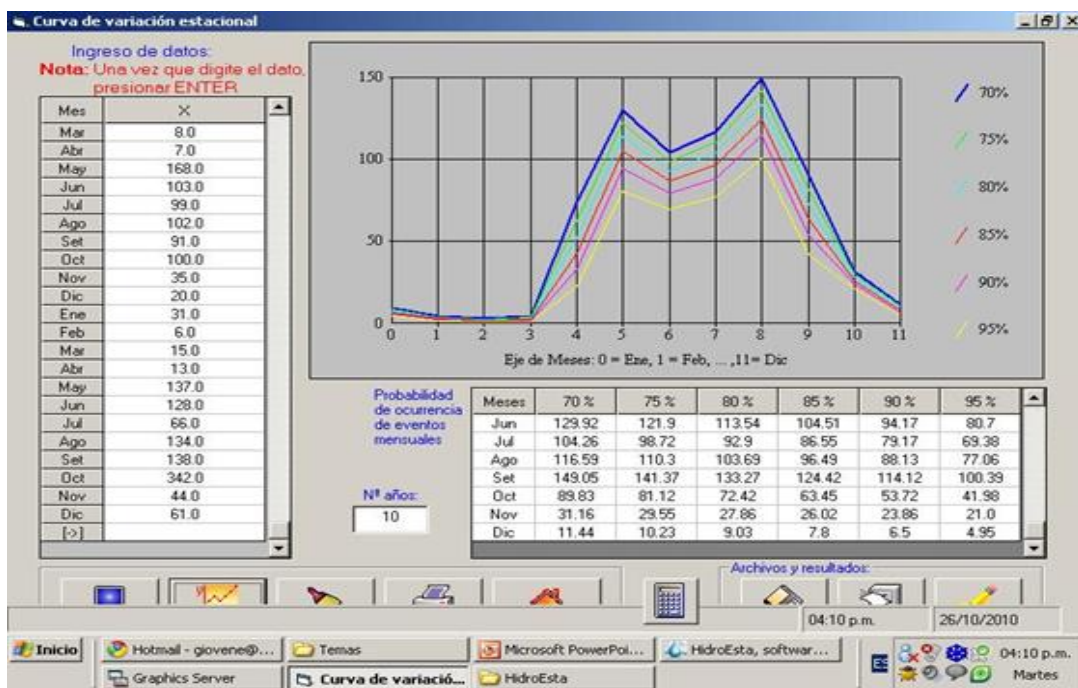
históricos de períodos cortos, a través del método de razones promedio, este método es recomendable para completar datos diarios.

Software Hidroe Esta (2018) “determinó el análisis de probabilidad, mediante las funciones de distribución mencionadas en el párrafo anterior, evaluó si una serie de datos se ajustan a una serie de distribución, para un nivel de significancia del 0.05 (5%) o una probabilidad del 95%, tanto con momentos ordinarios, como con momentos lineales, el ajuste lo efectuó mediante el método de Kolmogorov-Smirnov”.

Software HidroEsta (2018) “Para cada serie de distribución, se determinó el máximo tiempo entre la función de distribución de probabilidad observada $FO(X_m)$ y la función de probabilidad estimada $F(X_m)$, considerando como distribución con mejor ajuste, la que presenta un menor valor de I). Con la distribución de mejor ajuste se determinó la precipitación de diseño para los períodos de retorno de 10, 20, 50 y 100 años”.

Figura 17

Software Hidro esta, Análisis de distribuciones, y precipitación



Nota: Propio

4.1.5. Precipitación media de la cuenca.

Modelo precipitación-escorrentía (2018) “Para el, es necesario conocer la precipitación de diseño, precipitación media a real de toda la cuenca, para un cierto período de retorno, y no en puntos determinados, que es la información que nos proporcionan los pluviómetros en las estaciones meteorológicas”.

Modelo precipitación-escorrentía (2018) “Para determinar la precipitación a real existen numerosos métodos, el método que se utilizó en este estudio fue el de las isoyetas mediante el ArcGis 10.3.1; utilizando un proceso de interpolación, obteniendo valores de precipitación en las zonas que no disponen de información pluviométrica” (p. 63).

4.1.6. Tormenta de diseño.

Chow (1994) “En todo estudio hidrológico de una cuenca, con el fin de analizar, diseñar estructuras hidráulicas, defensas ribereñas, etc., es primordial determinar el evento o eventos de lluvia que deben usarse. Cuando se utilizan modelos precipitación-escorrentía como los hidrogramas unitarios o el método racional; la forma más común de hacerlo es utilizar una tormenta de diseño o un evento que involucre una relación entre la intensidad de lluvia, la duración y las frecuencias o períodos de retorno. Esta relación se denomina curvas IDF, que son determinadas para cada sitio en particular” (p. 63).

Chow (1994) “Para determinar las Curvas IDF, ante la falta de datos de pluviográficos, se ha hecho uso de la información pluviométrica máxima en 24 horas, obtenida para diferentes períodos de retorno” (p. 63).

Chow (1994) “La Intensidad máxima probable para duraciones de menos de una hora, se obtuvo utilizando las ecuaciones de lluvias intensas generalizadas propuestas” por Bell (1969), esta ecuación permitió determinar lluvias en t tiempos de duración de 5, 10, 15, 20, 30, 60 y 120 min a partir de datos de precipitación máxima en 24 h”.

Bell (1969), “Diversos estudios realizados por dan cuenta que existe una relación entre la lluvia caída en 60 minutos para un período de retorno de 10 años y la lluvia con duración de t min para diversos períodos de retorno, encontrando que esta relación se mantiene constante para diversos lugares. En base a esta relación se aplicó la ecuación (35), con el objetivo de determinar las precipitaciones e intensidades máximas para duraciones de 5, 10, 15, 20, 30, 60 y 120 minutos, a partir de las precipitaciones máximas en 24 horas” (p. 63).

Bell (1969), “La altura de precipitación para 1 hora y tiempo de retorno de 10 años, es esencial para utilizar la relación de Bell, esta se determinó mediante los métodos de Vaneer Tueros, Grunzky, el coeficiente utilizado en Chile, el coeficiente propuesto por Campos, Dick Peschke, coeficientes propuestos por el MTC y método de Bell; para el método de Bell se utilizaron los coeficientes. Los resultados obtenidos fueron diferentes valores para cada método. Como valor de precipitación para 1 hora, se optó por utilizar el promedio de los datos obtenidos” (p. 63).

Tabla 10
precipitaciones para duración de 1 hora y período de retorno de 10 años.

Metodos	Yance Tueros	Grunzky	Cof. de Chile	Dick Perchke	Cof. MTC	Cof. Campos	Bell
Pmax 1h	17.99	13.41	16.26	29.68	16.42	19.71	23.16
Prom.	19.52						

Nota. Propio

Bell (1969), “Con la precipitación máxima, para duración de 1 hora y período de retorno de 10 años, se procedió a aplicar el método de Bell, determinando las alturas de precipitación para tiempos t de duraciones de 5, 10, 15, 20, 30, 60 y 120 minutos. Con esta data se obtuvieron las intensidades máximas para cada período de retorno, y para cada duración correspondiente” (p.82).

Bell (1969), "Con el fin de obtener una correlación óptima al aplicar el análisis estadístico, y obtener la ecuación matemática de Intensidades para la cuenca Rio Tingo, se realizó el cálculo de las precipitaciones máximas en 24 horas, mediante el análisis de frecuencia y la precipitación real mediante el método de Isoyetas para los períodos de retorno de 10, 20, 50, y 100 años" (p. 82).

4.1.7. Periodo de retorno.

El análisis identifica y cuantificar las zonas de riesgo a inundación por avenidas del rio Tingo, esto es equivalente al diseño de defensas ribereñas, determinando esta equivalencia, se determinó el período de retorno de análisis según los parámetros especificados que indica el Manual De Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC (2011).

Manual De Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC (2011). "Se eligen los parámetros para determinan el período de retorno de diseño.

n: 40 (defensas ribereñas)

R: 0.25 (Defensas ribereñas)

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n = 139.54 \text{ años}$$

Manual De Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC (2011). "A partir del período de retorno calculado, se optó asumir para el análisis de inundabilidad en esta zona, un período de retorno de 100 años, por seguridad y presencia de edificaciones cerca de la ribera del río, que están en riesgo de inundación, por ende, colapso de estas edificaciones construidas precariamente con material de adobe sin ningún criterio técnico".

4.1.8. Modelamiento hidráulico Hec-Ras

Hydrologic Engineering Center River Analysis System (HEC•RAS) "El modelo hidráulico aplicado para determinar el perfil de inundación, es el modelo

nos permitió delinear las planicies de inundación, calcular el nivel del agua en cada sección transversal en el tramo de estudio. Para ello fue necesario conocer los parámetros de entrada al modelo, no sólo el caudal pico generado para un determinado período de retorno, sino también las condiciones de frontera (pendientes del cauce, aguas arriba y aguas abajo), y los valores de los coeficientes de rugosidad de Manning estimados en el cauce y márgenes del río”.

Chow et al., (1994); Fattorelli y Fernández, (2011) “En este estudio se efectuó un modelamiento hidráulico. El movimiento del agua en repercusión en el cálculo de la rugosidad, el HEC-RAS trata de diferente forma al cauce principal que las llanuras de inundación” (p. 83).

HEC-GEORAS (2018) “El siguiente paso fue crear los “Flowpaths”, indican las zonas por donde proveemos el alcance de la inundación. Los "Flowpaths" son utilizados por HEC-GeoRAS para determinar las distancias entre secciones tanto en el cauce principal como en las llanuras de inundaciones” (p. 84).

Figura 18

Modelo digital del terreno en formato vectorial TIN, CP. Junipalca



Nota. Propio

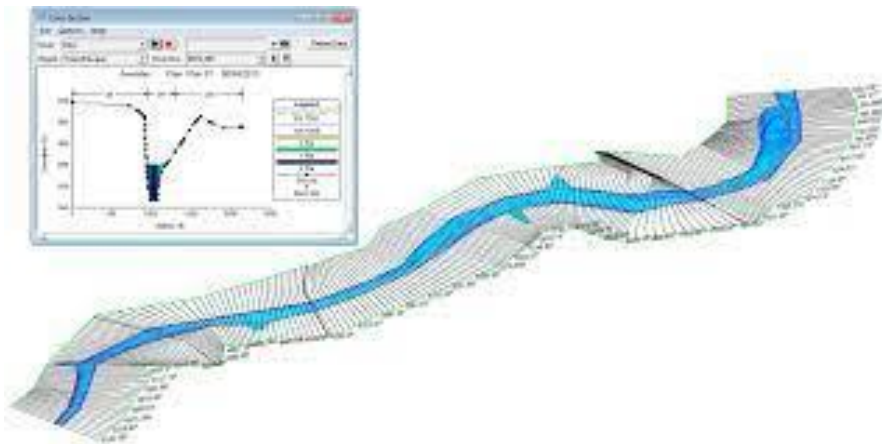
HEC-GEORAS (2018) “Definido los contornos del cauce principal y llanuras de inundación, con la extensión HEC GEORAS se creó las secciones transversales que abarcan el cauce y las llanuras de inundación, elementos fundamentales para trabajar en el HEC-RAS. Estas líneas de corte nos permitieron extraer datos de elevación, crear un perfil del suelo a partir del cauce del flujo, introducir los diferentes valores del coeficiente de Manning en las diferentes áreas del cauce” (p. 24).

HEC-GEORAS (2018) “Las secciones transversales del río, se crearon a distancias de 8.00 metros, con el objetivo de obtener un mejor detalle el cauce y lograr la estabilidad del modelo hidráulico. Se tuvo en cuenta que ninguna de las secciones se traslape entre sí, con el fin de evitar contrapendientes entre secciones. Las secciones se digitalizaron perpendicularmente a la dirección del flujo, se consideró una longitud que abarca la extensión de la posible llanura de inundación, con el fin de obtener un mapa detallado de inundaciones; cada perfil se digitalizó de izquierda a derecha, mirando siempre hacia aguas abajo del río. Los puentes existentes en el estudio son simplemente apoyados, sin apoyos en el centro del cauce que produzcan algún obstáculo, estas secciones se modelaron como secciones normales del cauce del río” (p. 23).

HEC-GEORAS (2018) “Con la información digitalizada, se procede a extraer la información topográfica de las secciones y los bancos, exportarla en un archivo compatible al HEC-RAS. Para importar la información al HEC-RAS, se realizó desde la pestaña Edit/Enter Geometric Data". Se realiza la configuración de unidades utilizadas, en este caso se usó el sistema internacional (SI)” (p. 24).

Figura 19

Elaboración de secciones transversales en el modelo HEC-GEORAS



Nota. Propio

Importada la información Geométrica, se verificó que las secciones generadas desde el DEM sean secciones reales.

Cross Section X-Y Coordinates:

“Esta opción contiene las cotas y distancias que definen cada punto del fondo de la sección transversal. Se tuvo cuidado que la sección se inicie siempre de izquierda a derecha y la distancia acumulada sea en este sentido”.

Downstream Reach Lengths:

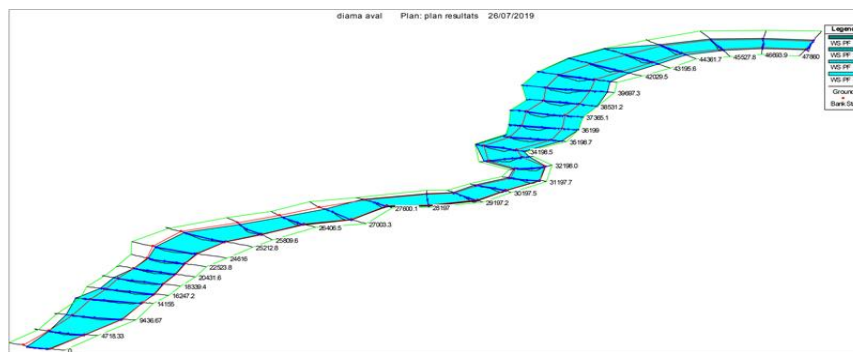
HEC-EC-GEORAS (2018) “Se verificarón las distancias que existen entre cada sección o perfil. (LOB, Channel, ROB), correspondientes a la parte izquierda y derecha de la zona de inundación y el cauce. Se tuvo en cuenta que ningún valor excepto la sección inicial tenga una longitud de 0.00 m”.

Cont\Exp Coefficients:

HEC-GEORAS (2018) “Coeficientes de expansión y contracción, las secciones presentan una transición gradual, correspondiendo valores de 0.1 y 0.3 Respectivamente”

Figura 20

HEC-GEORAS. Geometría del río Tingopa/ca, HEC-RAS.



Nota. Propio

➤ Coeficiente de manning o características del terreno.

HEC-GEORAS (2018) “Para determinar el coeficiente de rugosidad de las llanuras de inundación, fue necesario realizar una inspección de campo, así como la cobertura vegetal existente en las márgenes de inundación y cauce principal en el tramo analizado. Haciendo uso de propuesta por Chow, para diversas planicies de inundación, se determinó su respectivo coeficiente para ambas márgenes del río por tramos, según las condiciones físicas presentes”.

Figura 21

HEC-GEORAS. Geometría del río Tingopa/ca, HEC-RAS.

River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3
1 895.8142	n	0.06	0.038	0.035
2 890.3618	n	0.06	0.038	0.035
3 885.3854	n	0.06	0.038	0.035
4 880.1508	n	0.06	0.038	0.035
5 874.676	n	0.06	0.038	0.035
6 869.4703	n	0.06	0.038	0.035
7 864.6147	n	0.06	0.038	0.035
8 859.6243	n	0.06	0.038	0.035
9 855.4285	n	0.06	0.038	0.035
10 849.9901	n	0.06	0.038	0.035
11 845.1954	n	0.06	0.038	0.035
12 839.6598	n	0.06	0.038	0.035
13 834.8586	n	0.06	0.038	0.035
14 829.9952	n	0.06	0.038	0.035
15 824.8088	n	0.06	0.038	0.035
16 819.5754	n	0.06	0.038	0.035
17 814.9891	n	0.06	0.038	0.035
18 809.5023	n	0.06	0.038	0.035
19 804.6349	n	0.06	0.038	0.035
20 799.9121	n	0.06	0.038	0.035
21 794.7071	n	0.06	0.038	0.035
22 790.1756	n	0.06	0.038	0.035
23 785.1415	n	0.06	0.038	0.035
24 779.9013	n	0.06	0.038	0.035
25 775.0888	n	0.06	0.038	0.035
26 769.0632	n	0.06	0.038	0.035
27 764.3708	n	0.06	0.038	0.035
28 759.5984	n	0.06	0.038	0.035
29 754.5932	n	0.06	0.038	0.035
30 749.8073	n	0.06	0.038	0.035
31 744.9348	n	0.06	0.038	0.035
32 740.3508	n	0.06	0.038	0.035
33 735.0256	n	0.06	0.038	0.035
34 729.7823	n	0.06	0.038	0.035
35 725.2995	n	0.06	0.038	0.035
36 719.6745	n	0.06	0.038	0.035
37 715.1015	n	0.06	0.038	0.035
38 710.0317	n	0.06	0.038	0.035

Nota: Propio

HEC-GEORAS (2018) “En lo que respecta al cauce principal, el coeficiente de Manning se determinó mediante la ecuación propuesta por Cowan, la cual se basa en el reconocimiento de varios factores primarios que afectan el coeficiente de rugosidad, haciendo uso de la propuesta por Chow, se determinó dicho coeficiente para cada tramo respectivo del cauce con similares condiciones físicas” (p. 83).

➤ **Datos de flujo para modelo no permanente.**

HEC-GEORAS (2018) “Para efectuar la simulación de inundación en el tramo para los caudales definidos, fue esencial ingresar las condiciones de contorno, tanto en la sección más alta aguas arriba como en la sección última aguas abajo. Estas condiciones, se refieren principalmente a las condiciones de flujo a lo largo del tramo de análisis y las pendientes existentes en el cauce del río para ambas ubicaciones, la condición del flujo establecido es de tipo mixto (flujo subcrítico y supercrítico)”.

HEC-GEORAS (2018) “En el análisis del flujo no permanente, la condición de contorno en la sección aguas arriba se asumió el Hidrograma de Crecidas. Esta condición de contorno fue seleccionada ya que forma parte del proceso hidrológico previamente desarrollado. Mediante esto se logró relacionar el proceso hidrológico (hidrograma de crecidas) con el proceso hidráulico (simulación de crecidas - mapa de inundaciones)” (p. 83).

HEC-GEORAS (2018) “Otra condición de contorno seleccionada para la sección aguas abajo y aguas arriba fue la pendiente del tramo adyacente a las secciones, esta condición de contorno”

➤ **Simulación del modelo.**

HEC-GEORAS (2018) “Para realizar la simulación, se debe contar como mínimo con un modelo de geometría y uno de condiciones de contorno. Después de seleccionar los datos a correr se debe seleccionar el tiempo de simulación y el intervalo de tiempo de los datos de entrada y salida” (p. 84).

HEC-GEORAS (2018) “En el análisis de flujo no permanente, se estableció las condiciones especificadas para la simulación del flujo

variado. Para este modelamiento se ingresó el inicio y el final del tiempo de simulación, se estableció las condiciones de simulación que integra el intervalo de cálculo, intervalo del hidrograma de salida y el intervalo instantáneo del perfil, se tuvo en consideración que el intervalo que se ingresó fue menor o igual al intervalo de simulación” (p. 85).

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Estudio hidrológico

- **Parámetros de forma de la cuenca.**

Tabla 11

Resultado de Parámetro de Forma de la Cuenca

RESULTADOS DE PARAMETRO DE FORMA DE LA CUENCA	
Tamaño de la Cuenca	306.6 km2
Perimetro (P)	205.2
Longitud de Rio (L)	37.1
Ancho promedio (Ap)	4.5
Indice de compacidad (coeficiente de Gravelius)	1.85
Factor forma	0.16
Relacion de Elongacion (Re)	0.45

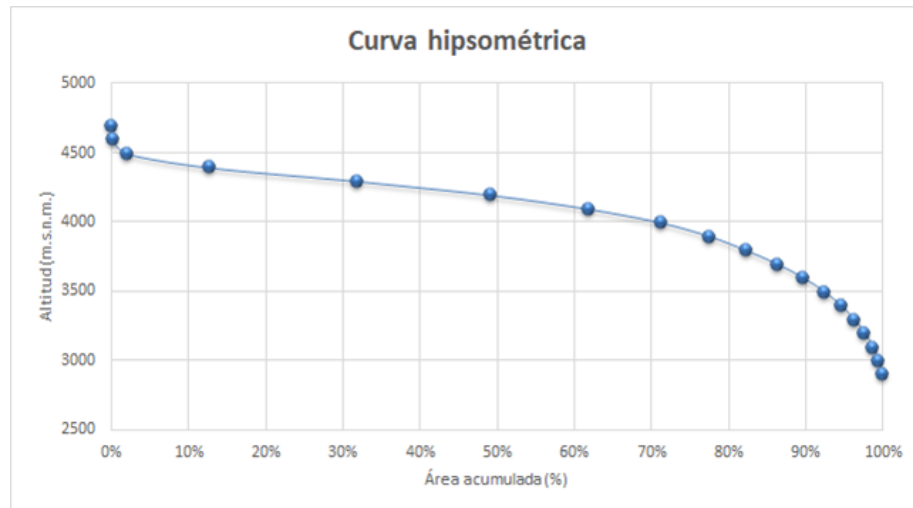
Nota. Elaboración propia

➤ **Parámetros de relieve.**

Curva Hipsométrica

Figura 22

Curva Hipsométrica de la Cuenca Rio Tingo



Nota: Elaboración Propia.

De la curva hipsométrica de la cuenca del río Tingo se infirió que data de una cuenca en edad intermedia entre la fase de equilibrio morfológico o de madurez.

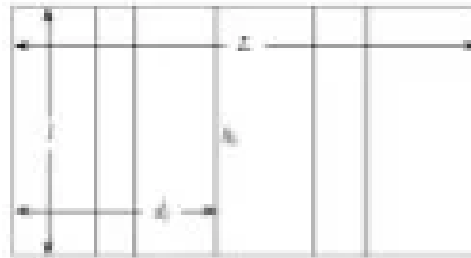
Elevación Media

La altura media que se encuentra la cuenca es de 3617 msnm, esta altitud nos indica que la flora y fauna predominante en la cuenca.

RECTANGULO EQUIVALENTE

Figura 23

Rectángulo Equivalente de la Cuenca Junipalca



Ejemplo del rectángulo equivalente

Memento de cálculo

$$L = \frac{(1.46)\sqrt{33.78}}{1.12} \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{1.46} \right)^2} \right] = 12.43 \text{ km}$$

$$l = \frac{(1.46)\sqrt{33.78}}{1.12} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{1.46} \right)^2} \right] = 2.72 \text{ km}$$

$$d_{\text{cum. ca}} = \frac{A_{\text{cum. ca}}}{l} = \frac{0.004}{2.72} = 0.00146 \text{ km}$$

$$d_{\text{cum. ca}} = \frac{A_{\text{cum. ca}}}{l} = \frac{0.034}{2.72} = 0.125 \text{ km}$$

Cotas	cota media	Área (A) (Km ²)	Lado (d) (km)	Lado (d) (km) acumulado	Ancho (Km)
800-700	750	0.004	0.00	0.00	2.72
700-600	650	0.934	0.34	0.35	2.72
600-500	550	5.19	1.91	2.25	2.72
500-400	450	7.633	2.81	5.06	2.72
400-300	350	5.638	2.07	7.14	2.72
300-200	250	6.077	2.24	9.37	2.72
200-100	150	5.685	2.09	11.46	2.72
100-0	50	2.62	0.96	12.43	2.72
		33.78	12.43		

Nota: Elaboración Propia.

➤ **Parámetros relativos a la red hidrográfica.**

Numero de orden de un cauce

La cuenca del río Tingo, ubicada en un orden de corriente de grado 7, considerada un orden alto, según Notas (2004). Indicando una mayor energía y mayor control estructural, en general mayor erosión.

4.2.2. Estaciones Pluviométricos

Tabla 12

Registro Pluviométrico Mensual de la Estación Chaupimarca - Pasco (mm)

REGISTRO PLUVIOMETRICO MENSUAL DE LA ESTACIÓN CHAUPIMARCA (mm)													
ESTACION	: CHAUPIMARCA						TINGOPALCA	LONG.	: 75°43'	"W"		DPTO.	:PASCO
PARAMETRO	: PRECIPITACION MENSUAL (mm)							LAT.	: 10°46'	"S"		PROV.	:PASCO
								ALT.	:2650	m snm		DIST.	:PASCO
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1961	262.1	267.4	290.5	216.4	157	127.9	83.9	55.6	43.4	130.8	243	255.7	
1962	317	326.8	337	246.2	170.6	150	120.2	90.5	114	157.1	185.6	233.2	
1963	258	272.5	298	247.8	151	126.2	96.9	62	79.6	135	276.9	257.4	
1964	260.5	201.4	221.8	237.3	119.7	39.5	116	69.4	226.1	227.4	96.6	136.8	
1965	158.8	277.4	224.7	229.4	55.5	66	19.4	105.8	282.7	132.6	191.7	247.5	
1966	258.8	130.2	167	130.1	113.9	20.7	26.8	32.1	121.7	288.7	173.4	232.3	
1967	305.3	376.8	498.1	65.2	72.7	15.7	39.5	73.4	157.3	313.4	146.6	218.4	
1968	245.9	214	201.9	230.8	104.1	73.8	57.9	120.5	190.5	412.4	341.5	218.1	
1969	168.1	263.8	290.6	168.9	79.2	89.9	45.1	63	57.4	148.4	90.4	146.2	
1970	758.4	222.8	315.5	112.3	48.2	23.1	56.1	49.5	70.9	99.5	142.5	156.5	
1971	245.1	650.4	593.2	326.1	111.3	22.3	34.3	102.4	18.7	133.2	226.3	221.5	
1972	375.8	298	351.1	209.8	79.8	15.9	121.4	251.2	91.9	157.6	174	194.5	
1973	432.9	574.8	324.8	234	122.5	32	25.6	58.9	56	121.3	228.2	348.6	
1974	597.6	435.5	387.6	131.2	14.4	10.4	15.1	425.4	212.7	251.2	98.8	217.5	
1975	361.9	370.05	394	122.7	110.5	105.7	2.3	40.4	143.9	163.9	211.9	329.5	
1976	370.6	379.5	418.2	161.5	168.5	78.9	62.3	103.5	501.4	75.1	94.1	92.7	
1977	146.5	384.5	458.8	88	108	23.1	21.3	35.6	52.7	225.9	329.6	399.9	
1978	446.5	284	256.3	329.2	210.1	16.1	0.7	65.4	203.6	187.3	210.3	262.5	
1979	343.8	304.6	184.6	43.8	21.7	0.3	69.1	9.5	26.3	50.1	87.8	174.6	
1980	446.5	357.6	333.7	97.4	72.3	9.4	30.2	88.9	235.2	334.5	395.1	288.4	
1981	393.1	505.3	406	307.7	68.7	57.1	56.6	294.6	194.5	354.1	325.6	445.6	
1982	549.5	470.6	307.5	212.7	87.9	66	66.7	80.9	109.2	405.2	250.3	248.6	
PROMEDIOS	349.3	344.2	330.04	188.57	102.16	53.18	53.15	103.57	144.97	204.76	205.46	242.09	
Desv. Stand.	144.04	125	105.3	82.2	49.1	44.2	36.5	97.5	109.8	105.4	89.1	83.8	
Prec. Máxima	758.4	650.4	593.2	329.2	210.1	150	121.4	425.4	501.4	412.4	395.1	445.6	
Prec. Mínima	146.5	130.2	167	43.8	14.4	0.3	0.7	9.5	18.7	50.1	87.8	92.7	

Nota: Proyecto MDSFY-JO

4.2.3. Intensidad y precipitación máxima

Se estudio, la fórmula (8), se simulo una lluvia con una duración de tres (03) horas. Del mapa de subdivisión en zonas y subzonas pluviométricas del territorio peruano (Plano 7.a) determinado en el Convenio de Cooperación Técnica IILA-UNI-SENAMHI que se anexa en la investigación, determinando el área de estudio ubicada en la subzona pluviométrica 123a, cuyos valores son;

- $a = 14.0$
- $K = 0.553$
- $n = 0.232$
- $b = 0.2$ horas (para Sierra)

Tabla 13

Cálculo de Intensidades

CALCULO DE INTENSIDADES					
Tr = 20 años		Tr = 50 años		Tr = 100 años	
D (min)	i _{max}	D (min)	i _{max}	D (min)	i _{max}
10	44.0117	10	49.644	10	53.905
20	36.3787	20	41.035	20	44.556
30	31.002	30	34.97	30	37.971
40	27.0099	40	30.467	40	33.082
50	23.9287	50	26.991	50	29.308
60	21.4785	60	24.227	60	26.307
70	19.4834	70	21.977	70	23.863
80	17.8275	80	20.109	80	21.835
90	16.431	90	18.534	90	20.125
100	15.2374	100	17.188	100	18.663
110	14.2055	110	16.024	110	17.399
120	13.3045	120	15.007	120	16.295
130	12.5109	130	14.112	130	15.323
140	11.8067	140	13.318	140	14.461
150	11.1776	150	12.608	150	13.69
160	10.6121	160	11.97	160	12.998
170	10.101	170	11.394	170	12.372
180	9.637	180	10.87	180	11.803

Nota. Elaboración Propia.

Reemplazando los datos anteriores en la ecuación (8), para periodos de retorno de 20, 50 y 100 años, se calcula las intensidades de intervalos de tiempo con incrementos de 10 minutos hasta una duración de 180 minutos (03 horas) de lluvia, cuyos resultados se muestra en la tabla 14.

4.2.4. Hietograma

Tabla 14

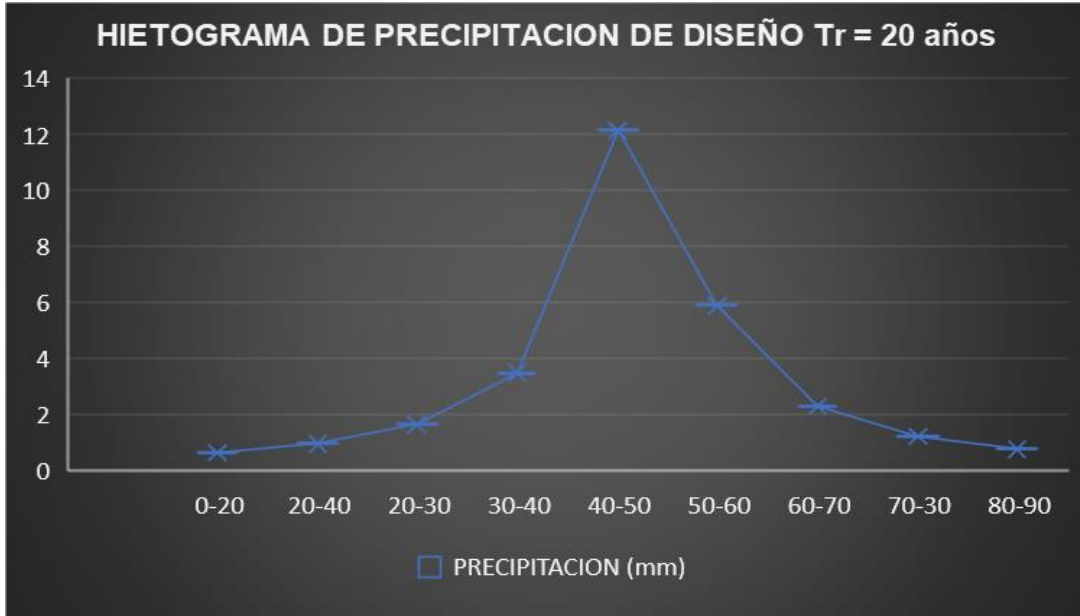
Hietograma de Precipitación de diseño para una tormenta con tiempo de retorno 20 años y 180 minutos (3 horas)

HIETOGRAMA DE PRECIPITACION DE DISEÑO PARA UNA TORMENTA CON TIEMPO DE RETORNO 20 AÑOS Y 180MINUTOS (3 HORAS)					
POR EL METODO DE BLOQUES ALTERNANTES					
DURACION (min)	INTENSIDAD (mm/hr)	PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	PROFUNDIDAD INCREMENTAL (mm)	TIEMPO (min)	PRECIPITACION (mm)
20	36.38	12.126	12.13	0-20	0.61
40	27.01	18.007	5.88	20-40	0.94
60	21.48	21.478	3.47	20-30	1.63
80	17.83	23.77	2.29	30-40	3.47
100	15.24	25.396	1.63	40-50	12.13
120	13.30	26.609	1.21	50-60	5.88
140	11.81	27.549	0.94	60-70	2.29
160	10.61	28.299	0.75	70-30	1.21
180	9.64	28.911	0.61	80-90	0.75

Nota. Elaboración propia

Figura 24

Hietograma de Precipitación de diseño para una tormenta con tiempo de retorno



Nota. Elaboración propia

Tabla 15

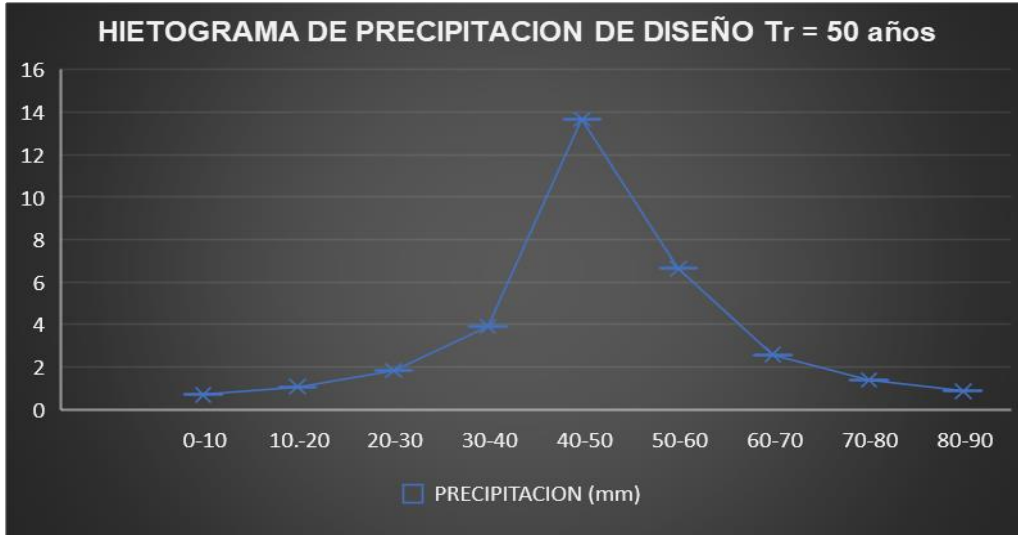
Hietograma de Precipitación de diseño para una tormenta con tiempo de retorno 50 años y 3 horas

HIETOGRAMA DE PRECIPITACION DE DISEÑO PARA UNA TORMENTA CON TIEMPO DE RETORNO 50 AÑOS Y 180 MINUTOS (3 HORAS)					
POR EL METODO DE BLOQUES ALTERNANTES					
DURACION (min)	INTENSIDAD (mm/hr)	PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	PROFUNDIDAD INCREMENTAL (mm)	TIEMPO (min)	PRECIPITACION (mm)
20	41.03	13.678	13.68	0-10	0.69
40	30.47	20.311	6.63	10.-20	1.06
60	24.23	24.227	3.92	20-30	1.83
80	20.11	26.812	2.53	30-40	3.92
100	17.19	28.646	1.83	40-50	13.68
120	15. 01	30.014	1.37	50-60	6.63
140	13.32	31.075	1.06	60-70	2.58
160	11. 97	31 .921	0.85	70-80	1.37
180	10.87	32.611	0.69	80-90	0.85

Nota. Elaboración propia

Figura 25

Hietograma de Precipitación de diseño para una tormenta con tiempo de retorno 50 años y 180 minutos (3 horas)



Nota: Elaboración Propia.

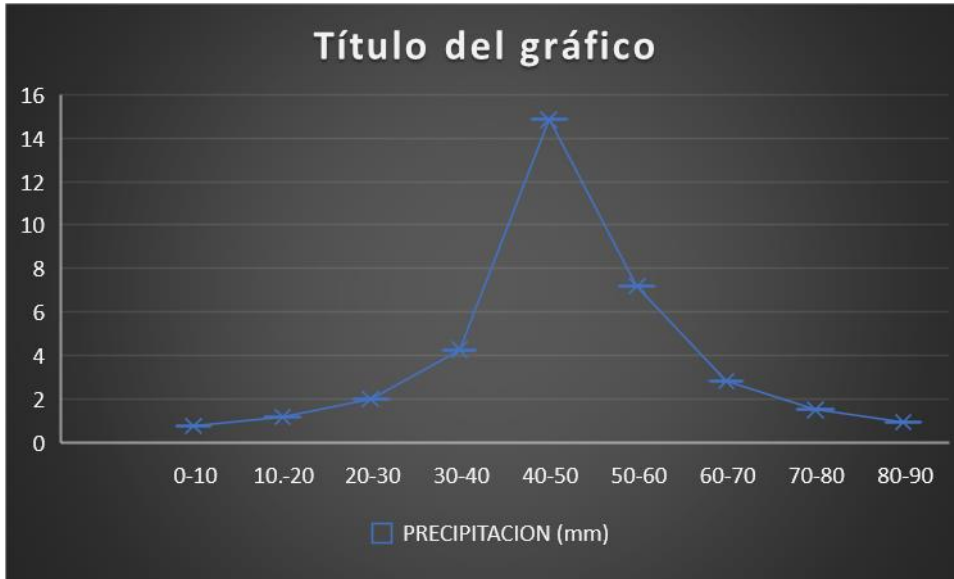
Tabla 16

Hietograma de Precipitación de diseño para una tormenta con tiempo de retorno 100 años y 3 horas

HIETOGRAMA DE PRECIPITACION DE DISEÑO PARA UNA TORMENTA CON TIEMPO DE RETORNO 100 AÑOS Y 180 MINUTOS (3 HORAS)					
POR EL METODO DE BLOQUES ALTERNANTES					
DURACION (min)	INTENSIDAD (mm/hr)	PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	PROFUNDIDAD INCREMENTAL (mm)	TIEMPO (min)	PRECIPITACION (mm)
20	44.56	14.852	14.85	0-10	0.75
40	33.08	22.054	7.2	10-20	1.15
60	26.31	26.307	4.25	20-30	1.99
80	21.84	29.113	2.81	30-40	4.25
100	18.66	31.105	1.99	40-50	14.85
120	16.3	32.591	1.49	50-60	7.2
140	14.46	33.742	1.15	60-70	2.81
160	13	34.66	0.92	70-80	1.49
180	11.8	35.41	0.75	80-90	0.92

Figura 26

Hietograma de Precipitación de diseño para una tormenta con



tiempo de retorno

Nota: Elaboración Propia.

De los Hietogramas de Precipitación de Diseño, estudiados la máxima Precipitación acumulada para una tormenta de 24 horas continuas y tiempos de retorno de 20, 50 y 100 años, se determinan los resultados en el cuadro N° 7.4.5.5.

Tabla 17

Precipitación máxima acumulada para una tormenta de 03 horas de duración y diferentes tiempos de retorno

Precipitación máxima en mm.		
Tr =20 años	Tr =50 años	Tr =100 años
28.91	32.61	35.41

Nota: Elaboración Propia.

Se halló los cálculos de Caudal de diseño, utilizando los datos de precipitación máxima calculada a través de la fórmula regional modificada, “Convenio de Cooperación Técnica para el Estudio de la Hidrología del Perú IILA-UNI-SENAMHI (1983)”, cuyos resultados se detallan en el Tabla 18.

4.2.5. Modelamiento hidráulico Hec-Ras

Coeficiente de Manning

Los datos de los coeficientes de rugosidad “n” de Manning se recopiló según las condiciones físicas del cauce y márgenes, después de la visita de campo y recorrer la zona puntual de estudio. Usando las tablas propuestas por Chow se halla coeficientes de Manning para cada margen.

Tabla 18

Coeficiente de Manning de Planicie de inundación margen Izquierda

PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN	COEFICIENTE
0+700 - 1+100	Planicie de inundaciones, presencia de árboles de altura media, con crecimiento de brotes, arbustos tanto en verano como en invierno.	0.06
0+700 - 0+600	Presencia de árboles de gran tamaño, sin presencia brotes, tierra clara.	0.04
0+600 - 0+300	Planicies de inundación con presencia de calles de tierra, con escasa vegetación.	0.033
0+300 - 0+000	Planicies de inundación con árboles de tamaño medio con tierra clara sin brotes.	0.04

Nota: Elaboración Propio.

Tabla 19

Coefficiente de Manning de Planicie de inundación margen Derecha

PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN	COEFICIENTE
0+700 -1+100	Planicie de inundaciones, presencia de árboles de altura media, con crecimiento de brotes, arbustos tanto en verano como en invierno.	0.035
0+700 - 0+600	Presencia de árboles de gran tamaño, sin presencia brotes, tierra clara.	0.05
0+600 - 0+300	Planicies de inundación con presencia de calles de tierra, con escasa vegetación.	0.033
0+300 - 0+000	Planicies de inundación con árboles de tamaño medio con tierra clara sin brotes.	0.06

El coeficiente de Manning de cauce principal se halló mediante la verificación visual de las características físicas a orillas del río Tingo, a través de la metodología de Cowan, determinando los coeficientes para cada tramo.

Tabla 20**Coeficiente de Manning para el cauce principal del río Tingo**

PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN	VALOR COEFICIENTE	COEFICIENTE
0+700-1+100	Material involucrado	0.028	0.035
	Grado de irregularidad	0.005	
	Variaciones de la sección transversal	0.000	
	Efecto relativo de las obstrucciones	0.000	
	Vegetación	0.005	
	Grado de los efectos por meandros	1.000	
0+700-0+600	Material involucrado	0.028	0.050
	Grado de irregularidad	0.010	
	Variaciones de la sección transversal	0.000	
	Efecto relativo de las obstrucciones	0.010	
	Vegetación	0.005	
	Grado de los efectos por meandros	1.000	
0+600-0+300	Material involucrado	0.028	0.033
	Grado de irregularidad	0.000	
	Variaciones de la sección transversal	0.000	
	Efecto relativo de las obstrucciones	0.010	
	Vegetación	0.000	
	Grado de los efectos por meandros	1.000	
0+300-0+000	Material involucrado	0.028	0.060
	Grado de irregularidad	0.005	
	Variaciones de la sección transversal	0.000	
	Efecto relativo de las obstrucciones	0.010	
	Vegetación	0.005	
	Grado de los efectos por meandros	1.000	

Nota: Elaboración Propia.

CONDICIONES DE CONTORNO DEL MODELO

Para el modelo se consideró las pendientes del cauce aguas arriba y aguas abajo, de la misma manera el hidrograma de crecida calculado mediante el modelo precipitación - escorrentía.

Tabla 21

Condiciones de Contorno para el modelamiento hidráulico.

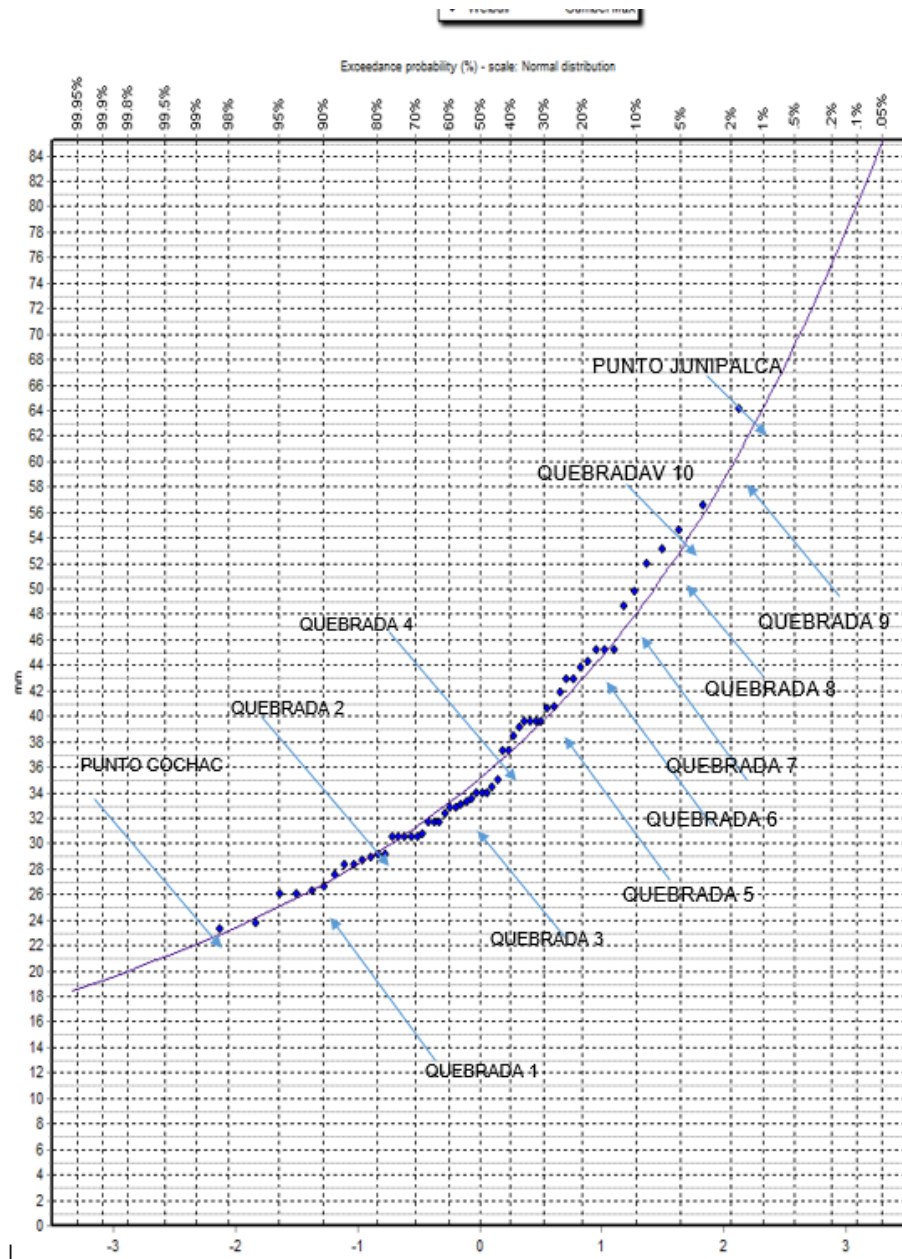
Condición de contorno	Aguas Arriba	Aguas Abajo
Pendiente(%)	1.307	1.416
	Hidrograma de Crecidas	Hidrograma de Crecidas

Nota: Elaboración Propia.

MODELAMIENTO HIDRÁULICO FLUJO NO PERMANENTE

Determinada la geometría del cauce del río Tingo y las condiciones de contorno aguas arriba y aguas abajo, se elaboró la simulación en régimen no permanente, determinado los parámetros de tiempo que son necesarios para la simulación realizada.

Figura 27
Parámetros y tolerancias de cálculo



Nota: Elaboración Propio.

Se obtuvo un modelo estable con las tolerancias mostradas en la Figura 21, para un $e = 0.73$ se determinó la estabilidad de un modelo, analizado para un régimen mixto.

Se observa en la Figura 22, que el perfil del río Tingo muestra un modelo estable, esto se obtuvo con la configuración de parámetros y tolerancias determinadas.

Para un $R = 0.73$ muestra un modelo de flujo variado estable y preciso, por presentar un valor cercano al 0.60.

También se observó que la línea de energía presenta un cambio moderado, a consecuencia de pendientes muy baja del cauce, y variación gradual de las secciones alrededor del tramo.

Figura 28

Perfil de flujo variado no permanente a lo largo del tramo para $TR=40$ años

RIESGO ADMISIBLE	VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0,01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0,02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0,05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0,10	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0,20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0,25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0,50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0,75	1,3	2	2,7	4,1	7,7	15	18	37	73	144

Nota: Elaboración Propio.

De este cuadro se resuelve que teniendo una vida útil de 20 años, y teniendo un riesgo admisible se tiene un valor de interpolación aplicado en la tabla N° 01 del MTC, por lo cual se hará el cálculo matemáticamente con la siguiente fórmula:

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

Donde:

- r: Riesgo = 10%
- T: Periodo de Retorno = 50 años
- N: Tiempo de vida Útil = 20 años

Figura 29
Modelamiento hidráulico

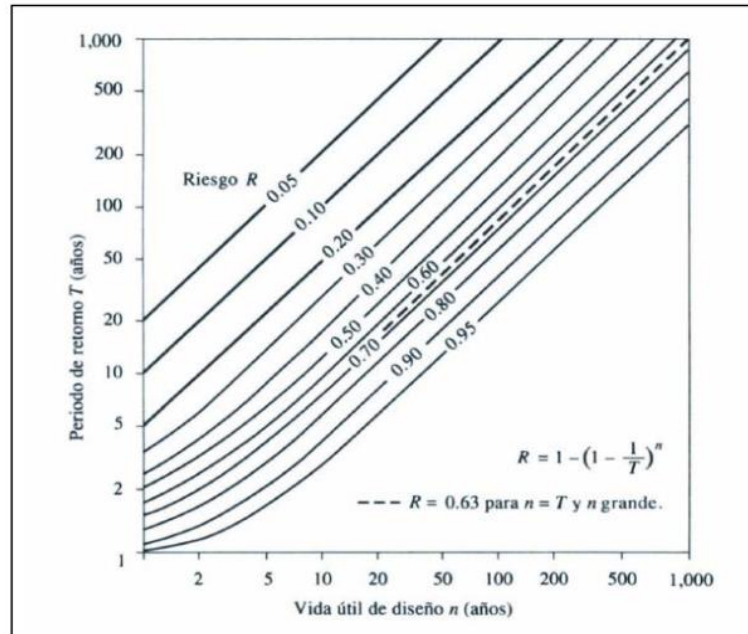


Figura N° 01. Riesgo de por lo menos una excedencia del evento de diseño durante la vida útil
(Fuente: Hidrología Aplicada (Mortu Chou))

Nota: Elaboración Propio.

La Figura 24, modelamiento hidráulico se realizó para un período de retorno de 50 años vista en perspectiva, se determinó la zona más afectada es la margen izquierda, esto por presentar edificaciones privadas y públicas con cotas más bajas respecto a la margen derecha del río.

El río se desborda prácticamente en todas las secciones, la inundación se torna más pronunciada en la margen izquierda en la progresiva 0+280.00 km del tramo analizado, iniciándose el desbordamiento del río Tingo, esta margen. Se considera como zona inundable de alto riesgo.

Aguas arriba desde la progresiva 0+280.00 km del tramo estudiado, la zona afectada se encuentra en la margen derecha, sufriendo inundación en áreas agrícolas y pie de cerro, perjudicando áreas agrícolas.

Figura 30

Vista en perspectiva de la simulación del río para un flujo variado no permanente, $T_r = 100$ años.

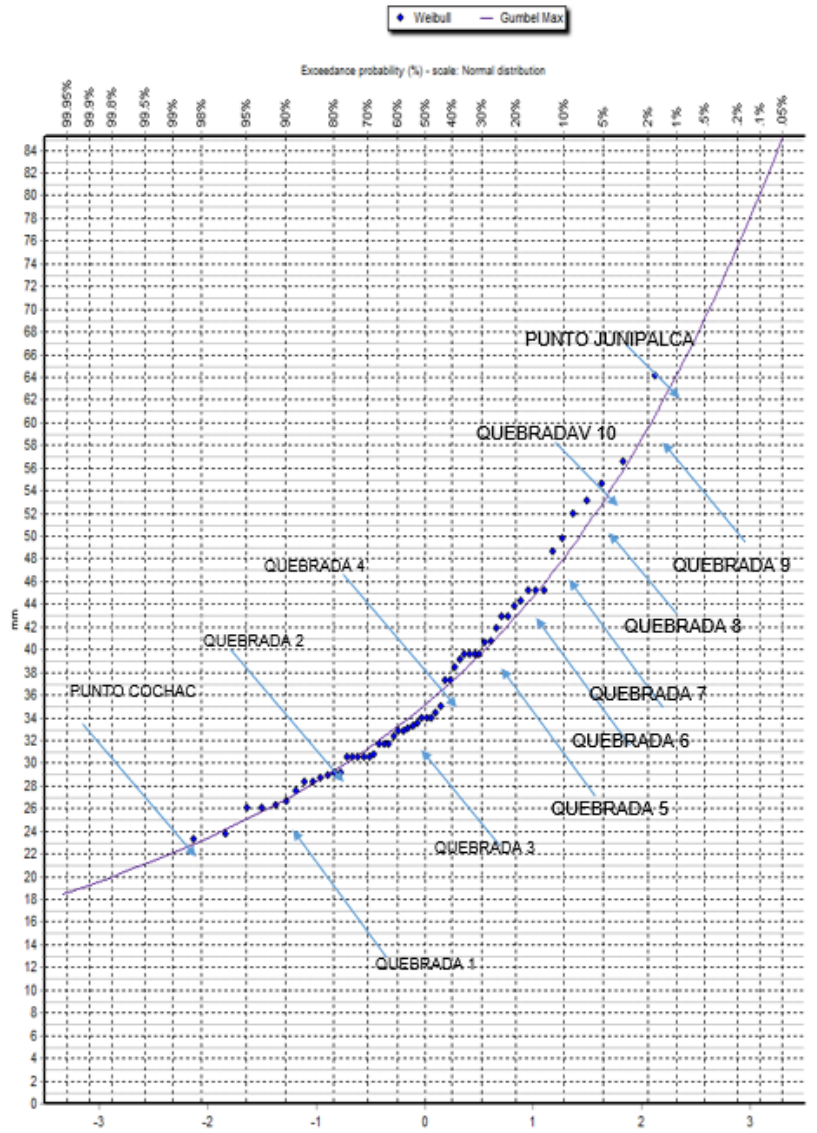
X-Square test para todas las Distribuciones					
	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a	Pearson Param.
Normal	A CCEPT	REJECT	REJECT	4.80%	9.58621
Normal (L-Moments)	A CCEPT	REJECT	REJECT	1.92%	11.7586
LogNormal	A CCEPT	REJECT	REJECT	3.93%	10.069
Galton	A CCEPT	A CCEPT	A CCEPT	28.47%	3.7931
Exponential	A CCEPT	A CCEPT	REJECT	8.67%	8.13793
Exponential (L-Moments)	A CCEPT	REJECT	REJECT	2.90%	10.7931
Gamma	A CCEPT	A CCEPT	A CCEPT	11.56%	7.41379
Pearson III	A CCEPT	A CCEPT	A CCEPT	28.47%	3.7931
Log Pearson III	A CCEPT	A CCEPT	A CCEPT	28.47%	3.7931
EV 1-Max (Gumbel)	A CCEPT	A CCEPT	A CCEPT	43.47%	3.7931
EV 2-Max	A CCEPT	A CCEPT	REJECT	5.86%	9.10345
EV 1-Min (Gumbel)	REJECT	REJECT	REJECT	0.07%	19.2414
EV 3-Min (Weibull)	A CCEPT	REJECT	REJECT	1.41%	12.4828
GEV -Max	A CCEPT	A CCEPT	A CCEPT	28.47%	3.7931
GEV -Min	A CCEPT	A CCEPT	A CCEPT	21.08%	4.51724
Pareto	A CCEPT	A CCEPT	A CCEPT	38.11%	3.06897
GEV -Max (L-Moments)	A CCEPT	A CCEPT	A CCEPT	28.47%	3.7931
GEV -Min (L-Moments)	A CCEPT	A CCEPT	A CCEPT	23.32%	4.27586
EV 1-Max (Gumbel, L-Moments)	A CCEPT	A CCEPT	A CCEPT	43.47%	3.7931
EV 2-Max (L-Momments)	A CCEPT	A CCEPT	A CCEPT	15.32%	6.68966
EV 1-Min (Gumbel, L-Moments)	REJECT	REJECT	REJECT	0.17%	17.3103
EV 3-Min (Weibull, L-Moments)	A CCEPT	REJECT	REJECT	1.41%	12.4828
Pareto (L-Moments)	A CCEPT	A CCEPT	A CCEPT	38.11%	3.06897
GEV -Max (kappa specified)	A CCEPT	A CCEPT	A CCEPT	15.32%	6.68966
GEV -Min (kappa specified)	A CCEPT	REJECT	REJECT	1.41%	12.4828
GEV -Max (kappa specified, L-Moments)	A CCEPT	A CCEPT	A CCEPT	31.30%	4.75862
GEV -Min (kappa specified, L-Moments)	A CCEPT	REJECT	REJECT	1.41%	12.4828

Nota: Elaboración Propio.

La Figura 24, muestra la sección correspondiente a las 10 quebradas del área de estudio desde el punto Junipalca hasta el punto Cochac.

Figura 31

Esquema transversal del Río Tingo, Punto Junipalca – punto Cochac, para un flujo variado no permanente, TR= 50 años.1



Nota: Elaboración Propio.

Se considera que esta área de estudio altamente vulnerable, debido a que las viviendas en el centro poblado de Junipalca están construidas precariamente con material de adobe y tapial, sin considerar el riesgo de colapso ante inundaciones, como se puede

apreciar en las Ilustraciones 25 y 26. Se puede visualizar la determinación máxima de tiempo de concentración.

Figura 32

Esquema de determinación tiempo de concentración

1.1 Determinación del tiempo de concentración

Es el tiempo requerido por una gota para recorrer desde el punto hidráulicamente más lejano hasta la salida de la cuenca.

Las ecuaciones para calcular el tiempo de concentración se muestran en la siguiente tabla proporcionada por el MTC.

DETERMINACION DE QMAX APORTADO

Area Aportante	Longitud del Afluente (m)	Cota Máxima (m.s.n.m.)	Cota mínima (m.s.n.m.)	Desnivel máximo (m)	Pendiente (m/m)	Pendiente (%)	Área (Km2)
A maxima de aporte (A-5)	434	4316.58	4138	178.58	0.411	41.1	0.051

CALCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACION

Fórmula de Kirpich: $Tc = 0.06628 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$

También se le conoce como la fórmula de California Highway and Public Works

Fórmula de Témez: $Tc = 0.3L^{0.76}S^{-0.19}$

Fórmula de Ven Te Chow: $Tc = 0.273 \left(\frac{L}{S^{0.5}}\right)^{0.64}$

Fórmula de Hathaway: $Tc = 0.606 \frac{(Ln)^{0.467}}{S^{0.234}}$

donde los valores de rugosidad (n) recomendados son los siguientes:

Tipo de superficie	Valor de n
Suelo liso impermeable	0,02
Suelo desnudo	0,10
Pastos pobres, cultivos en hileras o suelo desnudo algo rugoso	0,20
Pastizales	0,40
Bosques de frondosas	0,60
Bosque de coníferas, o de frondosas con una capa densa de residuos orgánicos o de césped.	0,80

En las fórmulas anteriores:

Tc – tiempo de concentración, en horas

L – longitud del cauce principal, en km

California Culverts Practice (1942)	$t_c = 0.019S \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$ <p>L = longitud del curso de agua más largo, m. H = diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida, m.</p>
-------------------------------------	---

Federal Aviation Administration (1970)	$t_c = 0.7035 \frac{(1.1 - C)L^{0.50}}{S^{0.333}}$ <p>C = coeficiente de escorrentía del método racional. L = longitud del flujo superficial, m. S = pendiente de la superficie, m/m</p>
--	--

Ecuación de retardo SCS (1973)	$t_c = \frac{0.0136L^{0.8} \left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{0.7}}{S^{0.5}}$ <p>L = longitud hidráulica de la cuenca mayor trayectoria de flujo, m. CN = Número de curva SCS S = pendiente promedio de la cuenca, m/m.</p>
--------------------------------	--

Fuente: * SCS Soil Conservation Service

Determinación del tiempo de concentración

Fórmula	Tc (hr)
Kirpich	0.0491
Temez	0.1883
Ven Te Chow	0.2126
Hathaway	0.1724
Promedio	0.1388

Fórmula	Tc (Hr)
California	0.0491
FAA	0.1904
SCS	0.1094

Por lo tanto, Tc =

0.1388 hr

8.33 min

1.2 Determinación de la intensidad de diseño

Con esta Pp max 24 h para un Tr. 50 años = 58 mm, ahora vamos a crear la curva IDF.

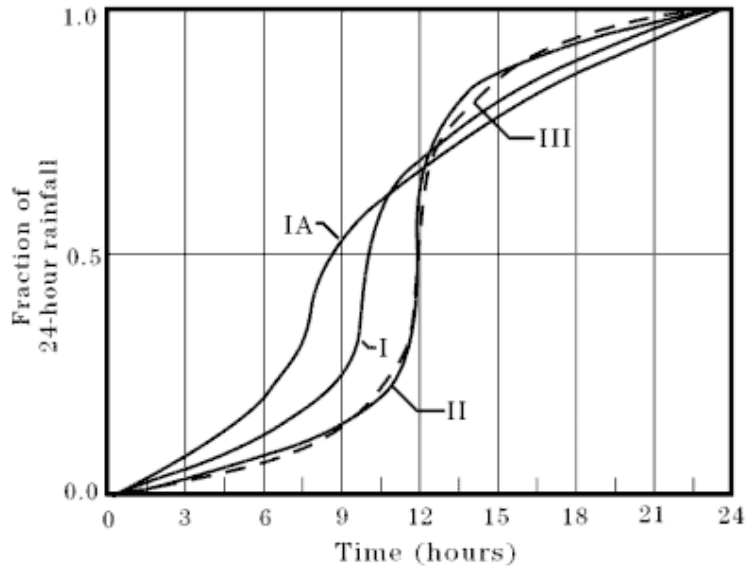
Nota: Elaboración Propio

Determinación de la intensidad de diseño

Con esta P_p max 24 h para un Tr. 50 años = 58 mm, ahora vamos a crear la curva IDF.

Soil Conservation Service (SCS)

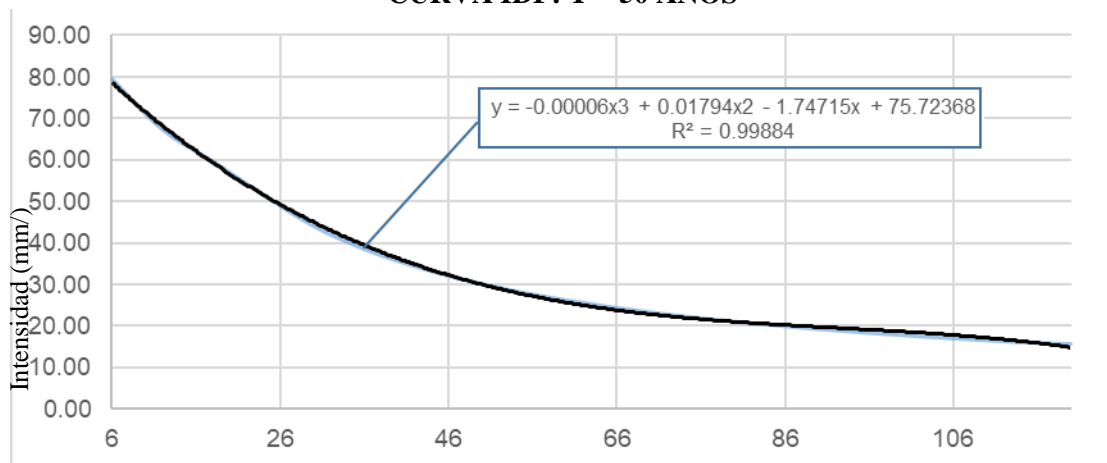
Lo haremos el de Soil Conservation Service (SCS). El cual es como sigue:



Si nosotros queremos ser conservadores entonces tomaremos la curva II, ya que matemáticamente la pendiente a la curva me está dando la intensidad, entonces **¿Que curva tiene mayor pendiente en alguna zona?** Pues es la CURVA II, por esa razón es que elegimos la curva II.

Y para la construcción de la curva II (para ver los datos quedeterminaron el grafico SCS, VER N Anexos capitulo de datos de retorni grafico:

CURVA IDF: T = 50 AÑOS



Para nuestro proyecto al tener la ecuación de la curva, se infiere el valor de intensidad para una duración de **8.33 minutos**.

Tiempo de concentración =

8.33 min

Intensidad =

62.38 mm/h

Formula de D.Peschke

$$P_d = P_{24h} \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25}$$

Pmax 24h =	58 mm	
		D.Peschke
Durac	Pd (mm)	i (mm/h)
6	14.74	147.4
12	17.52	87.6
18	19.39	64.6
24	20.84	52.1
30	22.04	44.1
36	23.06	38.4
42	23.97	34.2
48	24.78	31.0
54	25.52	28.4
60	26.20	26.2
66	26.84	24.4
72	27.43	22.9
78	27.98	21.5
84	28.50	20.4
90	29.00	19.3
96	29.47	18.4
102	29.92	17.6
108	30.35	16.9
114	30.77	16.2
120	31.16	15.6

Con estos datos se interpola el valor de 8.33 minutos y el valor de la intensidad es:

Durac	Pd (mm)	i (mm/h)
8.33	16.00	115.2

Formula de Frederich bell (1969)

$$P_t^T = (0.21 \log_e T + 0.52)(0.54t^{0.25} - 0.50)P_{60}^{10}$$

$$\rightarrow I = aP_{24}^b$$

a = 0.4602
 b = 0.876
 Pmax 24h = 58 mm
 I = P(10,60) = 16.13 mm
 T = 40 años

Durac (min)	P(t,T)	i (mm/h)
6	7.21	72.09
12	10.55	52.74
18	12.79	42.63
24	14.52	36.30
30	15.95	31.91
36	17.18	28.64
42	18.27	26.10
48	19.24	24.06
54	20.13	22.37
60	20.95	20.95
66	21.70	19.73
72	22.41	18.68
78	23.08	17.75
84	23.70	16.93
90	24.30	16.20
96	24.86	15.54
102	25.40	14.94
108	25.92	14.40
114	26.41	13.90
120	26.89	13.44

Con estos datos se interpola el valor de 8.33 minutos y el valor de la intensidad es:

Durac (min)	P(t,T)	i (mm/h)
8.33	8.72	62.79

Resumen de valores de intensidad Obtenidos

MÉTODO	INTENSIDAD (mm/hr)
Soil Conservation Service (SCS)	62.38
Formula de D.Peschke	115.2
Formula de Frederich bell (1969)	62.79

Se puede observar que los valores parecidos son con los métodos del SCS, y frederich bell (1969), mientras que D. Peshke da un valor alto, por lo cual lo mas conservador seria tomar un promedio entre los valores de menor variación, en este caso 62.38 y 62.79.

Sacando el promedio de los tres valores sale 80.12 mm/h, el cual se tomará como valor mas conservador.

RESULTADO FINAL DE LA INTENSIDAD DE DISEÑO:

$$I_{\text{diseño}} = 62.60 \text{ mm/h}$$

Estimación de Qmax con la formula Racional.

El caudal se expresa como:

$$Q = \frac{CiA}{360}$$

donde:

Q: caudal de diseño, correspondiente al periodo de retorno

seleccionado, en m³/s

C: coeficiente de escorrentía

i: intensidad de la lluvia de diseño, en mm/h

A: área de la cuenca, en Ha

- Tener en cuenta que:

El Coeficiente de Escorrentía, C:

El valor del coeficiente de escorrentía depende de diversos factores:

- Permeabilidad de la superficie
- Pendiente y características de encharcamiento de la superficie (almacenamiento de depresión)
- Características y condiciones del suelo (humedad antecedente, compactación, porosidad, posición del nivel freático)
- Vegetación

COBERTURA DEL SUELO	TIPO DE SUELO	PENDIENTE (%)				
		> 50	20-50	5-20	1-5	0-1
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosque, vegetación densa	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Según Benitez et al. (1980)

Calculo por Fórmula Racional:

T (años)	Pmax24h	C	i (mm/h)	A (Ha)	Q (m3/s)
40	58	0.50	62.60	1 ²⁴	33.15

De acuerdo a este CALCULO SE TIENE, QUE PARA 24. HAS - GENERARA 33.15 m3/s

Entonces QUIERE DECIR EL Qmax TRIBUTARIO ES DE 33.15 m3/s.ha

SUMANDO LO REFERIDO EN CAMPO ES DE 29.37 LT/ SEG CONVIRTIENDO A M3 ES IGUAL A 0.02937 M3

ENTONCES $Q = 33.15 \text{ M3/S.ha} + 0.02937 = 33.1797 \text{ m3/s.ha}$

4.2.6. Evaluación de áreas en riesgo de inundación

Para Evaluar el problema, se debe considerar el crecimiento urbano de la localidad de Junipalca (construcción de viviendas en ambas márgenes del río Tingo, la poca extensión territorial la falta total del planeamiento urbano; lo que ha incrementado exponencialmente los problemas de urbanismo y con ello



peligro de deslizamientos, inundaciones, desbordes, derrumbes, fenómeno del niño, huaycos, colapso de infraestructuras públicas, contaminación ambiental, epidemias y otros.

Las inundaciones constituyen un fenómeno hidrológico de mayor impacto en la sociedad, siendo estas un problema social y económico, por lo que es de interés cuantificar los daños debidos a este fenómeno de una manera global, con el fin de concientizar a las autoridades, y se puedan implementar medidas que mitiguen el efecto de las inundaciones en el futuro, ya que generalmente se requiere de inversiones económicas significativas.

➤ **Áreas en riesgo de inundación.**

En la localidad, se tienen las siguientes infraestructuras e instituciones públicas:

- Educación inicial, 20 alumnos.
- Educación primarias, 30 de alumnos
- Colegio secundario Albert Einstein, 45 alumnos
- Agua entubada
- Centro de salud.
- Local de vaso de Leche
- Granja de chanchos
- Iglesia católica
- Iglesia evangélica
- Parque central pavimentado
- Local municipal.
- Vivero forestal.
- Local comunal
- Centro cívico
- Viviendas con material rustico en total 90%.

- Viviendas con material noble en total 10%.
- Estadio comunal de fútbol.
- En las coordenadas E 366,929, N 8841,584, en la cota 3,461, existe un puente peatonal de 8.0 m de largo, 3.40 m de ancho y altura 4.0 m, sirve para cruzar la margen derecha e izquierda.
- En las coordenadas E 366,925, N 8841,744, en la cota 3,460, existe un puente viaducto de concreto armado de 13.0 m de largo, 5.40 m de ancho y altura 3.0 m.
- Local vaso de leche.
- Población 900 habitante.
- Se cuenta con una carretera afirmada que une la localidad de Cerro de Pasco – Junipalca - Pallanchacra, en una longitud de 25 Km.
- El puente ubicado en las coordenadas E 366,929, N 8841,584, cota 3,461 msnm, con 54 m de largo, ha sido derribado por el incremento del caudal del río Tingo.
- En las coordenadas E 366,834, N 8842,323, cota 3,440 msnm, en el año 2014, en este punto, el muro colapsó por erosión del río tingo, ingresando el agua a las chacras perjudicando al vivero forestal de la comunidad perjudicando la siembra de 500,000 plántones de eucaliptos y quinales (Nota: pobladores de Junipalca)
- En las coordenadas E 366,924, N 8841,438, cota 3,467 msnm, existe una zona de deslizamiento e inundación por el río Tingo.

Todas estas infraestructuras y la población descritas están en RIESGO MUY ALTO por encontrarse geográfica y geológicamente sobre suelos no consolidados de baja capacidad portante

➤ Estratificación de peligros

Tabla 22
De Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
	De 1 a 25 %	De 26 a 50 %	De 51 a 75 %	De 76 a 100 %

a) Peligro de origen natural

Sismo

Tabla 23
Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
SISMO				XXX

Nota. Elaboración propia

Tabla 24
Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro.

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCIÓN O CARACTERÍSTICAS	VALOR
PMA (PELIGRO ALTO)	El sector Junipalca geológicamente se encuentra en el cuadrángulo de Ambo, por donde pasa la falla regional Chaulán-Rondoní, con dirección NO – SE. Además la zona de estudio se ubica dentro del cinturón de fuego del Pacífico, este fenómeno no se puede predecir,. El peligro es muy alto, vulnerabilidad alta.	De 76 a 100 %

Nota. Elaboración propia

Deslizamientos

Tabla 25
Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
DESLIZAMIENTOS				XX

Nota. Elaboración propia

Tabla 26

Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro.

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PMA (PELIGRO MUY ALTO)	El sector crítico se encuentra expuesto al peligro de deslizamiento de suelos y rocas, debido a que en los cerros se observan quebradas activas y rocas no consolidadas y rocas sueltas, las cuales podrían deslizarse en cualquier momento debido a la intensidad de las lluvias. Afectaría entre 100 y 200 m de lugar, El peligro es muy alto, vulnerabilidad muy alta.	De 75 a 100 %

Nota. Elaboración propia

Derrumbe

Tabla 27

Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
DERRUMBE				X

Nota. Elaboración propia

Tabla 28

Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro.

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PMA (PELIGRO MUY ALTO)	El área se encuentra expuesto al peligro de derrumbe de rocas, debido a que en la parte Este y Oeste del sector en las partes de ladera de encuentran rocas no consolidadas debido a la composición litológica de las rocas sedimentarias que afloran en dicho sector. Este fenómeno no se puede predecir, pero en cualquier momento puede darse y afectaría entre 100 y 120 m del lugar de origen. El peligro es muy alto vulnerabilidad muy alta	De 76 a 100 %

Nota. Elaboración propia

Erosión

Tabla 29
Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
EROSION				XX

Nota. Elaboración propia

Tabla 30
Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro.

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PMA (PELIGRO MUY ALTO)	La erosión que se observa en el sector crítico es de origen fluvial, esta erosión se da en temporadas de lluvia en los meses de Octubre a Abril, se observa que el rio Tingo, va invadiendo las orillas en las márgenes derecha e izquierda erosionando las estructuras del muro de contención que amenaza en derrumbarse. El peligro es muy alto. Vulnerabilidad muy alta.	De 76 a 100 %

Nota. Elaboración propia

Vientos Fuertes

Tabla 31

Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
VIENTOS FUERTES			X	

Tabla 32

Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro.

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PA (PELIGRO ALTO)	En el sector crítico, los vientos va de dirección Noroeste a Sureste con velocidades de 30 a 40 K/h, lo que la cataloga como vientos fuertes tienen una frecuencia diaria, especialmente en los meses de julio y octubre. El peligro es alto, vulnerabilidad alta	De 51 a 75 %

Nota. Elaboración propia

Lluvias Intensas

Tabla 33
Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
LLUVIAS INTENSAS				X

Nota. Elaboración propia

Tabla 34
Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PMA (PELIGRO MUY ALTO)	Las precipitaciones pluviales en el área de estudio se presentan en los meses de diciembre a abril, aunque durante todo el año su presencia es variable, es originado por las masas de aire húmedo y alta nubosidad proveniente de la región amazónica, incidiendo mucho la evapotranspiración, la precipitación promedio anual en Ambo excede los 1,000 mm, la máxima mensual es de 240 mm, y la mínima 130 mm., El peligro es muy alto con una vulnerabilidad muy alta	De 76 a 100 %

Nota. Elaboración propia

Fenómeno del Niño

Tabla 35
Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
FENOMENO DEL NIÑO				X

Nota. Elaboración propia

Fenómeno la Niña

Tabla 36

Fenómeno la Niña

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PMA (PELIGRO MUY ALTO)	Entre los efectos más saltantes de este fenómeno en la zona de estudio, se tienen las lluvias prolongadas lo que producen inundaciones, en este periodo descienden las temperaturas normales, las precipitaciones que son normales para esta época son irregulares, afectando grandes áreas. El peligro es muy alto. Vulnerabilidad muy alta	De76 a 100 %

Nota. Elaboración propia

Tabla 37
Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
FENOMENO DE LA NIÑA			X	

Nota. Elaboración propia

Tabla 38
Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PA (PELIGRO ALTO)	Entre los efectos más saltantes de este fenómeno La Niña en el sector crítico, se tienen las heladas y las sequías, ya que en este periodo descienden las temperaturas normales, y las precipitaciones que son normales para esta época son irregulares, con una frecuencia irregular, con un alcance de más de 5 km. El peligro es alto, vulnerabilidad alta.	De 51 a 75 %

Nota. Elaboración propia

Precipitaciones Prolongadas

Tabla 39
Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
PRECIPITACIONES PROLONGADAS				X

Nota. Elaboración propia

Tabla 40

Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PMA (PELIGRO MUY ALTO)	Las precipitaciones prolongadas de lluvias en el sector crítico son de Octubre – Abril, es en este periodo donde las lluvias ocurren en periodo de media hora a más respecto a su duración, incrementará el volumen de agua del rio Tingo y originaría inundaciones en la localidad de Junipalca. El peligro es muy alto, vulnerabilidad muy alta.	De 76 a 100 %

Nota. Elaboración propia

Inundaciones

Tabla 41

Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
INUNDACIONES				X

Nota. Elaboración propia

Tabla 42

Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PMA (PELIGRO MUY ALTO)	En el área de estudios el desborde lateral del agua del rio Tingo, amenaza con inundar a la población de Junipalca, el peligro es muy alto y vulnerabilidad muy alto., vulnerabilidad muy alta	De 76 a 100 %

Nota. Elaboración propia

Granizadas

Tabla 43

Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
INUNDACIONES				X

Nota. Elaboración propia

Tabla 44

Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PMA (PELIGRO MUY ALTO)	Es un tipo de precipitación que consiste en partículas irregulares de hielo. En el área de estudio las precipitaciones de granizo se da en cualquier momento y en cualquier magnitud, afectando a los animales y plantas, el peligro es muy alto y la vulnerabilidad muy alta.	De 76 a 100 %

Nota. Elaboración propia

Heladas

Tabla 45
Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
HELADAS				X

Nota. Elaboración propia

Tabla 46
Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PMA (PELIGRO MUY ALTO)	La helada es un fenómeno climático que consiste en un descenso de la temperatura ambiente a niveles inferiores al punto de congelación del agua. En el sector crítico las bajas de temperaturas afectan a la población, animales y plantas, se considera peligro muy alto y vulnerabilidad muy alta.	De 76 a 100 %

Nota. Elaboración propia

Friaje

Tabla 47
Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
FRIAJE		X		

Nota. Elaboración propia

Tabla 48

Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro.

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PM (PELIGRO MEDIO)	Invasión de masas de aire de origen Antártico generan heladas y se presentan en las partes altas de la sierra. Localmente en el área de estudio, la presencia de este peligro no se descarta por lo que se le considera peligro medio, vulnerabilidad media.	De 26 a 50 %

Nota. Elaboración propia

Epidemias

Tabla 49

Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
EPIDEMIAS		X		

Nota. Elaboración propia

Tabla 50

Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro.

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PM (PELIGRO MEDIO)	De origen natural tenemos que se pueden dar enfermedades respiratorias agudas en los habitantes del Centro Poblado en estudio, especialmente en los niños y adulto mayor, lo que evidencia en peligro si las condiciones climáticas empeoran, estas epidemias tendría un alcance a nivel de toda la localidad de Junipalca. El peligro es medio, vulnerabilidad media.	De 26 a 50 %

Nota. Elaboración propia

b) Peligro de origen Antrópico

Incendio urbano

Tabla 51

Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
INCENDIO URBANO			X	

Nota. Elaboración propia

Tabla 52

Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro.

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PA (PELIGRO ALTO)	En el sector crítico existe el peligro de incendios, además no existen conexiones de grifos para agua en caso de incendio. Este tipo de peligro no se puede predecir, puede tener un alcance de 10 a 20 m o mayor dependiendo el caso, con una peligrosidad alta y vulnerabilidad alta	De 51 a 75 a %

Nota. Elaboración propia

Explosión

Tabla 53

Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
EXPLOSION			X	

Nota. Elaboración propia

Tabla 54

Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PA (PELIGRO ALTO)	Puede ser ocasionado por explosiones de balón de gas u otros elementos como gasolina, pues se puede dar en cualquier momento, con un alcance de 15 a 20 m o más con una vulnerabilidad alta y un nivel de peligro alto.	De 51 a 75 %

Nota. Elaboración propia

Contaminación ambiental

Tabla 55

Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
CONTAMINACION AMBIENTAL				XX

Nota. Elaboración propia

Tabla 56

Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PMA (PELIGRO MUY ALTO)	Los residuos sólidos y aguas servidas se arrojan al río Tingo, contaminando el río Huallaga, se considera un nivel de peligro muy alto y vulnerabilidad muy alta.	De 76 a 100 %

Nota. Elaboración propia

Tabla 57

Estratificación del peligro

PELIGRO	BAJO De 1 a 25 %	MEDIO De 26 a 50 %	ALTO De 51 a 75 %	MUY ALTO De 76 a 100 %
1. PELIGROS DE ORIGEN NATURAL				
1.1. GENERADOS POR PROCESOS EN EL INTERIOR DE LA TIERRA				
SISMO				X
1.2. GENERADOS POR PROCESOS EN LA SUPERFICIE DE LA TIERRA				
DESLIZAMIENTOS				X
DERRUMBE				X
EROSION				X
1.3. GENERADOS POR FENOMENOS HIDROLOGICOS, METEREOLÓGICOS Y OCEANOGRÁFICOS				
VIENTOS FUERTES			X	
LLUVIAS INTENSAS				X
FENOMENO DEL NIÑO				X
FENOMENO LA NIÑA			X	
PRECIPITACIONES PROLONGADAS				X
INUNDACIONES				X
GRANIZADAS				X
HELADAS				X
FRIAJE			X	
1.4. DE ORIGEN BIOLÓGICO				
EPIDEMIAS		X		
2. PELIGROS INDUCIDOS POR LA ACTIVIDAD DEL HOMBRE				
2.1. INCENDIOS				
INCENDIO URBANO				X
EXPLOSION			X	
2.2. CONTAMINACION				
CONTAMINACION AMBIENTAL				X

Nota. Elaboración propia

Tabla 58

Valores, estratificación del peligro

PELIGRO	BAJO De 1 a 25 %	MEDIO De 26 a 50 %	ALTO De 51 a 75 %	MUY ALTO De 76 a 100 %
1. PELIGROS DE ORIGEN NATURAL				
1.1. GENERADOS POR PROCESOS EN EL INTERIOR DE LA TIERRA				
SISMO				95
1.2. GENERADOS POR PROCESOS EN LA SUPERFICIE DE LA TIERRA				
DESLIZAMIENTOS				95
DERRUMBE				90
EROSION				90
1.3. GENERADOS POR FENOMENOS HIDROLOGICOS, METEREOLÓGICOS Y OCEANOGRÁFICOS				
VIENTOS FUERTES			70	
LLUVIAS INTENSAS				95
FENOMENO DEL NIÑO				95
FENOMENO LA NIÑA			70	
PRECIPITACIONES PROLONGADAS				90
INUNDACIONES				90
GRANIZADAS				95
HELADAS				90
FRIAJE			70	
1.4. DE ORIGEN BIOLÓGICO				
EPIDEMIAS		45		
2. PELIGROS INDUCIDOS POR LA ACTIVIDAD DEL HOMBRE				
2.1. INCENDIOS				
INCENDIO URBANO				90
EXPLOSION			70	
2.2. CONTAMINACION				
CONTAMINACION AMBIENTAL				90
2.3. ORIGEN BIOLÓGICA				
PROMEDIO			84.11	

Nota. Elaboración propia

➤ **Análisis de vulnerabilidad.**

a.- VULNERABILIDAD AMBIENTAL Y ECOLÓGICA:

La población se abastece de agua mediante conexiones domiciliarias; y en cuanto a desagüe una parte cuenta con red pública que descarga a unos silos y se vierten sin tratamiento directamente al río, que no tienen un adecuado mantenimiento de funcionamiento, convirtiéndose así en focos de contaminación, las cuales representa un foco infeccioso y contaminación ambiental de suelo, agua y aire.

Tabla 59

Vulnerabilidad ambiental y ecológica

VARIABLES	VB < 25%	VM 26 a 50%	VA 51 a 75%	VMA 76 a 100%
Condiciones atmosféricas			Niveles de temperatura superiores al promedio normal	
Composición de la calidad de aire y agua			Alto grado de contaminación	
Condiciones ecológicas				Contaminación ambiental, tala indiscriminada de matorrales y árboles; incremento de la población, no hay planificación urbana.

Nota. Elaboración propia

b.- VULNERABILIDAD FISICA

La topografía del terreno por ser de pendiente fuerte y la población al encontrarse en la zona baja, cerca al cauce del río Tingo presenta una vulnerabilidad alta afectando a más del 80% de las viviendas, y otras infraestructuras y terrenos de cultivo.

En la margen derecha e izquierda se observa que gran parte de las viviendas, han sido construidos en las orillas del río y en algunos casos están muy cercanas al río, que construyeron muros de contención y está a punto de colapsar constituyendo un peligro muy alto en Junipalca

Tabla 60
Vulnerabilidad física

VARIABLES	VB	VM	VA	VMA
	< 25%	26 a 50%	51 a 75%	76 a 100%
Material de construcción utilizada en viviendas			La mayoría de las viviendas son de adobe y piedra, sin refuerzos estructurales	
Localización de viviendas				Muy cercana, la población se encuentra a orillas del río a 5 metros de distancia
Características geológicas, calidad y tipo de suelo				Zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables material de relleno producto de deslizamiento y aluvión

Nota. Elaboración propia

c.- VULNERABILIDAD ECONOMICA

La condición económica de los pobladores y la falta de disponibilidad de terrenos apropiados para la expansión urbana; hacen que estos construyan sus viviendas en lugares inadecuados a orillas del río Tingo.

La población casi en su totalidad se dedica a la agricultura de subsistencia, especialmente a la siembra de la papa, por lo que en la actualidad la mayoría se encuentra en estado de pobreza, sus bajos niveles de ingreso que no le es posible satisfacer sus

necesidades básicas, constituye el sector más vulnerables de la población.

Tabla 61
Vulnerabilidad económica

VARIABLES	VB	VM	VA	VMA
	< 25%	26 a 50%	51 a 75%	76 a 100%
Acceso al mercado laboral				Escasa Oferta Laboral, la mayoría se dedican a la agricultura de subsistencia.
Nivel de ingresos				Ingresos inferiores para cubrir necesidades básicas
Situación de pobreza o Desarrollo Humano				La población no tiene ingresos fijos mensuales, la población se encuentra dentro del mapa de población con pobreza total o extrema

Nota. Elaboración propia

d.- VULNERABILIDAD SOCIAL:

Las autoridades locales no implementan programas de información y sensibilización sobre la contaminación ambiental, la población tiene un nivel bajo de organización y participación para responder ante situaciones de emergencia por falta de implementar un programa de contingencias por la Oficina de Defensa Civil de la municipalidad distrital de Yarusyacán.

Tabla 62
Vulnerabilidad social

VARIABLES	VB < 25%	VM 26 a 50%	VA 51 a 75%	VMA 76 a 100%
Nivel de Organización			Población escasamente organizada ante emergencias	.
Grado de relación entre las instituciones y organizaciones locales ante emergencias.				No existe
Tipo de integración entre las organizaciones e Institucionales locales ante emergencias			Baja integración	

Nota. Elaboración propia

e.- VULNERABILIDAD EDUCATIVA:

Los pobladores por su bajo nivel educativo depositan los desechos sólidos y líquidos en lugares inadecuados; especialmente en las riberas de los ríos.

En los centros educativos hay poca implementación de temas sobre programas de respuestas ante emergencias ocasionados por peligros naturales o antrópicos.

Tabla 63**Vulnerabilidad educativa**

VARIABLES	VB < 25%	VM 26 a 50%	VA 51 a 75%	VMA 76 a 100%
Programas educativos formales (Prevención y Atención de Desastres - PAD). Campañas de difusión (TV, radio y prensa) sobre PAD. Alcance de los programas educativos sobre grupos estratégicos				. No están incluidos los temas de PAD en el desarrollo de programas educativos. No hay difusión Cobertura desfocalizada

Nota. Elaboración propia

f.- VULNERABILIDAD CULTURAL E IDEOLÓGICA

La población de Junipalca en su totalidad es religiosa, existen iglesias evangélica y católica donde la población cree en un dios supremo capaz de evitar desastres, el cual determina sus reacciones ante la ocurrencia de un peligro de origen natural o tecnológico y estará influenciado según su nivel de conocimiento, creencia, costumbre, actitud, temor, mitos, etc.

Tabla 64

Vulnerabilidad cultural e ideológica

VARIABLES	VB < 25%	VM 26 a 50%	VA 51 a 75%	VMA 76 a 100%
Conocimiento sobre la ocurrencia de desastres			Escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias De los desastres	.
Percepción de la población sobre los desastre				Percepción totalmente irreal – místico, la población en su totalidad es religiosa
Actitud frente a la ocurrencia de desastre			Actitud escasamente previsor	

g.- VULNERABILIDAD POLITICA E INSTITUCIONAL

Falta el fortalecimiento y la capacidad institucional para cumplir en forma eficiente con sus funciones.

El Estado y las autoridades regionales, provinciales y locales no atienden las necesidades básicas de los pobladores de la localidad de Junipalca, además permiten que la expansión urbana se realice en forma desordenada y en lugares de constante peligro. El centralismo de las actividades económicas en la ciudad de Lima, ha permitido la concentración de desarrollo

en la capital; olvidándose de los centros poblados que se desarrollan desordenadamente, construyendo sus viviendas en zonas peligrosas con alta vulnerabilidad.

Tabla 65
Vulnerabilidad política e institucional

VARIABLES	VB < 25%	VM 26 a 50%	VA 51 a 75%	VMA 76 a 100%
Autonomía local				No existe autonomía
Participación ciudadana			Participación minoritaria	
Coordinación de acciones entre autoridades locales y funcionamiento del CDC				No hay coordinación inexistencia CDC

Nota. Elaboración propia

h.- VULNERABILIDAD CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

En el centro poblado de Junipalca, no se tiene el nivel de conocimiento científico y tecnológico que la población debe tener sobre los peligros de origen natural y tecnológico, especialmente los existentes en el centro poblado de residencia. Así mismo, sobre el acceso a la información y el uso de técnicas para ofrecer mayor seguridad a la población frente a los riesgos. La comunidad no está informada, por ejemplo, sobre la necesidad de que las construcciones deben considerar las normas sismo resistente, no construir viviendas a orillas de los ríos y ejecutar obras de defensas ribereñas, y otros.

Tabla 66**Vulnerabilidad científica y tecnológica**

VARIABLES	VB < 25%	VM 26 a 50%	VA 51 a 75%	VMA 76 a 100%
Existencia de Instrumentos para medición (sensores) de fenómenos completos				Población sin instrumentos
Conocimiento sobre la existencia de estudios				No tienen conocimiento de los estudios
La Población cumple las conclusiones y recomendaciones				No cumplen las conclusiones y recomendaciones

Nota. Elaboración propia

Tabla 67
Resumen de valores y vulnerabilidades

	VB	VM	VA	VMA
VULNERABILIDADES	< 25%	26 a 50%	51 a 75%	76 a 100%
VULNERABILIDAD				
AMBIENTAL Y ECOLÓGICA:				
			75 + 75	95
VULNERABILIDAD FISICA				
			75	97 + 96
VULNERABILIDAD ECONOMICA				
				96 + 96+ 96
VULNERABILIDAD SOCIAL:				
			75 + 75	95
VULNERABILIDAD EDUCATIVA:				
				98 +98 + 98
VULNERABILIDAD CULTURAL E IDEOLÓGICA				
			75 +75	98
VULNERABILIDAD POLITICA E INSTITUCIONAL				
			75	96 + 98
VULNERABILIDAD CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA				
				95 +95+ 95
TOTAL				2,129
PROMEDIO				89.25

Nota. Elaboración propia

$$VT = \frac{VA + VF + VE + VS + Ved + VCI + VPI + VCT}{N}$$

N

N = Numero de vulnerabilidades

$$VULNERABILIDAD FISICA = \frac{75 + 97 + 96}{3} = 89.33$$

$$\text{VULNERABILIDAD AMBIENTAL Y ECOLÓGICA} = \frac{75 + 75 + 95}{3} = 81.67$$

$$\text{VULNERABILIDAD ECONOMICA} = \frac{96 + 96 + 96}{3} = 96$$

$$\text{VULNERABILIDAD SOCIAL} = \frac{75 + 75 + 95}{3} = 81.67$$

$$\text{VULNERABILIDAD EDUCATIVA} = \frac{98 + 98 + 98}{3} = 98.00$$

$$\text{VULNERABILIDAD CULTURAL E IDEOLÓGICA} = \frac{75 + 75 + 98}{3} = 82.67$$

$$\text{VULNERABILIDAD POLITICA E INSTITUCIONAL} = \frac{75 + 96 + 98}{3} = 89.67$$

$$\text{VULNERABILIDAD CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA} = \frac{95 + 95 + 95}{3} = 95$$

$$\text{VT} = \frac{81.67 + 89.33 + 96 + 81.67 + 98 + 82.67 + 89.67 + 95}{7} = 89.25$$

$$\text{VT} = \frac{\text{VF} + \text{VR}}{2} = \frac{89.33 + 89.25}{2} = 89.29 = \text{VULNERABILIDAD MUY ALTA}$$

10. EVALUACION DE RIESGO

Se han determinado los siguientes niveles de riesgo basados en la fórmula matemática:

$$R = P \times V$$

Donde:

- R = Riesgo
- P = Peligro

V = Vulnerabilidad

A continuación, se realizó la evaluación de riesgo para cada peligro identificado utilizando la siguiente matriz:

Tabla 68
Evaluación de riesgos

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

a) Riesgo de sismo

Tabla 69
Riesgo de sismo

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

b) Riesgo deslizamiento

Tabla 70

Riesgos deslizamiento

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

c) Riesgo de derrumbe

Tabla 71

Riesgo de derrumbe

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

d) Riesgo de erosión

Tabla 72

Riesgo de erosión

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Peligro Bajo Riesgo Bajo Riesgo Bajo Riesgo Medio Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

e) Riesgo de vientos fuertes

Tabla 73

Riesgo de vientos fuertes

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

f) Riesgo por lluvias intensas

Tabla 74

Riesgos por lluvias intensas

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

g) Riesgo del fenómeno del niño

Tabla 75

Riesgo del fenómeno del niño

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

h) Riesgo del fenómeno la niña

Tabla 76

Riesgo del fenómeno del niño

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

i) Riesgo de precipitaciones prolongadas

Tabla 77

Riesgo de precipitaciones prolongadas

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

j) Riesgo de inundaciones

Tabla 78

Riesgo de inundaciones

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

k) Riesgo de

Tabla 79

Riesgo de granizadas

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

l) Riesgo de heladas

Tabla 80

Riesgo de heladas

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

m) Riesgo de friaje

Tabla 81

Riesgo de friaje

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

n) Riesgo de epidemias

Tabla 82

Riesgo de epidemias

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

o) Riesgo de incendio urbano

Tabla 83

Riesgo de incendio urbano

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

p) Riesgo de explosión

Tabla 84

Riesgo de explosión

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

q) Riesgo de contaminación ambiental

Tabla 85

Riesgo de contaminación ambiental

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

Tabla 86

Compósito de riesgos.

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO	VULNERABILIDAD MUY ALTA	NIVEL DE RIESGO
SISMO			X			ALTO
DESLIZAMIENTO				X	X	MUY ALTO
DERRUMBE				X	X	MUY ALTO
EROSION				X	X	MUY ALTO
VIENTOS FUERTES			X			ALTO
LLUVIAS INTENSAS				X	X	MUY ALTO
FENOMENO DEL NIÑO				X	X	MUY ALTO
FENOMENO LA NIÑA			X			ALTO
PRECIPITACIONES PROLONGADAS				X	X	MUY ALTO
INUNDACIONES				X	X	MUY ALTO
GRANIZADA				X	X	MUY ALTO
HELADAS			X			MUY ALTO
FRIAJE		X				MEDIO
EPIDEMIA		X				MEDIO
INCENDIO URBANO			X			ALTO
EXPLOSION			X			ALTO

CONTAMINACION AMBIENTAL	X	X	MUY ALTO
--------------------------------	----------	----------	-----------------

Nota. Elaboración propia

RESUMEN DE PELIGROS ASOCIADOS (PELIGROS IDENTIFICADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO)

Tabla 87
Peligros asociados

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO	VULNERABILIDAD MUY ALTA	NIVEL DE RIESGO
SISMO			X			ALTO
DESLIZAMIENTO				X	X	MUY ALTO
DERRUMBE				X	X	MUY ALTO
EROSION				X	X	MUY ALTO
VIENTOS FUERTES			X			ALTO
LLUVIAS INTENSAS				X	X	MUY ALTO
FENOMENO DEL NIÑO				X	X	MUY ALTO
FENOMENO LA NIÑA			X			ALTO
PRECIPITACIONES PROLONGADAS				X	X	MUY ALTO
INUNDACIONES				X	X	MUY ALTO
GRANIZADA				X	X	MUY ALTO
HELADAS			X			MUY ALTO
FRIAJE		X				MEDIO
EPIDEMIA		X				MEDIO

INCENDIO	X		ALTO
URBANO			
EXPLOSION	X		ALTO
CONTAMINACION			MUY
AMBIENTAL		X	ALTO

Nota. Elaboración propia

➤ **Identificación y caracterización de elementos en riesgo**

a.- Población en riesgo muy alto

Dentro del análisis e identificación de riesgo se determinó lo siguiente:

La población de Junipalca que se encuentra en riesgo muy alto es de 200 a 250 familias con una población entre 850 a 900 habitantes.

b.- Viviendas y servicios básicos en riesgo muy alto

El total de viviendas que se encuentran en riesgo muy alto es alrededor de 30 y una población aproximada de 110 habitantes, estas viviendas fueron construidas en ambas márgenes a las orillas del río Tingo, las condiciones climáticas, tales como inundaciones, lluvias intensas, precipitaciones prolongadas, sismos, etc.; así como las pésimas condiciones ambientales afectan hacen que Junipalca presenta alto riesgo.

Se puede notar que según el material de construcción las viviendas que están en riesgo muy alto en su mayoría son de adobe, y tapial.

Asimismo, estas viviendas están ubicadas en las orillas del río Tingo, ante un incremento del caudal del río, estas serán

arrasadas, por lo que se deben tomar medidas urgentes ante el fenómeno del niño y los fenómenos naturales.

c.- Equipamiento Urbano en riesgo muy alto

Las infraestructuras construidas tales como:, el puente peatonal, local comunal, iglesias cristianas, local vaso de leche, tanques poza séptico, calle pavimentada, local jardín de niños, escuela de nivel primario, colegio secundario, loza deportiva, centro de salud, parque central pavimentado, local municipal, local comunal, centro cívico muros de contención de concreto armado y otro se encuentran en riesgo muy alto, debido a que fueron construidas cercanas a orillas del rio Tingo (1.0 m a 2,0 de distancia).

Además, en ambas márgenes del rio, se tienen viviendas que serán afectadas ante la crecida del rio Tingo.

d.- Infraestructura vial

Tenemos el puente peatonal de concreto armado que une la margen derecha e izquierda y sirve para comunicar ambas márgenes del rio Tingo, este puente ante la crecida del rio Tingo puede colapsar, ya que la base del puente se encuentra erosionada y deteriorada por lo que es urgente tomar las precauciones y medidas del caso.

4.3. Prueba de hipótesis

4.3.1. Hipótesis general planteado

La determinación mediante el comportamiento hidráulico del nivel de vulnerabilidad de riesgo de inundación y huaico en la zona aledañas al Rio Tingo Sector Junipalca, mediante la simulación hidráulica permitirá precisar la ubicación las zonas vulnerables para un adecuado diseño de defensa ribereña.

4.3.2. Prueba de la hipótesis general planteado

Mediante el estudio del comportamiento hidráulico se evidenció el nivel de vulnerabilidad de riesgo de inundación y huaico de las zonas aledañas y los márgenes al Río Tingo Sector Junipalca. Por el cual se evidencia la validez de la hipótesis general, el cual viene siendo sustentada en la Tabla 25.

4.4. Discusión de resultados

a) Formulación de hipótesis general

Ha: La determinar de la evaluación de nivel de riesgo y vulnerabilidad por inundaciones permitirá precisar la ubicación y el diseño adecuado de la defensa ribereña en la cuenca del río Tingo Sector Junipalca Del Distrito De San Francisco De Asís De Yarusyacan – Pasco 2022.

Ho: La determinar de la evaluación de nivel de riesgo y vulnerabilidad por inundaciones no permitirá precisar la ubicación y el diseño adecuado de la defensa ribereña en la cuenca del río Tingo Sector Junipalca Del Distrito De San Francisco De Asís De Yarusyacan – Pasco 2022.

4.4.1. Características generales del área geográfica a evaluar

El área de análisis está determinada en una zona urbana, con una cantidad de viviendas, de las cuales se determinó que en un 25% de adobe, 35% son de tapial y un 40% están construidas con bloques de ladrillo de concreto, No se cuentan con servicio de agua potable sin de sistema de captación de río y si cuentan con energía eléctrica.

El clima del área de estudio es típico de la sierra con 2 estaciones bien definidas: lluviosa de noviembre a Marzo (caracterizado por presencia de lluvias intensas), la de verano de abril a Octubre (definido por presencia calor intenso, temperaturas de 15°C. La altitud aproximada de la zona es de 3,450 m.s.n.m.

La topografía es ligeramente plana, con una pendiente promedio de 1 %
- 10%.con cerros que lo circundan.

- **Toma de decisión:**

- o Por lo que de acuerdo a los datos obtenidos de antecedentes de crecidas y huaycos y análisis de precipitaciones futuras rechazamos la hipótesis nula, quedándonos con la hipótesis alterna, en consecuencia se podrá determinar de la evaluación de nivel de riesgo y vulnerabilidad por inundaciones permitiendo precisar la ubicación y el diseño adecuado de la defensa ribereña en la cuenca del río Tingo Sector Junipalca Del Distrito De San Francisco De Asís De Yarusyacan – Pasco 2022.

b) Formulación de hipótesis específico 1

Ha: Determinando las zonas de vulnerabilidad evitara el riesgo de inundación y huaicos en zonas aledañas al Río Tingo sector Junipalca Del Distrito De San Francisco De Asís De Yarusyacan – Pasco 2022.

Ho: Determinando las zonas de vulnerabilidad No evitara el riesgo de inundación y huaicos en zonas aledañas al Río Tingo sector Junipalca Del Distrito De San Francisco De Asís De Yarusyacan – Pasco 2022.

4.4.2. Determinación del Nivel de vulnerabilidad

Los niveles de peligro por inundación de un área analizada, concluyen de la relación entre frecuencia de las inundaciones y su intensidad, cabe mencionar el producto de la profundidad por la velocidad. En las tablas del 33 al 54, se puede apreciar los tipos de peligro que se identificaron cuyo resumen se ve en la tabla 86.

Tabla 88**Estratificación del peligro**

PELIGRO	BAJO De 1 a 25 %	MEDIO De 26 a 50 %	ALTO De 51 a 75 %	MUY ALTO De 76 a 100 %
1. PELIGROS DE ORIGEN NATURAL				
1.1. GENERADOS POR PROCESOS EN EL INTERIOR DE LA TIERRA				
SISMO				X
1.2. GENERADOS POR PROCESOS EN LA SUPERFICIE DE LA TIERRA				
DESLIZAMIENTOS				X
DERRUMBE				X
EROSION				X
1.3. GENERADOS POR FENOMENOS HIDROLOGICOS, METEREOLÓGICOS Y OCEANOGRÁFICOS				
VIENTOS FUERTES			X	
LLUVIAS INTENSAS				X
FENOMENO DEL NIÑO				X
FENOMENO LA NIÑA			X	
PRECIPITACIONES PROLONGADAS				X
INUNDACIONES				X
GRANIZADAS				X
HELADAS				X
FRIAJE			X	
1.4. DE ORIGEN BIOLÓGICO				
EPIDEMIAS		X		
2. PELIGROS INDUCIDOS POR LA ACTIVIDAD DEL HOMBRE				
2.1. INCENDIOS				
INCENDIO URBANO				X
EXPLOSION			X	
2.2. CONTAMINACION				
CONTAMINACION AMBIENTAL				X

Nota. Elaboración propia

Tabla 89

Valores, estratificación del peligro

PELIGRO	BAJO De 1 a 25 %	MEDIO De 26 a 50 %	ALTO De 51 a 75 %	MUY ALTO De 76 a 100 %
1. PELIGROS DE ORIGEN NATURAL				
1.1. GENERADOS POR PROCESOS EN EL INTERIOR DE LA TIERRA				
SISMO				95
1.2. GENERADOS POR PROCESOS EN LA SUPERFICIE DE LA TIERRA				
DESLIZAMIENTOS				95
DERRUMBE				90
EROSION				90
1.3. GENERADOS POR FENOMENOS HIDROLOGICOS, METEREOLÓGICOS Y OCEANOGRÁFICOS				
VIENTOS FUERTES			70	
LLUVIAS INTENSAS				95
FENOMENO DEL NIÑO				95
FENOMENO LA NIÑA			70	
PRECIPITACIONES PROLONGADAS				90
INUNDACIONES				90
GRANIZADAS				95
HELADAS				90
FRIAJE			70	
1.4. DE ORIGEN BIOLÓGICO				
EPIDEMIAS		45		
2. PELIGROS INDUCIDOS POR LA ACTIVIDAD DEL HOMBRE				
2.1. INCENDIOS				
INCENDIO URBANO				90
EXPLOSION			70	
2.2. CONTAMINACION				
CONTAMINACION AMBIENTAL				90
2.3. ORIGEN BIOLÓGICA				
PROMEDIO			84.11	

Nota. Elaboración propia

De la misma manera de las tablas realizadas de la tabla 56 a la tabla 83 se puede ver e identificar el resumen de composito de riesgo (tabla 83) a si como peligros asociados (tabla 84), donde se identifica el grado de vulnerabilidad y nivel de riesgo.

Tabla 90
Compósito de riesgos.

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO	VULNERABILIDAD MUY ALTA	NIVEL DE RIESGO
SISMO			X			ALTO
DESLIZAMIENTO				X	X	MUY ALTO
DERRUMBE				X	X	MUY ALTO
EROSION				X	X	MUY ALTO
VIENTOS FUERTES			X			ALTO
LLUVIAS INTENSAS				X	X	MUY ALTO
FENOMENO DEL NIÑO				X	X	MUY ALTO
FENOMENO LA NIÑA			X			ALTO
PRECIPITACIONES PROLONGADAS				X	X	MUY ALTO
INUNDACIONES				X	X	MUY ALTO
GRANIZADA				X	X	MUY ALTO
HELADAS			X			MUY ALTO
FRIAJE		X				MEDIO
EPIDEMIA		X				MEDIO
INCENDIO URBANO			X			ALTO
EXPLOSION			X			ALTO
CONTAMINACION AMBIENTAL				X	X	MUY ALTO

Nota. Elaboración propia

RESUMEN DE PELIGROS ASOCIADOS (PELIGROS IDENTIFICADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO)

*Tabla 91
Peligros asociados.*

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO	VULNERABILIDAD MUY ALTA	NIVEL DE RIESGO
SISMO			X			ALTO
DESLIZAMIENTO				X	X	MUY ALTO
DERRUMBE				X	X	MUY ALTO
EROSION				X	X	MUY ALTO
VIENTOS FUERTES			X			ALTO
LLUVIAS INTENSAS				X	X	MUY ALTO
FENOMENO DEL NIÑO				X	X	MUY ALTO
FENOMENO LA NIÑA			X			ALTO
PRECIPITACIONES PROLONGADAS				X	X	MUY ALTO
INUNDACIONES				X	X	MUY ALTO
GRANIZADA				X	X	MUY ALTO
HELADAS			X			MUY ALTO
FRIAJE		X				MEDIO
EPIDEMIA		X				MEDIO
INCENDIO URBANO			X			ALTO
EXPLOSION			X			ALTO
CONTAMINACION AMBIENTAL				X	X	MUY ALTO

Nota. Elaboración propia

Como resumen de análisis realizados a través de las tablas mencionadas se resume en un planteamiento de mapeo.

- Toma de decisión:

Por los datos obtenidos de niveles de riesgo rechazamos la hipótesis nula, quedándonos con la hipótesis alterna, en consecuencia se Determinar las zonas de vulnerabilidad evitando los riesgos de inundación y huaicos en zonas

aledañas al Rio Tingo sector Junipalca Del Distrito De San Francisco De Asís De Yarusyacan – Pasco 2022

c) Formulación de hipótesis específico 2

Ha: Determinando los cálculos de los niveles máximos de caudales de retorno 10, 20, 50 y 100 años, mejorara el diseño con secciones más adecuadas en el cauce del rio Tingo en la zona aledañas al sector Junipalca Del Distrito De San Francisco De Asís De Yarusyacan – Pasco 2022.

Ho: Determinando los cálculos de los niveles máximos de caudales de retorno 10, 20, 50 y 100 años, No mejorara el diseño con secciones más adecuadas en el cauce del rio Tingo en la zona aledañas al sector Junipalca Del Distrito De San Francisco De Asís De Yarusyacan – Pasco 2022.

4.4.3. Determinación del Niveles máximos de caudales de retorno

Para determinar los caudales máximos para periodos de retorno de 10, 20, 50 y 100 años, para ello se trabajará con el cálculo de probabilidad, con el método GUMBEL, para ello se trabajó con la siguiente formula:

CALCULO DE PROBABILIDAD

$$T = \frac{1}{1 - (1 - p)^{1/n}}$$

OTROS MÉTODOS DE CALCULO

Cuencas menores de 3500 km² **Q_{máx} = Q_{md} (1+2.66 A^{-0.36}) (45)**

Cuencas mayores de 3500 km² **Q_{máx} = Q_{md} (1+1.2 A^{-0.036}) (46)**

Siendo:

- Q_{máx} : caudal máximo instantáneo
- Q_{md} : caudal máximo diario
- A : área de la cuenca de recepción en el punto de control hidrométrico

PERIODO DE RETORNO

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

RESUMEN DETERMINACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS EN LA ZONA DE ESTUDIO

Tabla 92

Determinación de caudales máximos

DETERMINACION DE LOS CAUDALES MAXIMOS ESPERADOS PARA LOS CUATRO PERIODOS DE RETORNO 10,20,50 Y 100 AÑOS (CON EL METODO GUMBEL)					
1	2	3	4	5	6
AÑOS	CAUDAL MAXIMO	ORDEN DESCENDENTE	N° ORDEN	PERIODO DE RETORNO	FRECUENCIA
1999	198.46	184.56	1	21.000	95.2
2000	186.45	179.54	2	10.500	90.5
2001	165.48	170.49	3	7.000	85.7
2002	178.30	178.30	4	5.250	81.0
2003	189.80	166.50	5	4.200	76.2
2004	179.45	163.45	6	3.500	71.4
2005	168.45	147.80	7	3.000	66.7
2006	100.45	143.60	8	2.625	61.9
2007	71.30	126.40	9	2.333	57.1
2009	102.30	122.40	10	2.100	52.4
2010	72.90	119.40	11	1.909	47.6
2011	152.70	111.80	12	1.750	42.9
2012	57.50	107.00	13	1.615	38.1
2013	79.60	102.30	14	1.500	33.3
2014	147.80	100.45	15	1.400	28.6
2015	119.40	79.60	16	1.313	23.8
2016	111.80	77.40	17	1.235	19.0
2017	107.00	72.90	18	1.167	14.3
2018	126.40	71.30	19	1.105	9.5
2019	77.40	57.50	20	1.050	4.8
		2482.69			

Nota. Elaboración propia

RESUMEN DETERMINACION DE CURVA DE DURACION PARA EL CAUDAL MEDIO EN LA ZONA DE ESTUDIO

Tabla 93

Determinación de caudales máximos.

ELABORACION DE LA CURVA DE DURACION PARA EL CAUDAL MEDIO				
AÑOS	CAUDAL MEDIO	ORDEN DESCENDENTE	Nº ORDEN	PROBABILIDAD OCUREENCIA
1982	65.80	88.00	1	5.000
1983	68.60	70.00	2	10.000
1984	42.80	68.60	3	15.000
1985	44.00	65.80	4	20.000
1986	40.00	65.40	5	25.000
1987	32.60	64.00	6	30.000
1988	64.00	61.00	7	35.000
1989	35.60	47.20	8	40.000
1990	18.40	44.00	9	45.000
1991	47.20	42.80	10	50.000
1992	15.00	42.40	11	55.000
1993	65.40	40.00	12	60.000
1994	9.20	35.60	13	65.000
1995	13.40	32.60	14	70.000
1996	31.20	31.20	15	75.000
1997	61.00	18.40	16	80.000
1998	70.00	16.80	17	85.000
1999	88.00	15.00	18	90.000
2000	42.40	13.40	19	95.000
2001	16.80	9.20	20	100.000

Nota. Elaboración propia

RESUMEN DE RESULTADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO

Tabla 94

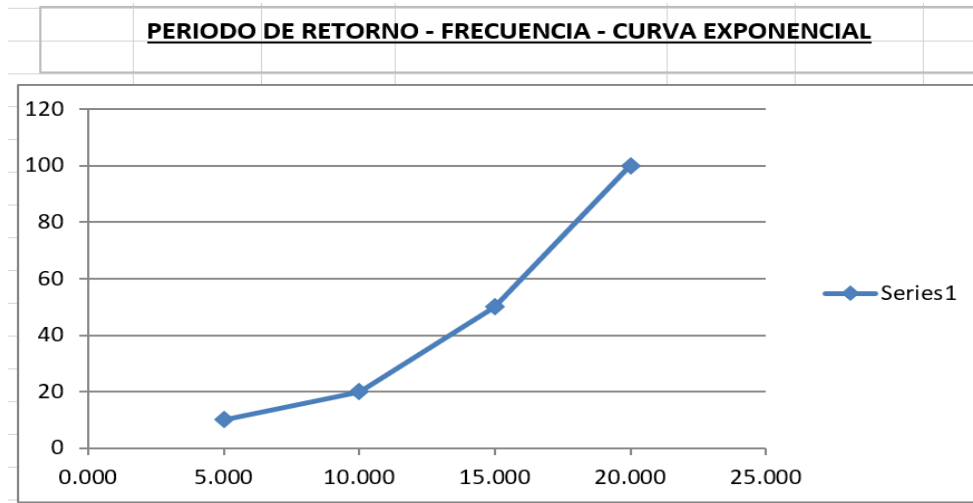
Resumen de resultados.

CALCULANDO EL CAUDAL MEDIO	
124.13	
CALCULANDO LA DESVIACION ESTANDAR	
40.80	
EL CALCULO DE LOS CAUDALES PARA CADA PERIODO DE RETORNO SERA	
PARA T = 10	Q = 177.36
PARA T = 20	Q = 200.25
PARA T = 50	Q = 229.89
PARA T = 100	Q = 252.10
10	
20	
50	
100	

Nota. Elaboración propia

Figura 33

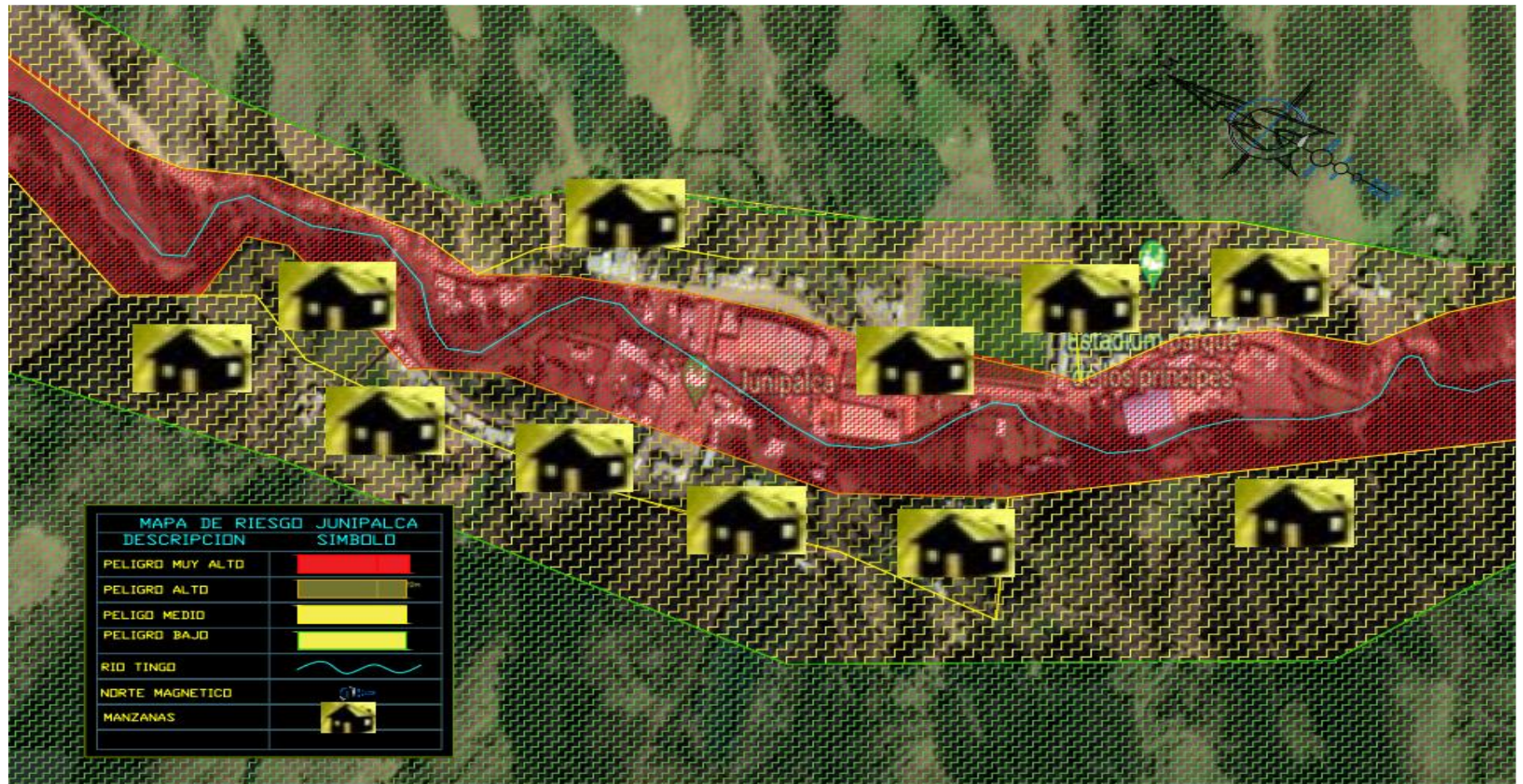
Periodo de retorno – frecuencia – curva exponencial



Nota. Elaboración propia

Figura 34

Zonificación de riesgo



Nota. Elaboración propia

Figura 35

Ubicación y tipo de muro de contención



Nota. Elaboración propia

- **Toma de decisión:**

- Por los datos obtenidos de para periodos de retorno de 10, 20, 50 y 100, rechazamos la hipótesis nula, quedándonos con la hipótesis alterna, en consecuencia, se Determinando los cálculos de los niveles máximos de caudales de retorno 10, 20, 50 y 100años, mejorara el diseño con secciones más adecuadas en el cauce del rio Tingo en la zona aledañas al sector Junipalca Del Distrito De San Francisco De Asís De Yarusyacan – Pasco 2022.

d) Formulación de hipótesis específico 3

Ha: Determinando la capacidad hidráulica permitirá determinar la capacidad máxima del cauce del rio Tingo en la zona aledañas al sector Junipalca Del Distrito De San Francisco De Asís De Yarusyacan – Pasco 2022.

Ho: Determinando la capacidad hidráulica No permitirá determinar la capacidad máxima del cauce del rio Tingo en la zona aledañas al sector Junipalca Del Distrito De San Francisco De Asís De Yarusyacan – Pasco 2022.

4.4.4. Determinación de Capacidad hidraulica.

Mediante el diagnóstico del comportamiento hidráulico del rio Tingo se puede evidenciar que el margen Izquierda es la más vulnerable, (por topografía del lugar) siendo inundada completamente, provocando el colapso de muchas viviendas construidas de material adobe, así mismo la infraestructura pública (ya mencionadas que pone en riesgo sobre todo a los educando de los niveles inicial, primaria y secundaria), y en algunos tramos el deterioro de las vías de acceso, entre otras.

El Gobierno Local - Municipalidad Distrital San Francisco de Asís de Yarusyacan, tiene que desarrollar un proyecto de inversión pública y mitigar los efectos que podrían desarrollarse en los márgenes del Rio Tingo Sector Junipalca. Por el cual se Plantea un Presupuesto Aproximada para la mitigación mediante la construcción de muro de contención.

4.4.5. Discusión de resultados con tesis referenciales

En relación a las tesis referenciales se puede concluir que las 5 tesis consideran el mismo problema que de acuerdo al incremento de precipitaciones por diferentes fenómenos naturales de acuerdo a sus respectivos ubicaciones, las cuales nos permiten evaluar la dinámica, incremento y duraciones de las inundaciones para diferentes periodos de retorno, estos provocan vulnerabilidad e inundaciones que perjudican a la población más necesitada tanto en sus propias viviendas así como el equipamiento e infraestructura pública y las recomendaciones coincidentes es llamar a los gobiernos locales regionales realizar una evolución y realizar mapas de riesgo, e implementar las defensas rivereñas para determinar la evaluación realizadas plantean en periodos de retorno hasta 100 años, permitiendo evaluar las alturas y duraciones de las inundaciones para diferentes periodos de retorno, el cual s desarrollo los mapas de riesgo de inundaciones se utilizó un modelo hidrodinámico con diferentes software como denominados RPP-2D, Hec Ras y GYS, las cuales cumplen satisfactoriamente determinar los parámetros de retorno y caudal de lluvias y realizar mapas de riesgo.

CONCLUSIONES

- De acuerdo al análisis realizado por clima, topografía, los caudales máximos y sus respectivos tiempo de retorno así como por sus antecedentes el nivel de riesgo y vulnerabilidad se determinó que el **NIVEL DE RIESGO MUY ALTO** en los siguientes peligros: deslizamientos, derrumbes, erosión, lluvias intensas, precipitaciones prolongadas, inundaciones, granizadas, heladas es considerado y de **NIVEL DE RIESGO ALTO** los peligros de: sismo y vientos fuertes, (tabla 85 Resumen de peligros asociados) Las Áreas altamente vulnerables a inundaciones son las ubicadas en la margen izquierda del río Tingo, zona poblada, con presencia de viviendas construidas precariamente, así como de infraestructura pública, donde el tirante de inundación alcanza hasta 1.50 m, provocando el colapso de estas, Las viviendas e infraestructura pública construidas a orillas del río Tingo Sector Junipalca, reducen el cauce, y ante un evento con el aumento de caudal en temporadas de invierno, este incremento de magnitud podría producir desbordamientos por el flujo. El río Tingo en Sector Junipalca se desborda prácticamente en todas las secciones, la inundación se torna más pronunciada a partir de la progresiva 0+520.00 km aguas abajo del tramo analizado, inundándola completamente.
- Se determinó las zonas vulnerables de riesgo de inundación concluyendo con marcados problemas de inundaciones en ambos márgenes del río, afectando más la margen izquierda donde se encuentran ubicadas viviendas así como infraestructura pública, como Educación inicial, 20 alumnos, Educación primarias, 30 de alumnos, Colegio secundario Albert Einstein, 45 alumnos, Centro de salud, Local municipal, Centro cívico, Local comunal, Parque central pavimentada, Estadio comunal de fútbol, Local de vaso de Leche, Vivero forestal, Granja de chanchos, Agua entubada, Iglesia católica, Iglesia evangélica, Viviendas con material rustico en total 90%, Viviendas con material noble en total 10%, así como 4 puentes

peatonales. Siendo estas vulnerables en épocas de crecidas para periodos de retorno mayores a 40, 50 y 100 años las cuales se graficaron (Figura 27, Zonificación de riesgo).

- El estudio hidrológico de la Cuenca del río Tingo sector Junipalca, se realizó con el modelo hidrológico HEC RAS, apoyados del software GIS, del modelamiento se determinó los hidrogramas de máximas avenidas y los caudales de máximas avenidas para distintos periodos de retorno, para un periodo de retorno de 20 años se obtuvo un caudal máximo de 200.25 m³/s.; para 50 años, se obtuvo un caudal máximo de 229.89 m³/s.; para 100 años se obtuvo un caudal máximo de 252.10 m³/s. • El tramo del río Tingo del sector Junipalca, analizado para determinar la defensa ribereña a mejorar y ampliar es de 1065.00 m. aprox., el análisis hidráulico se realizó con el modelo HEC – RAS apoyado de herramientas SIG, concluyendo con marcados problemas de inundaciones en ambos márgenes del río, afectando más la margen izquierda donde se encuentran ubicadas viviendas así como infraestructura pública, (mencionadas en las conclusiones anteriores) • De los resultados de las principales características hidráulicas de las secciones del tramo del río Tingo del sector Junipalca, se proyecta implementar y mejorar la estructura de protección, se determinó que presentan un flujo supercrítico en todo el tramo, con velocidades altamente erosivas para 20, 50 y 100 años de periodos de retorno. Concluyendo que las riberas de ambos márgenes están expuestas a peligros altos de erosión y socavación. • Del estudio de todo el tramo del río Tingo, sector Junipalca, obtenemos para las secciones analizadas, que los tirantes máximos son: 2:20 m., 3.00 m, 4.80 m. para los periodos de retorno de 20, 50 y 100 años respectivamente, por las características de la zona se debe considerar un borde o altura libre de 1.00 m. como mínimo; estas alturas mínimas asumidas para la estructura de protección proyectadas respecto a la cota del fondo del cauce serán

de 2.40 m., 3.30 m., 5.10 m., respectivamente para cada periodo de retorno. Datos que el proyectista tendrá en consideración para el diseño de la estructura.

- Las profundidades de socavación varían en todo el tramo del río, Tingo sector Junipalca, determinado por un promedio a lo largo del tramo del río donde se emplazará el proyecto; siendo estas: 1:00 m. para un periodo de retorno de 20años; para 50 años de periodo de retorno 1.60 m., y para un periodo de retorno de 100 años oscilan entre 2.30 m.

- Con el modelamiento hidráulico fue posible reconocer las zonas críticas y con mayor probabilidad de inundación. Se analizo, identifico los riesgos y vulnerabilidad a lo largo del rio Tingo sector Junipalca, para reducir las probabilidades de daños a las zonas aledañas. (Figura 27) Así como plantear la ubicación y tipo de estructura de muro de contención (Figura 28).

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que Gobierno Local - Municipalidad Distrital de San Francisco de Asís de Yarusyacan, desarrollar un plan de desarrollo urbano para determinar el uso correcto del espacio y no invertir la inversión pública en áreas altamente vulnerables un que pone en riesgo a la población, de la misma manera para realizar el plan de riesgo y determinar la jerarquía de inversión pública.
- De igual manera desarrollar un proyecto de inversión pública de implementación de defensa ribereña para mitigar los efectos que podrían desarrollarse en los márgenes del Rio Tingo. Por el cual se Plantea un Presupuesto Aproximada para la mitigación mediante la construcción de muro de contención.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfara, T. y Bardález, J. (2010). Tratamiento de cauce del río para el control de inundaciones en la cuenca Chancay Lambayeque.
- Aparicio, F. (1992). Fundamentos De Hidrología De Superficie. 1 ed. México, Limusa. 152 p.
- Bras, R. (1989). Hydrology: An Introduction to Hydrologic Science. Boston, Estados Unidos, Addison-Wesley. 660 p.
- Breña, A.; Jacobo, M. (2006). Principios y Fundamentos de la Hidrología Superficial. 1 ed. Tlalpan, México, Universidad Autónoma Metropolitana. 287 p
- Bladé, E; Sánchez Juny, M; Sánchez, HP; Niñerola, D; Gómez, M. 2009.
- Campos, D. (1998). Procesos del ciclo hidrológico. 3 ed. San Luis Potosí, México, Universitaria Potosina. 540 p.
- De La Cruz, (2021) "Estimación de riesgo por flujos de detritos en la quebrada de San Jerónimo Lunahuaná – Cañete - Lima"
- Federal Council for Science and Technology (U.S.). (1962) Committee on Oceanography. Edition: 1962/1963. Publication info: [Washington?]
- Lara (2013), "investigación percepciones social en la gestión de riesgo e inundaciones de un área mediterráneo en Calonge Torroella y Montgri y Toosa de mar – Colombia",
- Ledesma (2019) "Análisis Comparativo De La Estimación Del Nivel De Riesgo De Desastres Del Centro Poblado De Huallamayo - Paucartambo – Pasco".
- Méndez (2010), "investigación denomina la metodología para la construcción de mapas de riesgo de inundaciones sobre la costa de Argentina del Río de la Plata".
- Monsalve, G. (2011), hidrología en la Ingeniería- 2 ed. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. 202 p.
- Modelación numérica en ríos en régimen permanente y variable (s.f.) Una visión a partir del modelo HEC-RAS. 1 ed. Barcelona, España, UPC. 216 p.

Salgado (2005), "Análisis Integral De Riesgo A Deslizamientos E Inundaciones En La Micro Cuenca Del Rio Gila, Copan, Honduras, 2005"

Caamaño Nelli, G; Dasso, CM; García, CM; Mascuka, E. (2013). Validez de la técnica de intensidad instantánea para la extracción de Hietogramas de diseño típicos. CUADERNOS del CURIHAM 19:25-34.

Ray, J. (1978), Ingeniería de los recursos hídricos. 6 ed. Universidad de Stanford.

Villon, M. (2011), Hidrología. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

ANEXO

Instrumentos de recolección de datos

DISEÑO HIDROLOGICO

ESTIMACIÓN DE CAUDAL MÁXIMO DE DISEÑO

Esta estimación depende principalmente del registro de precipitaciones máximas en 24 horas, por lo cual se tiene como Nota de información la estación **CERRO DE PASCO**, la cual tiene información desde el año 1950 hasta el año 2018, además, partiendo de los registros se tendrá que hacer un análisis de los datos

Periodo de retorno (De acuerdo al MTC)

La estimación del periodo de retorno está en función al riesgo admisible para el proyecto:

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (**) (%)
Puentes (*)	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Ribereñas	25

(*) - Para obtención de la luz y nivel de aguas máximas extraordinarias.
- Se recomienda un período de retorno T de 500 años para el cálculo de socavación.

(**) - Vida Útil considerado (n)

- Puentes y Defensas Ribereñas n= 40 años.
 - Alcantarillas de quebradas importantes n= 25 años.
 - Alcantarillas de quebradas menores n= 15 años.
 - Drenaje de plataforma y Sub-drenes n= 15 años.
- Se tendrá en cuenta, la importancia y la vida útil de la obra a diseñarse.
- El Propietario de una Obra es el que define el riesgo admisible de falla y la vida útil de las obras.

*Nota: Manual de carreteras: **HIDROLOGÍA; HIDRÁULICA Y DRENAJE***

Valores de periodo de Retorno T (Años)

RIESGO ADMISIBLE	VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0,01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0,02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0,05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0,10	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0,20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0,25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0,50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0,75	1,3	2	2,7	4,1	7,7	15	18	37	73	144

Nota: Manual de carreteras: HIDROLOGÍA; HIDRÁULICA Y DRENAJE

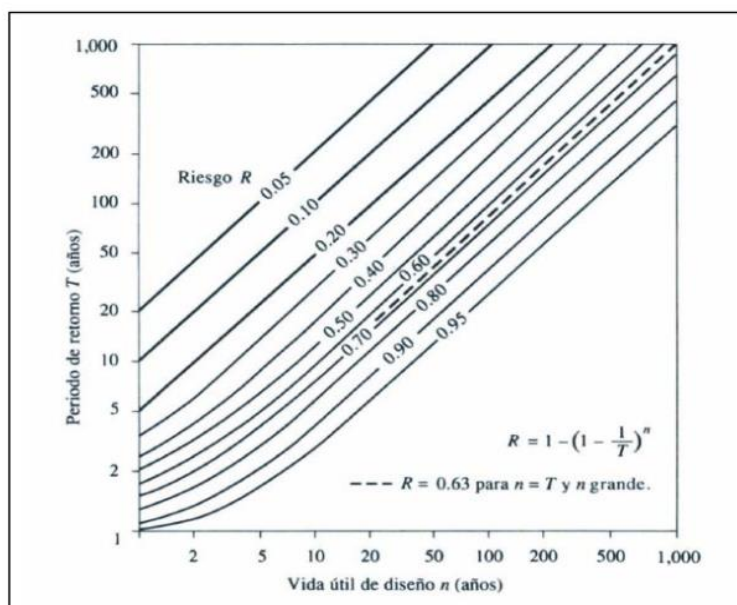
De este cuadro se resuelve que teniendo una vida útil de 20 años, y teniendo un riesgo admisible se tiene un valor de interpolación aplicado en la tabla N° 01 del MTC, por lo cual se hará el calculo matemáticamente con la siguiente fórmula:

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

Donde:

- R: Riesgo = 40 %
- T: Periodo de Retorno = 50 años
- n: Tiempo de vida útil = 20 años

Riego de por lo menos una excelencia del evento de diseño durante la vida útil



Nota. Hidrologia aplicada (Ver to Chow)

Adicionalmente se puede hacer el uso de la figura mostrada: con lo cual se constata que el periodo de retorno es de 50 años.

Tratamiento del registro de precipitaciones máximas en 24 Horas.

Como primer paso tenemos la informa

ecipitación otorgada por el Senamhi.



Estación: CERRO DE PASCO, Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento: PASCO Provincia: PASCO Distrito: CHAUPIMARCA

Latitud: 10° 41' 37" Longitud: 76° 15' 1" Altitud: 4260

Año Registro	Pp max 24 hrs
1951	48.3
1952	25.6
1953	
1954	
1955	35
1956	23.2
1957	35
1958	27.2
1959	34.6
1960	33
1961	29
1962	30.4
1963	29.2
1964	38.8
1965	28
1966	27
1967	35
1968	
1969	
1970	
1971	34
1972	

Año Registro	Pp max 24 hrs
1973	
1974	
1975	30
1976	50
1977	35
1978	
1979	28
1980	38
1981	43
1982	40
1983	40
1984	30
1985	30
1986	44
1987	23.5
1988	46
1989	37
1990	40
1991	27
1992	23
1993	36
1994	28.6
1995	25.1

Año Registro	Pp max 24 hrs
1996	
1997	56.7
1998	31
1999	38
2000	23
2001	29
2002	27
2003	21
2004	33
2005	47
2006	27
2007	27
2008	29.4
2009	39.2
2010	35.9
2011	24.4
2012	25.4
2013	25.8
2014	25.8
2015	25.1
2016	20.6
2017	28
2018	29.6

Se tiene que (*) corregir estos valores de la estación, multiplicándolos por el valor de 1.13.

(*) **Corrección por intervalo fijo de observación, By L.L. Weis.**

Por lo que los datos que servirán para los modelos de distribución son los siguientes:

Año Registro	Pp max 24 hrs
1951	54.58
1952	28.93
1953	
1954	
1955	39.55
1956	26.22
1957	39.55
1958	30.74
1959	39.10
1960	37.29
1961	32.77
1962	34.35
1963	33.00
1964	43.84
1965	31.64

Año Registro	Pp max 24 hrs
1973	
1974	
1975	33.90
1976	56.50
1977	39.55
1978	
1979	31.64
1980	42.94
1981	48.59
1982	45.20
1983	45.20
1984	33.90
1985	33.90
1986	49.72
1987	26.56

Año Registro	Pp max 24 hrs
1996	
1997	64.07
1998	35.03
1999	42.94
2000	25.99
2001	32.77
2002	30.51
2003	23.73
2004	37.29
2005	53.11
2006	30.51
2007	30.51
2008	33.22
2009	44.30
2010	40.57

1966	30.51	1988	51.98	2011	27.57
1967	39.55	1989	41.81	2012	28.70
1968		1990	45.20	2013	29.15
1969		1991	30.51	2014	29.15
1970		1992	25.99	2015	28.36
1971	38.42	1993	40.68	2016	23.28
1972		1994	32.32	2017	31.64
		1995	28.36	2018	33.45

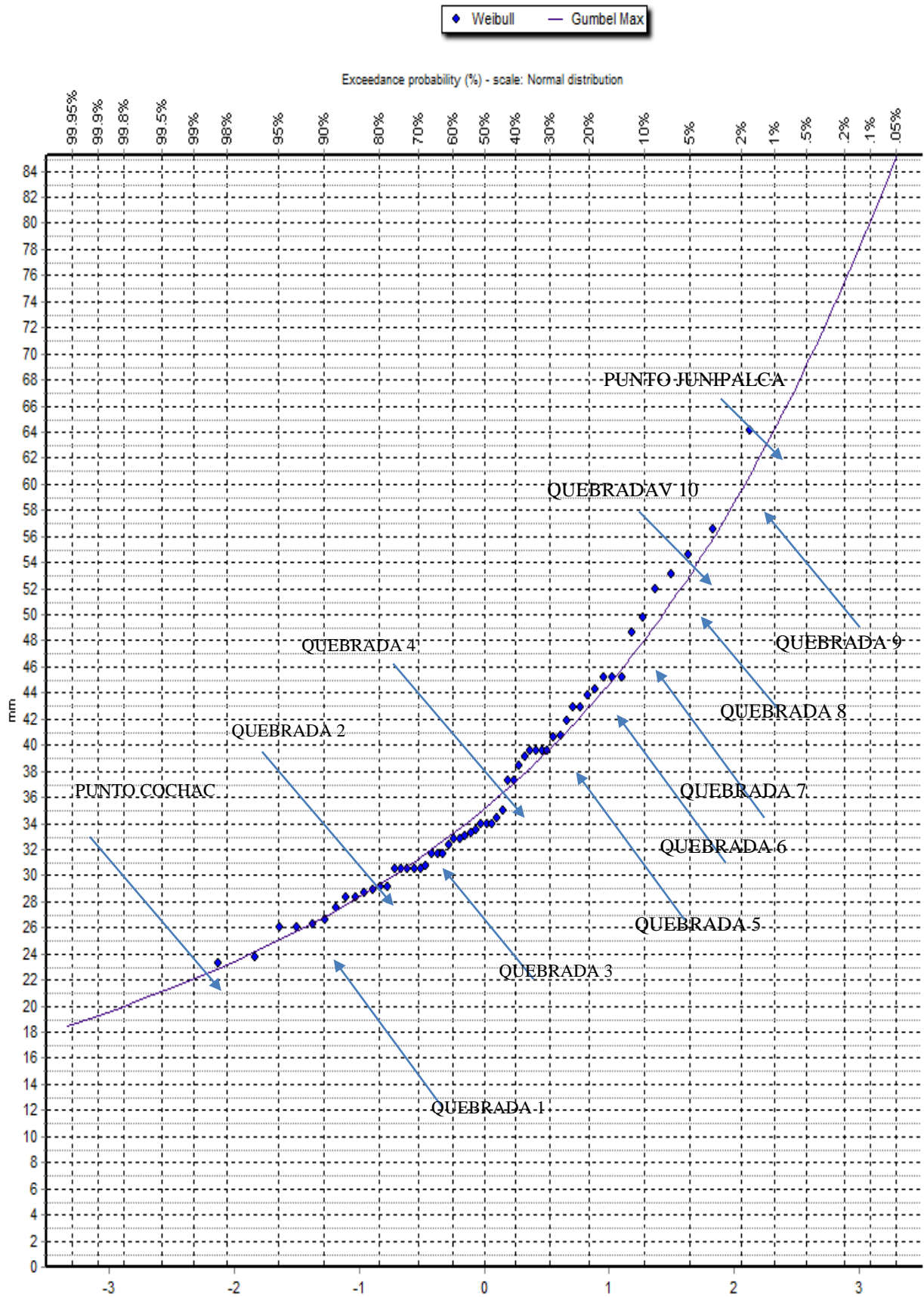
Modelos de distribución del registro de precipitaciones máximas en 24 Horas.

El análisis de frecuencias tiene la finalidad de estimar **precipitaciones**, intensidades o caudales máximos, según sea el caso, para diferentes períodos de retorno, mediante la aplicación de modelos probabilísticos, los cuales pueden ser discretos o continuos.

El MTC, recomienda estos modelos:

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

A continuación, se muestran las distribuciones:



Puebas de Bonda de ajuste.

Las pruebas de bondad de ajuste son pruebas de hipótesis que se usan para evaluar si un conjunto de datos es una muestra independiente de la distribución elegida.

En la teoría estadística, las pruebas de bondad de ajuste más conocidas son la X^2 y la Kolmogorov – Smirnov, las cuales se describen a continuación.

Pruebas de Bonda de ajuste.

X-Square test para todas las Distribuciones					
	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a	Pearson Param.
Normal	ACCEPT	REJECT	REJECT	4.80%	9.58621
Normal (L-Moments)	ACCEPT	REJECT	REJECT	1.92%	11.7586
LogNormal	ACCEPT	REJECT	REJECT	3.93%	10.069
Galton	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	28.47%	3.7931
Exponential	ACCEPT	ACCEPT	REJECT	8.67%	8.13793
Exponential (L-Moments)	ACCEPT	REJECT	REJECT	2.90%	10.7931
Gamma	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	11.56%	7.41379
Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	28.47%	3.7931
Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	28.47%	3.7931
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	43.47%	3.7931
EV2-Max	ACCEPT	ACCEPT	REJECT	5.86%	9.10345
EV1-Min (Gumbel)	REJECT	REJECT	REJECT	0.07%	19.2414
EV3-Min (Weibull)	ACCEPT	REJECT	REJECT	1.41%	12.4828
GEV-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	28.47%	3.7931
GEV-Min	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	21.08%	4.51724
Pareto	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	38.11%	3.06897
GEV-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	28.47%	3.7931
GEV-Min (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	23.32%	4.27586
EV1-Max (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	43.47%	3.7931
EV2-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	15.32%	6.68966
EV1-Min (Gumbel, L-Moments)	REJECT	REJECT	REJECT	0.17%	17.3103
EV3-Min (Weibull, L-Moments)	ACCEPT	REJECT	REJECT	1.41%	12.4828
Pareto (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	38.11%	3.06897
GEV-Max (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	15.32%	6.68966
GEV-Min (kappa specified)	ACCEPT	REJECT	REJECT	1.41%	12.4828
GEV-Max (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	31.30%	4.75862
GEV-Min (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	REJECT	REJECT	1.41%	12.4828

Kolmogorov-Smirnov test para todas las Distribuciones					
	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a	DMax
Normal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	18.25%	0.14365
Normal (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	16.83%	0.14606
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	56.00%	0.10377
Galton	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	68.42%	0.09403
Exponential	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	64.62%	0.097
Exponential (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	74.35%	0.08935
Gamma	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	42.35%	0.11532
Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	76.97%	0.08721
Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	82.60%	0.08238
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	76.64%	0.08749
EV2-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	62.54%	0.09862
EV1-Min (Gumbel)	ACCEPT	REJECT	REJECT	1.32%	0.20806
EV3-Min (Weibull)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	11.60%	0.15666
GEV-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	69.27%	0.09337
GEV-Min	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	88.25%	0.07692
Pareto	ACCEPT	ACCEPT	REJECT	5.66%	0.17531
GEV-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	91.72%	0.07294
GEV-Min (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	97.34%	0.06351
EV1-Max (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	80.20%	0.08449
EV2-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	70.04%	0.09277
EV1-Min (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	REJECT	REJECT	1.46%	0.20589
EV3-Min (Weibull, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	10.34%	0.1598
Pareto (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	14.47%	0.15045
GEV-Max (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	67.35%	0.09487
GEV-Min (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	REJECT	6.89%	0.17039
GEV-Max (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	79.51%	0.08509
GEV-Min (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	REJECT	6.43%	0.17214

De todas distribuciones sola las sombreadas son las significativas para el comportamiento de la información pluviométrica. Para lo cual se tiene las siguientes Ppmax de diseño para un periodo de retorno de 40 años:

Tr= 40 años	
Normal	53.8732
Normal (L-Moments)	53.5154
LogNormal	56.6821
Galton	57.3189
Exponential	60.313
Exponential (L-Moments)	62.8088
Gamma	55.7991
Pearson III	57.4513
Log Pearson III	58.3907
EV 1-Max (Gumbel)	57.9133
EV 2-Max	58.9561
EV 1-Min (Gumbel)	49.5301
EV 3-Min (Weibull)	52.6271
GEV-Max	57.4786
GEV-Min	57.5267
Pareto	57.8808
GEV-Max (L-Moments)	59.4252
GEV-Min (L-Moments)	58.5564
EV 1-Max (Gumbel, L-Moments)	58.3824
EV 2-Max (L-Moments)	62.1566
EV 1-Min (Gumbel, L-Moments)	49.8151
EV 3-Min (Weibull, L-Moments)	52.253
Pareto (L-Moments)	57.5169
GEV-Max (kappa specified)	58.9559
GEV-Min (kappa specified)	51.8131
GEV-Max (kappa specified, L-Moments)	61.517
GEV-Min (kappa specified, L-Moments)	51.5637

Se puede observar que para las distribuciones seleccionadas la oscilación de valores es pequeña, por lo cual se tomara el valor promedio, que es: 57.99 mm. Redondeado a **58.00 mm**

En resumen el valor de $P_{pmax} 24hrs (Tr: 4\zeta 50 \text{ años}) = 58.00 \text{ mm}$

Determinación del tiempo de concentración

Es el tiempo requerido por una gota para recorrer desde el punto hidráulicamente más lejano hasta la salida de la cuenca.

Las ecuaciones para calcular el tiempo de concentración se muestran en la siguiente tabla proporcionada por el MTC.

DETERMINACION DE QMAX APORTADO

Area Aportante	Longitud del Afluente (m)	Cota Máxima (m.s.n.m.)	Cota mínima (m.s.n.m.)	Desnivel máximo (m)	Pendiente (m/m)	Pendiente (%)	Área (Km2)
A maxima de aporte (A-5)	434	4316.58	4138	178.58	0.411	41.1	0.051

CALCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACION

Fórmula de Kirpich: $Tc = 0.06628 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$

También se le conoce como la fórmula de California Highway and Public Works

Fórmula de Témez: $Tc = 0.3L^{0.76}S^{-0.19}$

Fórmula de Ven Te Chow: $Tc = 0.273 \left(\frac{L}{S}\right)^{0.64}$

Fórmula de Hathaway: $Tc = 0.606 \frac{(Ln)^{0.467}}{S^{0.234}}$

donde los valores de rugosidad (n) recomendados son los siguientes:

Tipo de superficie	Valor de n
Suelo liso impermeable	0,02
Suelo desnudo	0,10
Pastos pobres, cultivos en hileras o suelo desnudo algo rugoso	0,20
Pastizales	0,40
Bosques de frondosas	0,60
Bosque de coníferas, o de frondosas con una capa densa de residuos orgánicos o de césped.	0,80

En las fórmulas anteriores:

Tc – tiempo de concentración, en horas

L – longitud del cauce principal, en km

<p>California Culverts Practice (1942)</p>	$t_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$ <p>L = longitud del curso de agua más largo, m. H = diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida, m.</p>
---	---

<p>Federal Aviation Administration (1970)</p>	$t_c = 0.7035 \frac{(1.1-C)L^{0.50}}{S^{0.333}}$ <p>C = coeficiente de escorrentía del método racional. L = longitud del flujo superficial, m. S = pendiente de la superficie, m/m</p>
--	--

<p>Ecuación de retardo SCS (1973)</p>	$t_c = \frac{0.0136 L^{0.8} \left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{0.7}}{S^{0.5}}$ <p>L = longitud hidráulica de la cuenca mayor trayectoria de flujo), m. CN = Número de curva SCS S = pendiente promedio de la cuenca, m/m.</p>
--	--

Fuente: * SCS Soil Conservation Service

Determinación del tiempo de concentración

Fórmula	Tc (hr)
Kirpich	0.0491
Teméz	0.1883
Ven Te Chow	0.2126
Hathaw ay	0.1724
Promedio	0.1388

Fórmula	Tc (Hr)
California	0.0491
FAA	0.1904
SCS	0.1094

Por lo tanto, Tc =

0.1388 hr

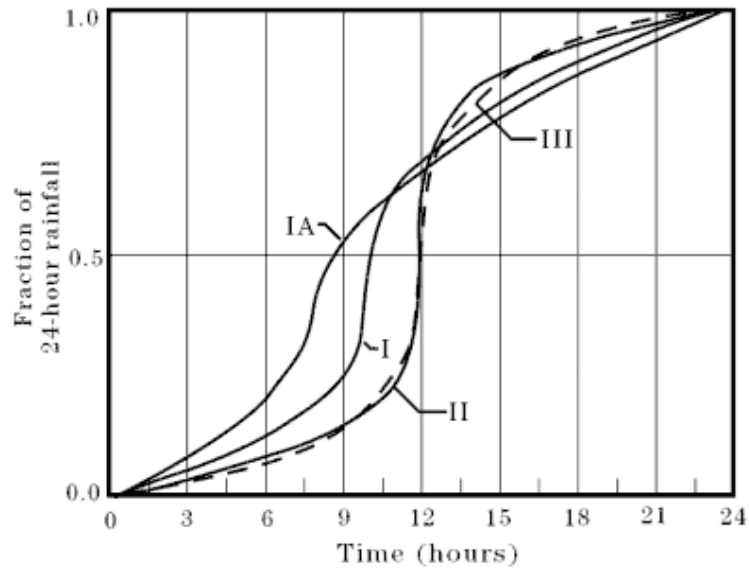
8.33 min

Determinación de la intensidad de diseño

Con esta Pp max 24 h para un Tr. 50 años = 58 mm, ahora vamos a crear la curva IDF.

Soil Conservation Service (SCS)

Lo haremos el de Soil Conservation Service (SCS). El cual es como sigue:



Si nosotros queremos ser conservadores entonces tomaremos la curva II, ya que matemáticamente la pendiente a la curva me está dando la intensidad, entonces **¿Que curva tiene mayor pendiente en alguna zona?** Pues es la CURVA II, por esa razón es que elegimos la curva II.

Y para la construcción de la curva II se tienen los siguientes Datos:

Pmax 24h	58	mm	
time (min)	SCS II	Pacum	Pinterv
0	0.0000	0.000	
6	0.0010	0.058	0.058
12	0.0020	0.116	0.058
18	0.0030	0.174	0.058
24	0.0041	0.238	0.064
30	0.0051	0.296	0.058
36	0.0062	0.360	0.064
42	0.0072	0.418	0.058
48	0.0083	0.481	0.064
54	0.0094	0.545	0.064
60	0.0105	0.609	0.064
66	0.0116	0.673	0.064
72	0.0127	0.737	0.064
78	0.0138	0.800	0.064
84	0.0150	0.870	0.070
90	0.0161	0.934	0.064
96	0.0173	1.003	0.070
102	0.0184	1.067	0.064
108	0.0196	1.137	0.070
114	0.0208	1.206	0.070
120	0.0220	1.276	0.070
126	0.0232	1.346	0.070

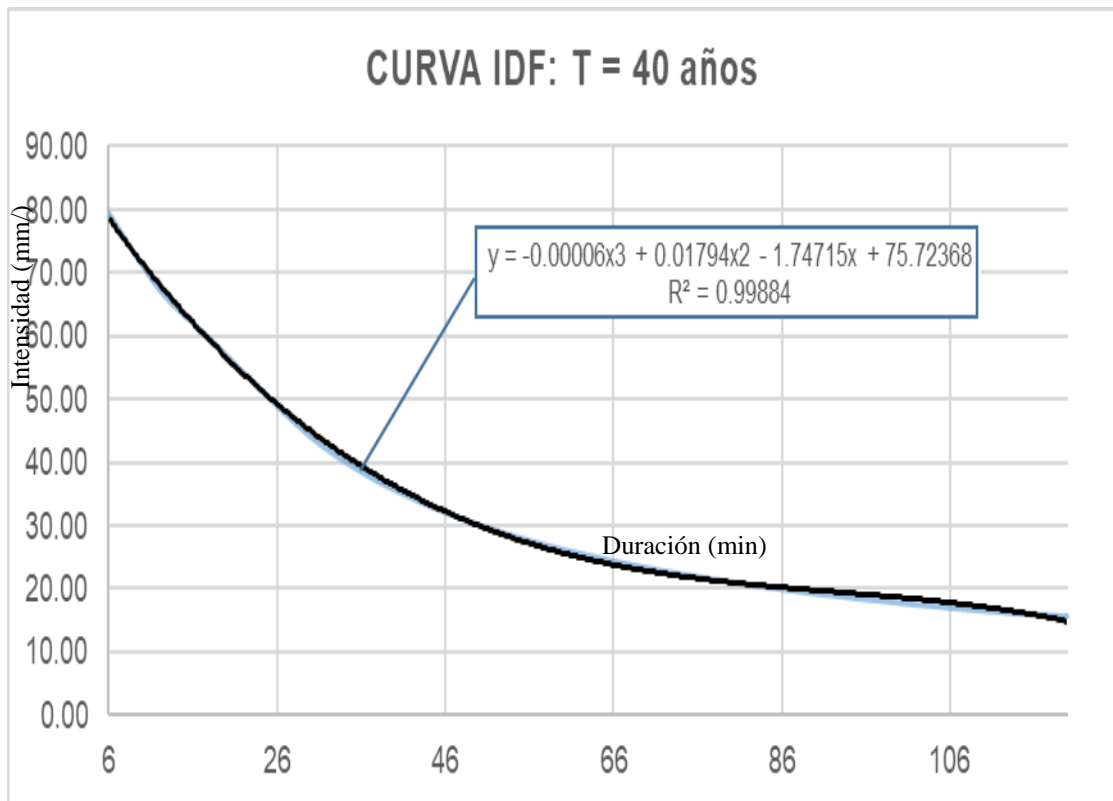
132	0.0244	1.415	0.070
138	0.0257	1.491	0.075
144	0.0269	1.560	0.070
150	0.0281	1.630	0.070
156	0.0294	1.705	0.075
162	0.0306	1.775	0.070
168	0.0319	1.850	0.075
174	0.0332	1.926	0.075
180	0.0345	2.001	0.075
186	0.0358	2.076	0.075
192	0.0371	2.152	0.075
198	0.0384	2.227	0.075
204	0.0398	2.308	0.081
210	0.0411	2.384	0.075
216	0.0425	2.465	0.081
222	0.0439	2.546	0.081
228	0.0452	2.622	0.075
234	0.0466	2.703	0.081
240	0.0480	2.784	0.081
246	0.0494	2.865	0.081
252	0.0508	2.946	0.081
258	0.0523	3.033	0.087
264	0.0538	3.120	0.087
270	0.0553	3.207	0.087
276	0.0568	3.294	0.087
282	0.0583	3.381	0.087
288	0.0598	3.468	0.087
294	0.0614	3.561	0.093
300	0.0630	3.654	0.093
306	0.0646	3.747	0.093
312	0.0662	3.840	0.093
318	0.0679	3.938	0.099
324	0.0696	4.037	0.099
330	0.0712	4.130	0.093
336	0.0730	4.234	0.104
342	0.0747	4.333	0.099
348	0.0764	4.431	0.099
354	0.0782	4.536	0.104
360	0.0800	4.640	0.104
366	0.0818	4.744	0.104
372	0.0836	4.849	0.104
378	0.0855	4.959	0.110
384	0.0874	5.069	0.110
390	0.0892	5.174	0.104
396	0.0912	5.290	0.116

402	0.0931	5.400	0.110
408	0.0950	5.510	0.110
414	0.0970	5.626	0.116
420	0.0990	5.742	0.116
426	0.1010	5.858	0.116
432	0.1030	5.974	0.116
438	0.1051	6.096	0.122
444	0.1072	6.218	0.122
450	0.1093	6.339	0.122
456	0.1114	6.461	0.122
462	0.1135	6.583	0.122
468	0.1156	6.705	0.122
474	0.1178	6.832	0.128
480	0.1200	6.960	0.128
486	0.1222	7.088	0.128
492	0.1246	7.227	0.139
498	0.1270	7.366	0.139
504	0.1296	7.517	0.151
510	0.1322	7.668	0.151
516	0.1350	7.830	0.162
522	0.1379	7.998	0.168
528	0.1408	8.166	0.168
534	0.1438	8.340	0.174
540	0.1470	8.526	0.186
546	0.1502	8.712	0.186
552	0.1534	8.897	0.186
558	0.1566	9.083	0.186
564	0.1598	9.268	0.186
570	0.1630	9.454	0.186
576	0.1663	9.645	0.191
582	0.1697	9.843	0.197
588	0.1733	10.051	0.209
594	0.1771	10.272	0.220
600	0.1810	10.498	0.226
606	0.1851	10.736	0.238
612	0.1895	10.991	0.255
618	0.1941	11.258	0.267
624	0.1989	11.536	0.278
630	0.2040	11.832	0.296
636	0.2094	12.145	0.313
642	0.2152	12.482	0.336
648	0.2214	12.841	0.360
654	0.2280	13.224	0.383
660	0.2350	13.630	0.406
666	0.2427	14.077	0.447

672	0.2513	14.575	0.499
678	0.2609	15.132	0.557
684	0.2715	15.747	0.615
690	0.2830	16.414	0.667
696	0.3068	17.794	1.380
702	0.3544	20.555	2.761
708	0.4308	24.986	4.431
714	0.5679	32.938	7.952
720	0.6630	38.454	5.516
726	0.6820	39.556	1.102
732	0.6986	40.519	0.963
738	0.7130	41.354	0.835
744	0.7252	42.062	0.708
750	0.7350	42.630	0.568
756	0.7434	43.117	0.487
762	0.7514	43.581	0.464
768	0.7588	44.010	0.429
774	0.7656	44.405	0.394
780	0.7720	44.776	0.371
786	0.7780	45.124	0.348
792	0.7836	45.449	0.325
798	0.7890	45.762	0.313
804	0.7942	46.064	0.302
810	0.7990	46.342	0.278
816	0.8036	46.609	0.267
822	0.8080	46.864	0.255
828	0.8122	47.108	0.244
834	0.8162	47.340	0.232
840	0.8200	47.560	0.220
846	0.8237	47.775	0.215
852	0.8273	47.983	0.209
858	0.8308	48.186	0.203
864	0.8342	48.384	0.197
870	0.8376	48.581	0.197
876	0.8409	48.772	0.191
882	0.8442	48.964	0.191
888	0.8474	49.149	0.186
894	0.8505	49.329	0.180
900	0.8535	49.503	0.174
906	0.8565	49.677	0.174
912	0.8594	49.845	0.168
918	0.8622	50.008	0.162
924	0.8649	50.164	0.157
930	0.8676	50.321	0.157
936	0.8702	50.472	0.151

942	0.8728	50.622	0.151
948	0.8753	50.767	0.145
954	0.8777	50.907	0.139
960	0.8800	51.040	0.133
966	0.8823	51.173	0.133
972	0.8845	51.301	0.128
978	0.8868	51.434	0.133
984	0.8890	51.562	0.128
990	0.8912	51.690	0.128
996	0.8934	51.817	0.128
1002	0.8955	51.939	0.122
1008	0.8976	52.061	0.122
1014	0.8997	52.183	0.122
1020	0.9018	52.304	0.122
1026	0.9038	52.420	0.116
1032	0.9058	52.536	0.116
1038	0.9078	52.652	0.116
1044	0.9097	52.763	0.110
1050	0.9117	52.879	0.116
1056	0.9136	52.989	0.110
1062	0.9155	53.099	0.110
1068	0.9173	53.203	0.104
1074	0.9192	53.314	0.110
1080	0.9210	53.418	0.104
1086	0.9228	53.522	0.104
1092	0.9245	53.621	0.099
1098	0.9263	53.725	0.104
1104	0.9280	53.824	0.099
1110	0.9297	53.923	0.099
1116	0.9313	54.015	0.093
1122	0.9330	54.114	0.099
1128	0.9346	54.207	0.093
1134	0.9362	54.300	0.093
1140	0.9377	54.387	0.087
1146	0.9393	54.479	0.093
1152	0.9408	54.566	0.087
1158	0.9423	54.653	0.087
1164	0.9438	54.740	0.087
1170	0.9452	54.822	0.081
1176	0.9466	54.903	0.081
1182	0.9480	54.984	0.081
1188	0.9493	55.059	0.075
1194	0.9507	55.141	0.081
1200	0.9520	55.216	0.075
1206	0.9533	55.291	0.075

1212	0.9546	55.367	0.075
1218	0.9559	55.442	0.075
1224	0.9572	55.518	0.075
1230	0.9584	55.587	0.070
1236	0.9597	55.663	0.075
1242	0.9610	55.738	0.075
1248	0.9622	55.808	0.070
1254	0.9635	55.883	0.075
1260	0.9647	55.953	0.070
1266	0.9660	56.028	0.075
1272	0.9672	56.098	0.070
1278	0.9685	56.173	0.075
1284	0.9697	56.243	0.070
1290	0.9709	56.312	0.070
1296	0.9722	56.388	0.075
1302	0.9734	56.457	0.070
1308	0.9746	56.527	0.070
1314	0.9758	56.596	0.070
1320	0.9770	56.666	0.070
1326	0.9782	56.736	0.070
1332	0.9794	56.805	0.070
1338	0.9806	56.875	0.070
1344	0.9818	56.944	0.070
1350	0.9829	57.008	0.064
1356	0.9841	57.078	0.070
1362	0.9853	57.147	0.070
1368	0.9864	57.211	0.064
1374	0.9876	57.281	0.070
1380	0.9887	57.345	0.064
1386	0.9899	57.414	0.070
1392	0.9910	57.478	0.064
1398	0.9922	57.548	0.070
1404	0.9933	57.611	0.064
1410	0.9944	57.675	0.064
1416	0.9956	57.745	0.070
1422	0.9967	57.809	0.064
1428	0.9978	57.872	0.064
1434	0.9989	57.936	0.064
1440	1.0000	58.000	0.064
			58.000



Para nuestro proyecto al tener la ecuación de la curva, se infiere el valor de intensidad para una duración de **8.33 minutos**.

Tiempo de concentración =	8.33 min
Intensidad =	62.38 mm/h

Formula de D.Peschke

$$P_d = P_{24h} \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25}$$

Pmax 24h =	58	mm
		D.Peschke
Durac	Pd (mm)	i (mm/h)
6	14.74	147.4
12	17.52	87.6
18	19.39	64.6
24	20.84	52.1
30	22.04	44.1
36	23.06	38.4
42	23.97	34.2
48	24.78	31.0
54	25.52	28.4
60	26.20	26.2
66	26.84	24.4
72	27.43	22.9
78	27.98	21.5
84	28.50	20.4
90	29.00	19.3
96	29.47	18.4
102	29.92	17.6
108	30.35	16.9
114	30.77	16.2
120	31.16	15.6

Con estos datos se interpola el valor de 8.33 minutos y el valor de la intensidad es:

Durac	Pd (mm)	i (mm/h)
8.33	16.00	115.2

Formula de Frederich bell (1969)

$$P_t^T = (0.21 \log_e T + 0.52)(0.54t^{0.25} - 0.50)P_{60}^{10}$$

$$\rightarrow I = aP_{24}^b$$

$$a = 0.4602$$

$$b = 0.876$$

$$P_{\max} 24h = 58 \text{ mm}$$

$$I = P(10,60) = 16.13 \text{ mm}$$

$$T = 40 \text{ años}$$

Durac (min)	P(t,T)	i (mm/h)
6	7.21	72.09
12	10.55	52.74
18	12.79	42.63
24	14.52	36.30
30	15.95	31.91
36	17.18	28.64
42	18.27	26.10
48	19.24	24.06
54	20.13	22.37
60	20.95	20.95
66	21.70	19.73
72	22.41	18.68
78	23.08	17.75
84	23.70	16.93
90	24.30	16.20
96	24.86	15.54
102	25.40	14.94
108	25.92	14.40
114	26.41	13.90
120	26.89	13.44

Con estos datos se interpola el valor de 8.33 minutos y el valor de la intensidad es:

Durac (min)	P(t,T)	i (mm/h)
8.33	8.72	62.79

Resumen de valores de intensidad Obtenidos

MÉTODO	INTENSIDAD (mm/hr)
Soil Conservation Service (SCS)	62.38
Formula de D.Peschke	115.2
Formula de Frederich bell (1969)	62.79

Se puede observar que los valores parecidos son con los métodos del SCS, y frederich bell (1969), mientras que D. Peshke da un valor alto, por lo cual lo mas conservador seria tomar un promedio entre los valores de menor variación, en este caso 62.38 y 62.79.

Sacando el promedio de los tres valores sale 80.12 mm/h, el cual se tomará como valor mas conservador.

RESULTADO FINAL DE LA INTENSIDAD DE DISEÑO:

$$I_{\text{diseño}} = 62.60 \text{ mm/h}$$

Estimación de Qmax con la formula Racional.

El caudal se expresa como:

$$Q = \frac{CiA}{360}$$

donde:

Q: caudal de diseño, correspondiente al periodo de retorno seleccionado, en m³/s

C: coeficiente de escorrentía

i: intensidad de la lluvia de diseño, en mm/h

A: área de la cuenca, en Ha

- Tener en cuenta que:

El Coeficiente de Escorrentía, C:

El valor del coeficiente de escorrentía depende de diversos factores:

- o Permeabilidad de la superficie
- o Pendiente y características de encharcamiento de la superficie (almacenamiento de depresión)
- o Características y condiciones del suelo (humedad antecedente, compactación, porosidad, posición del nivel freático)
- o Vegetación

COBERTURA DEL SUELO	TIPO DE SUELO	PENDIENTE (%)				
		> 50	20-50	5-20	1-5	0-1
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosque, vegetación densa	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Según Benitez et al. (1980)

Calculo por Fórmula Racional:

T (años)	Pmax24h	C	i (mm/h)	A (Ha) ²⁴	Q (m3/s)
40	58	0.50	62.60	1	33.15

De acuerdo a este CALCULO SE TIENE, QUE PARA 24. HAS - GENERARA 33.15 m3/s

Entonces QUIERE DECIR EL **Qmax TRIBUTARIO ES DE 33.15 m3/s.ha**

SUMANDO LO REFERIDO EN CAMPO ES DE 29.37 LT/ SEG CONVIRTIENDO A M3 ES IGUAL A 0.02937 M3

ENTONCES $Q = 33.15 \text{ M3/S.ha} + 0.02937 = 33.1797 \text{ m3/s.ha}$

Procedimiento de validación y confiabilidad

FICHA DE VALIDACIÓN Y/O CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS INFORMATIVOS:

Apellidos y nombres del Informante	Grado Académico	Cargo o Institución donde labora	Nombre del Instrumento de Evaluación	Autor (a) del Instrumento
PAREDES CASAÑA NEIVER	INGENIERO CIVIL TITULADO	SUB GERENTE DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO URBANO DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHACAYAN	Evaluación del nivel de riesgo y vulnerabilidad por inundaciones en la cuenca del Rio Tingo sector Junipalca del distrito San Francisco de Asís de Yarusyacan – Pasco 2022	Bach. Julio Cesar MARTELL ESPINOZA
Título de la tesis: Evaluación del nivel de riesgo y vulnerabilidad por inundaciones en la cuenca del Rio Tingo sector Junipalca del distrito San Francisco de Asís de Yarusyacan – Pasco 2022				

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0- 20%	Regular 21 - 40%	Buena 41 - 60%	Muy Buena 61 - 80%	Excelente 81 - 100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					X
2. OBJETIVIDAD	Está Expresado en conductas observables.					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X


5. SUFICIENCIA	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.					X
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y el desarrollo de capacidades cognitivas.					X
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos de la tecnología educativa.					X
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					X

9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno y más adecuado					X

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

Instrumento adecuado para ser aplicado en la investigación por los puntajes alcanzados al ser evaluado en estricta relación con las variables y sus respectivas dimensiones.

IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 87%

Cerro de Pasco, diciembre del 2023	43933342		928999795
Lugar y Fecha	N° DNI	Firma del experto	N° Celular

ANEXOS Nº 3
ESTIMACIÓN DE RIESGO

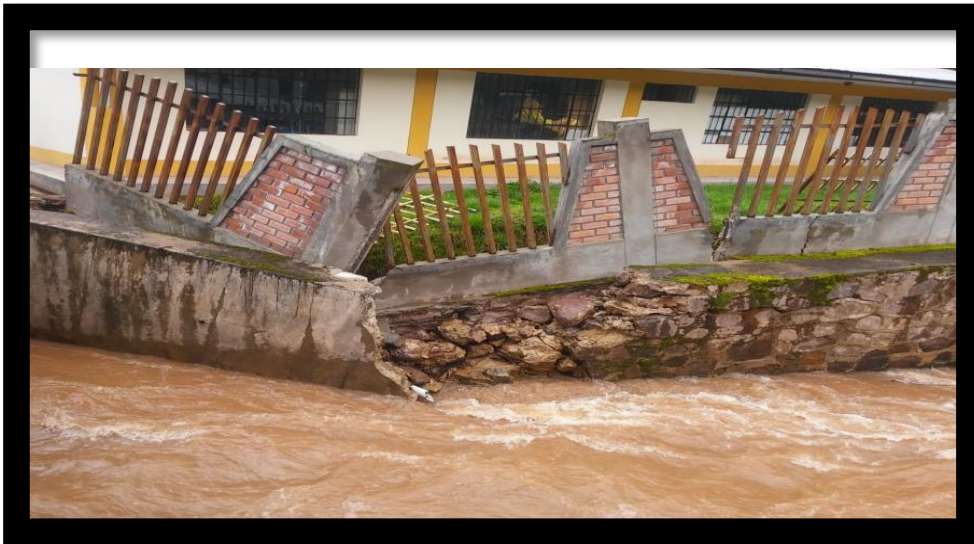
ESTIMACIÓN DE RIESGO DEL CENTRO POBLADO JUNIPALCA –

YARUSYACAN

I. ANTECEDENTES

El Perú, debido a sus características físicas y condiciones naturales, y geológicas, presentan gran ocurrencia de diversos y múltiples peligros, naturales, situación que se ha incrementado en las últimas décadas, debido principalmente a la ocupación informal del territorio, que no sólo incrementa la condición de vulnerabilidad sino también contribuye a la generación de conflictos de uso en el territorio y nuevos peligros, facilitando la existencia de viviendas e infraestructura en zonas de alto riesgo, susceptibles a sismos, deslizamientos, huaycos, alud, inundaciones y otros.

Para hablar del problema, debemos tener presente el crecimiento urbano de la localidad de Junipalca (construcción de viviendas en ambas márgenes del río Tingo, la poca extensión territorial como para el planeamiento urbano; lo que ha incrementado exponencialmente los problemas de urbanismo y con ello peligro de deslizamientos, inundaciones, desbordes, derrumbes, fenómeno del niño, huaycos, colapso de infraestructuras públicas, contaminación ambiental, epidemias y otros.



COLUMNA ESTRATIGRÁFICA HOJA DE CERRO DE PASCO

LEYENDA

SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS		
			PLUTONICAS	HIPABISALES	
CUATERNARIO	QUaternario	Dep. Aluviales	Q-al		
		Dep. en Doléales	Q-bd		
		Dep. Flúvoglaciares	Q-fg		
		Dep. Morfóicas	Q-mo		
NEOGENO	Plioceno	Fm. Huayllay	Np-h		
	Mioceno	Volcánico Rumburay	Nm-r		Dacita, Cuarzo, Laffa
		Volcánico Callpay	PN-vca	Morzogránito	N-mz
PALEOGENO	Oligoceno				Po-rda
	Paleoceno				Po-da
CRETACEO	Superior	Fm. Casapala	KP-ca		
		Fm. Jumasha	Ks-j		
		Fm. Paratambo	Kr-pr		
	Inferior	Fm. Ctrialle	Kr-ch		
		Gpo. Goyllamputza	Kg-g		
JURASICO	Inferior	Gpo. Pucará Fm. Condorsingay Fm. Amachay Fm. Chantará	Tr-pu J-c J-a Tr-ch		
TRIASICO	Superior				
PERMICO	Superior	Gpo. Miti	Ps-m		
CARBONIFERO	Permo-carbonífero	Gpo. Tarma - Copacabana	CP-tc		
	Misocipriano	Gpo. Ando	Ci-a	Granito	Ps-gr
DEVONICO	Superior	Gpo. Exceder	SD-e		
		Escudista	Ps-em		
					Andesita basáltica
					Pp-mzg
					Pp-and,ba

Geología estructural

La estratigrafía de la zona fue controlada por una actividad discontinua de fallas mayores establecidas al final de la Orogenia Paleozoica, consecuentemente esta última orogenia, le sucedió el Cinturón Orogénico desplazándolos hacia el Oeste y creando cuencas sedimentarias con movimientos de fallas longitudinales denudados en la naturaleza. Comprende el Geoanticlinal del Marañón

Fallas longitudinales

En el área de estudio, esta estructura regional pasa por el lado Este de Junipalca. La Falla **Chaulán - Rondoní**, es una falla regional inversa activa, que tiene una prolongación al Norte y al Sur, pasando por los cuadrángulos de Ulcumayo, Cerro de Paso y Ambo.

En la hoja de Ambo, la Falla Chaulán Rondoní, tiene un rumbo SE – NO, coincidente con el cauce del río Huallaga, dicha falla delimita el Complejo del Marañón con rocas del Paleozoico superior.



Fotografía satelital del área de estudio Junipalca

ANÁLISIS DEL AMBITO DEL SECTOR CRÍTICO

Caracterización general

El área de estudio se encuentra ubicada en la quebrada del valle del río Tingo, formando parte de un cañón profundo, en donde se forman y discurren los riachuelos con dirección Este – Oeste, drenando sus aguas al río Tingo, en donde el valle se inicia y forma un estadio cañón en forma de **V**.

En el área de estudio, aflora ampliamente el Grupo Mitu, compuesta por rocas sedimentarias de lutitas, limolitas, areniscas, algunos conglomerados y sedimentos

terrígenos que conforman el material cuaternario. y están sujetas a erosión, deslizamientos, derrumbes e inundación por efectos de fenómeno del niño; el cual originaría el colapso de las viviendas e infraestructuras públicas construidas sobre terrenos de poca capacidad portante, las cuales indican que la localidad de Junipalca presenta **RIESGO ALTO A MUY ALTO**, porque en la actualidad hay estructuras de deslizamiento, lo cual indica que la localidad de Junipalca está siendo afectada por fenómenos naturales, las cuales están afectando a la estabilidad de los muros de contención, erosión de talud inundación por el río Tingo, deslizamientos y otros peligros en Junipalca.

El área de estudio por su posición geográfica, estructural y geológica presenta características típicas de zonas de alto riesgo y de ser afectadas por algún fenómeno meteorológico natural, específicamente por el fenómeno del Niño.

Accesibilidad al área de estudio

RUTA	DISTANCIA (KM)	TIPO DE VIA	TIEMPO
Lima – Oroya – Cerro de Pasco	310	Asfaltado	6 horas
Cerro de Pasco –Junipalca	26	Trocha afirmada	1.0 horas

Nota: Propia de estudio

Extensión

El área de influencia directa del área crítica abarca una extensión aproximada de 1,450.0 m de largo por 100. m de ancho.

Población

Se tiene una población aproximada de 200 familias asentadas en el área crítica, haciendo una población promedio de 900 habitantes (Nota versión de pobladores de Junipalca).

Vías de comunicación

Las vías de comunicación principal es la carretera afirmada que une las localidades de Cerro de Pasco – Junipalca - Pallanchacra.

Viviendas y servicios básicos

Las viviendas ubicadas en la localidad de Junipalca están construidas en su mayoría con adobes, tapias de tierra y kinkones, techadas con calaminas, y algunas con techo aligerado. Cada vivienda es de uno a dos pisos y cuentan con dos, tres y cuatro habitaciones que son utilizadas para todos los servicios (cocina, dormitorio, almacén para alimentos, abonos y otro).

Con respecto al abastecimiento de agua potable, mencionaremos que el sector crítico no cuentan con agua potable, solo poseen agua almacenada en reservorios y llevados mediante tuberías a sus hogares para su consumo.

Los hogares cuentan con servicios higiénicos domiciliarios, y todas las aguas servidas van al pozo séptico y son vertidas sin tratamiento alguno directamente al río Tingo que son colectores del río Huallaga.

En la localidad de Junipalca cuentan con servicios eléctricos de consumo doméstico y alumbrado público administrada por Electrocentro.

En la localidad, se tienen las siguientes infraestructuras e instituciones públicas:.

- Educación inicial, 20 alumnos.
- Educación primarias, 30 de alumnos
- Colegio secundario Albert Einstein, 45 alumnos
- Agua entubada
- Centro de salud.
- Local de vaso de Leche
- Granja de chanchos
- Iglesia católica
- Iglesia evangélica
- Parque central pavimentado
- Local municipal.
- Vivero forestal.

- Local comunal
- Centro cívico
- Viviendas con material rustico en total 90%.
- Viviendas con material noble en total 10%.
- Estadio comunal de futbol

En las coordenadas **E 366,929, N 8841,584**, en la cota **3,461**, existe un puente peatonal de 8.0 m de largo, 3.40 m de ancho y altura 4.0 m, sirve para cruzar la margen derecha e izquierda.

En las coordenadas **E 366,925, N 8841,744**, en la cota **3,460**, existe un puente viaducto de concreto armado de 13.0 m de largo, 5.40 m de ancho y altura 3.0 m.

Estos fenómenos se dan constantemente y en periodos de lluvias principalmente.

En el sector crítico se pudo observar lo siguiente:

En las coordenadas **E 366,925, N 8841,744**, en la cota **3,460**, existe un puente viaducto de concreto armado de 13.0 m de largo, 5.40 m de ancho y altura 3.0 m, sirve para cruzar la margen derecha e izquierda. En tiempo de lluvias, el agua llega hasta una altura de 2.70 m, amenazando con rebasar la altura del puente y podría afectar la estabilidad de la post médica y la escuela de Junipalca.

Los muros de contención en un 60 %, han sido erosionados en la base, inundados y colapsados por causa de la crecida del rio Tingo, ya que actualmente estas estructuras presentan fracturas y fisuras y pueden afectar a la infraestructura del puente peatonal. La erosión generada por el rio Tingo está afectando a la estabilidad de los muros de contención y talud de la carretera y podrían ocasionar derrumbes y generar daños a la población.

Por encontrarse estas infraestructuras construidas sobre rocas sedimentarias constituidas por lutitas, areniscas, limolitas que son rocas incompetentes de baja capacidad portante, el sector crítico presenta altos niveles de peligrosidad.

Los acontecimientos ocurridos en el sector crítico en los años 1978 el rio Tingo incrementó su caudal, invadiendo la margen derecha, llevando animales menores, destruyendo viviendas perjudicando las siembras agrícolas y el vivero forestal.

El puente ubicado en las coordenadas **E 366,929, N 8841,584**, cota 3,461 msnm, con 54 m de largo, ha sido derribado por el incremento del caudal del rio Tingo.

En las coordenadas **E 366,834, N 8842,323**, cota 3,440 msnm, en el año 2014, en este punto, el muro colapsó por erosión del rio tingo, ingresando el agua a las chacras perjudicando al vivero forestal de la comunidad perjudicando la siembra de 500,000 plántones de eucaliptos y quinales (**Nota: pobladores de Junipalca**)

En las coordenadas **E 366,924, N 8841,438**, cota 3,467 msnm, existe una zona de deslizamiento e inundación por el río Tingo.

Este sector crítico está en **peligro inminente**.

Todas estas infraestructuras y la población descritas están en **RIESGO MUY ALTO** por encontrarse geográfica y geológicamente sobre suelos no consolidados de baja capacidad portante.

Organización social y grupo de interés

Las organizaciones sociales existentes en el centro poblado de Junipalca del distrito de Yarusyacan son los representantes de la comunidad campesina, club de madres, programa del vaso de leche, instituciones educativas, iglesias religiosas, algunos clubes deportivos y otros grupos de interés social.

Suelo

Los suelos que conforman la mayor parte del área crítica lo constituyen suelos rojizos estando entre ellos, suelos arenosos, suelo areno arcillosos y suelos limoso – arenosos con espesores de 10 a 20 cm, de colores rojizos oscuros y son aptos, para la siembra de la papa, oca, olluco, eucaliptos y otros productos a pequeña escala.

El sector crítico está asentado sobre rocas no consolidadas que no tiene una buena capacidad portante, el cual presenta peligros de deslizamiento, inundación, erosión y colapso de infraestructuras.

Relieve

El relieve de la zona de estudio es el relieve cordillerano, escarpado, topografía abrupta, fuertes pendientes; característico de un valle joven en forma de **V** con ángulos sobre los 75°, los cuales pueden producir erosión, deslizamientos, derrumbes, huaycos y otros.

Pendiente

La pendiente de los cerros del área de estudio son de 60 ° a 80°, y la pendiente de Junipalca está entre 10 a 15 %.

Clima y Meteorología

En los meses de octubre a abril, que es la estación de verano, se manifiesta por presentar lluvias intensas con abundantes tempestades eléctricas y abundancia de nubosidades. En los meses de mayo a noviembre, se manifiesta con exposición solar, escasa nubosidad y temperaturas más bajas en las noches.

a) Precipitación

Las precipitaciones pluviales en el área de estudio se presentan en los meses de diciembre a abril, aunque durante todo el año su presencia es variable, es originado por las masas de aire húmedo y alta nubosidad proveniente de la región amazónica, incidiendo mucho la evapotranspiración, la precipitación promedio anual en Ambo excede los 1000 mm, la máxima mensual es de 240 mm, y la mínima 130 mm (**Nota Boletín 77, serie A carta Geológica Nacional INGEMMET**).

b) Evaporación

La mayor evapotranspiración se presentan durante los meses de octubre y abril; durante los meses de mayo a setiembre la evapotranspiración disminuye debido a la presencia de humedad de origen pluvial en esta época.

c) Dirección y Velocidad de Viento

Viento: La velocidad promedio del viento tiene variaciones que oscila entre 30 a 40 Km/h y sus direcciones más pronunciadas son de NO a SE. (Nota propia de estudio, enero 2019)

Medio biológico

En el área del proyecto, los ecosistemas biológicos son abundantes y están compuestos por animales y plantas nativas de la región.

Flora

La zona Quechua a Puna, está constituida por plantaciones típicas del lugar tales como arbustos, matorrales, quinales, quisuar, ichu, se siembran de papa, olluco, habas, eucaliptos y otras plantas de la zona, etc.

Fauna

Se caracteriza por la presencia de animales de pequeñas dimensiones, se observan la presencia del zorzal, canarios, gorriones, ratones, comadrejas, etc. Se crían camélidos sudamericanos (Llamas, alpacas), ganado vacuno, ovino, cerdos, cuyes, aves de corral y otros.

Medio social, económico y cultural

Dentro del ambiente social, económico y cultural, área de influencia directa se considera a la población que vive en el la localidad de Junipalca.

En cuanto a Educación, mencionaremos que en el área de estudio, existen solo niveles de educación inicial, primaria y secundaria.

Con respecto al abastecimiento de agua potable, mencionaremos que no cuentan con agua potable, solo poseen agua almacenada en reservorios y llevados mediante tuberías para su consumo.

Los desechos sólidos lo arrojan directamente al río Tingo.

Capacidad ocupacional empleo

En cuanto a la PEA por ramas de actividad, observamos que la mayoría de las personas se dedican a la agricultura con un 95% trabajos familiares no remunerados 05 por ciento, se dedican a otras actividades.

Hidrografía

En el área de estudio existen varias Notas que son colectores del río Tingo, estando entre la principal el río Tingo que tiene sus nacientes en Cerro de Pasco; ubicado a 25 Km al Sur del centro poblado de Junipalca, cuya dirección es de NO-SE

Geología Local

En el área de estudio afloran vastamente sedimentos areniscosos rojizos bastante deleznable que subyacen a estratos potentes de rocas calizas gris claras.

- **Gupo Mitu.-** Aflora en la parte central del área de estudio; está constituido en su base por conglomerados gruesos, areniscas lutitas y limolitas arcósicas generalmente de color rojizo y pardo, en la parte superior está compuesta por algunos volcanoclásticos de carácter riolítico e irregulares derrames volcánicos de tipo andesítico a dacítico. Esta unidad ha sido datada como tránsito entre el Pérmico medio al Triásico inferior. (F. Mégard, 1979).

Este Grupo subyace en concordancia a un estrato grueso de calizas grises oscuras a claras con buzamientos moderados hacia el SE y NO, esta secuencia sedimentaria también aflora en San Francisco de Asís de Yarusyacan, Batanchaca, Chacra Colorada y otros.

Mc GLAUGHLIN D.H. (1924) describió en el Perú central como Grupo Mitu, a una secuencia de areniscas y conglomerados rojizos que cubren en discordancia al Grupo Copacabana y cubiertos en discordancia por el Grupo Pucará.

En la zona de estudio el Grupo Mitu conforma mayormente una secuencia clásica de origen continental observándose lutitas, areniscas, conglomerados, limolitas, desarrollados en ambientes epicontinentales, observándose también limo arcillitas.

Era	:	Paleozoico
Sistema	:	Pérmico
Serie	:	Superior
Unidad Lito estratigráfica	:	Grupo Mitu

- Cuaternario

Los depósitos de cobertura formados durante el Cuaternario corresponden a procesos glaciares, aluviales, fluviales y coluviales, las cuales erosionaron rocas preexistentes de la vertiente oriental, se encuentran conformadas por gravas, de composición litológica heterogénea, envueltas en una matriz limo –arenosa. El área de estudio se emplaza sobre sedimentos cuaternarios constituidos por, gravas, lutitas, limolitas, arenas y limos de color rojizo del grupo Mitu.

Tectónica y sismicidad

Los sismos por la profundidad de sus focos y ubicaciones, están asociados al proceso de deformación cortical evidenciado con la presencia de importantes sistemas de fallas de tipo inverso (acortamiento de la corteza) como resultado del continuo proceso de deformación de la corteza continental. En general, estos sistemas de fallas están presentes en mayor número, de Norte a Sur, sobre la zona Subandina al pie del borde oriental de la Cordillera de los Andes, afectando a los principales plegamientos del Escudo Brasileño. En la zona central destaca el sistema de fallas de tipo inverso (Falla Ulcumayo) con buzamiento Suroeste, longitudes que oscilan entre 400 a 500 Km, con orientaciones paralela a la Cordillera Andina.

No existen registros históricos de sismicidad en el área del proyecto por lo menos de 80 años, sin embargo en áreas casi cercanos, en la provincia de Oxapampa indican la ocurrencia de dos eventos con epicentros cercanos al distrito de Pozuzo considerándose de intensidad en Escala de Mercalli II.

- Zonificación sísmica

Dentro del territorio peruano se ha establecido diversas zonas sísmicas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor ocurrencia de los sismos. Según el Mapa de Zonificación Sísmica propuesto por la Nueva Norma de Diseño Sismo resistente E – 030 del reglamento nacional de edificaciones (2006).

El área del proyecto se encuentra comprendida en la zona 2 clasificada como zona de mediana sismicidad.

- **Intensidad**

Según el análisis sismo tectónico, existen en el mundo dos zonas muy importantes de la actividad sísmica conocidas como el Circulo Alpino Himalaya y el Circulo Circumpacífico. En esta última, donde se localiza el Perú, han ocurrido el 80% de los eventos sísmicos en el mundo. Por lo tanto, nuestro país está comprendido entre una de las regiones de más alta actividad sísmica.

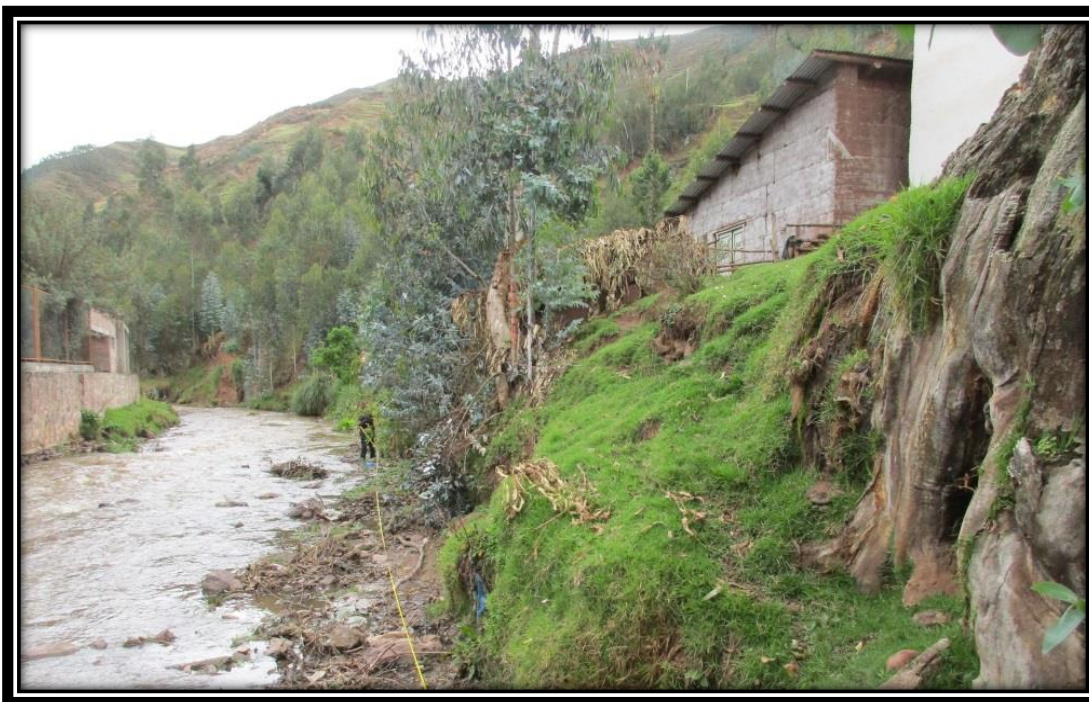
FOTOS

Plano de erosión y deslizamiento del río Tingo en Junipalca



NOTA: Trabajo De Campo

Midiendo longitudinal mente



NOTA: Trabajo De Campo

Inundación de vivienda al margen del río tingo en sector Junipalca.



NOTA: Trabajo De Campo

Caída de infraestructura al río Tingo, sector Tingopalca, viviendas en peligro de inundación



NOTA: Trabajo De Campo

**Rio Tingo, sector Tingopalca, muro de contención colapsado a consecuencia
viviendas colapsadas por inundaciones.**



NOTA: Trabajo De Campo

Colapso de muro de contención del puesto de salud – Junipalca.



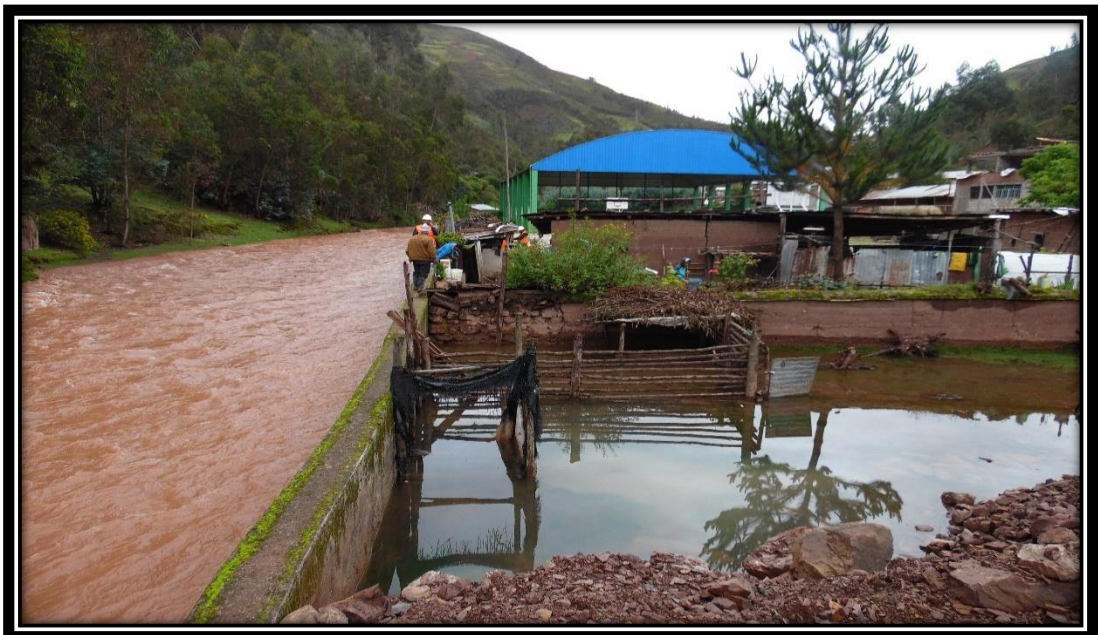
NOTA: Trabajo De Campo

Caída, deslizamiento de los muros de contención río Tingo, sector Junipalca.



NOTA: Trabajo De Campo

Viviendas inundadas a causa de la crecida del río tingo, sector Tingopalca



NOTA: Trabajo De Campo

Terreno a punto de deslizarse por las fracturas presentes en el suelo.



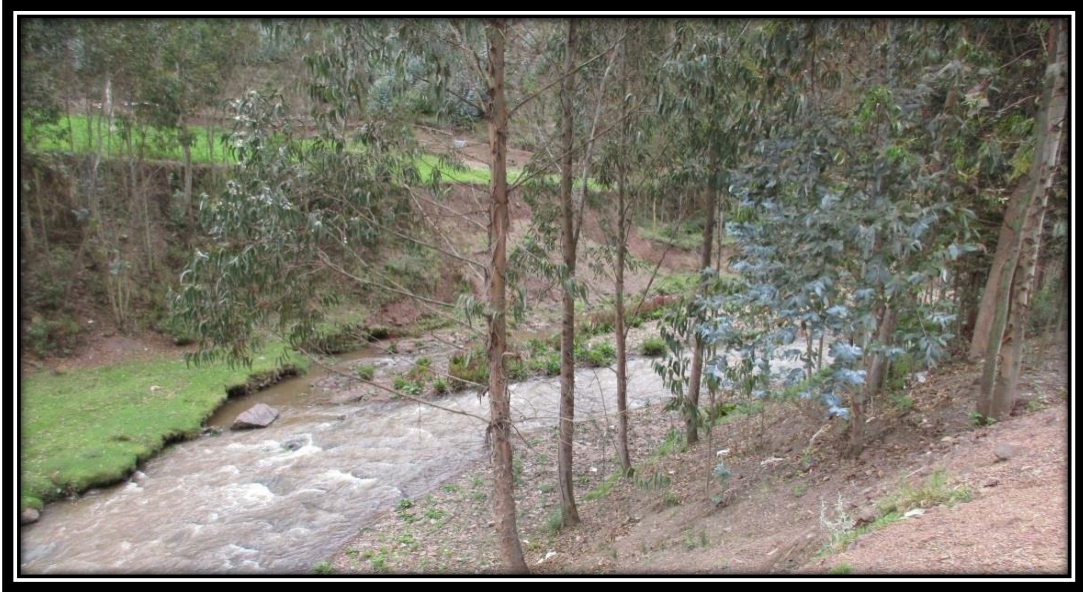
NOTA: Trabajo De Campo

Rocas de color rojizo del grupo Mitú, como roca madre en Junipalca



NOTA: Trabajo De Campo

Superficie de erosión del río Tingo, afectando ambas márgenes



NOTA: Trabajo De Campo

Erosión y deslizamiento de las orillas del río Tingo en sector Junipalca



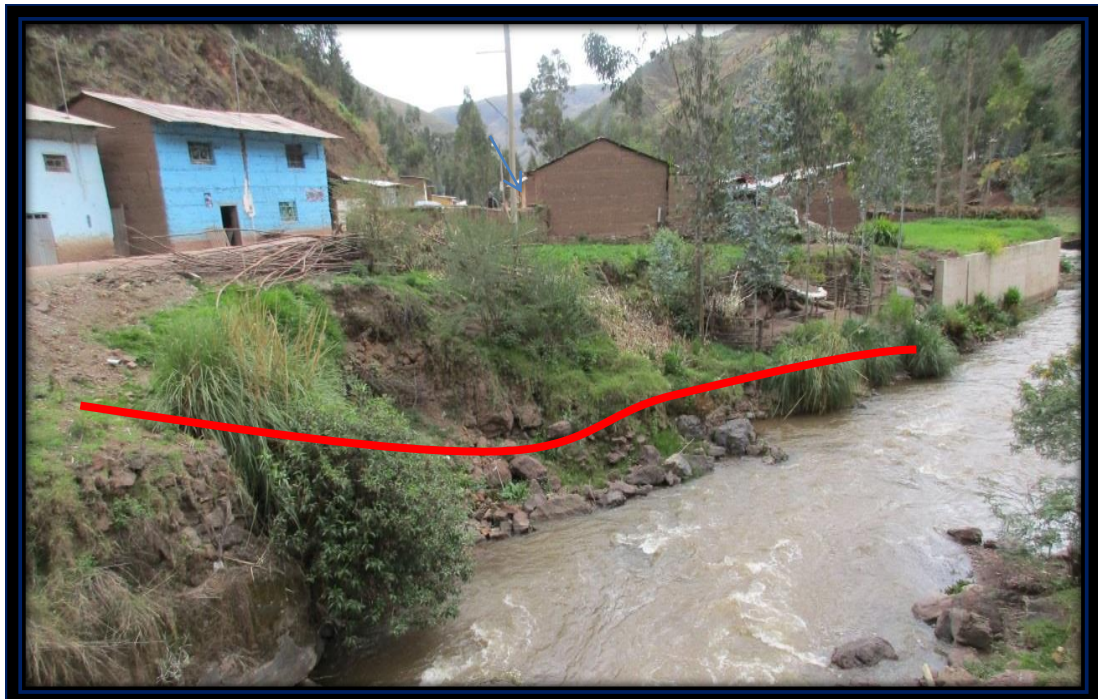
NOTA: Trabajo De Campo

Caída, deslizamiento y erosión de las riberas del río Tingo



NOTA: Trabajo De Campo

Caída, deslizamiento de los muros de contención en Junipalca



NOTA: Trabajo De Campo

Erosión y deslizamiento de la margen derecha del rio Tingo.



NOTA: Trabajo De Campo

Caída de los muros de contención, inundación del rio Tingo en Junipalca



Mapa de zonación sísmica del Perú

MAPA N° 4: MAPA DE ZONACIÓN SÍSMICA DEL PERÚ

AREA DE ESTUDIO

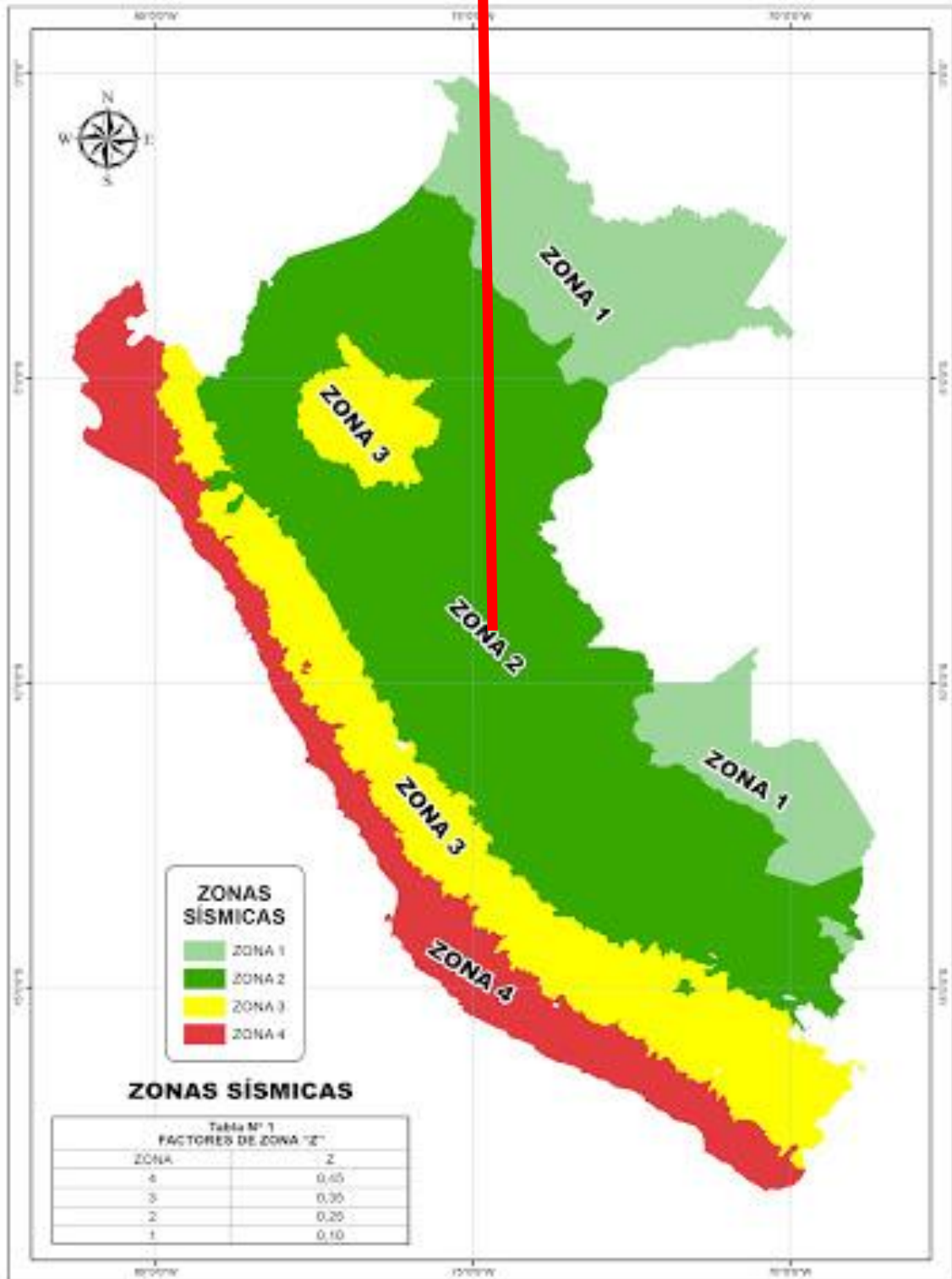
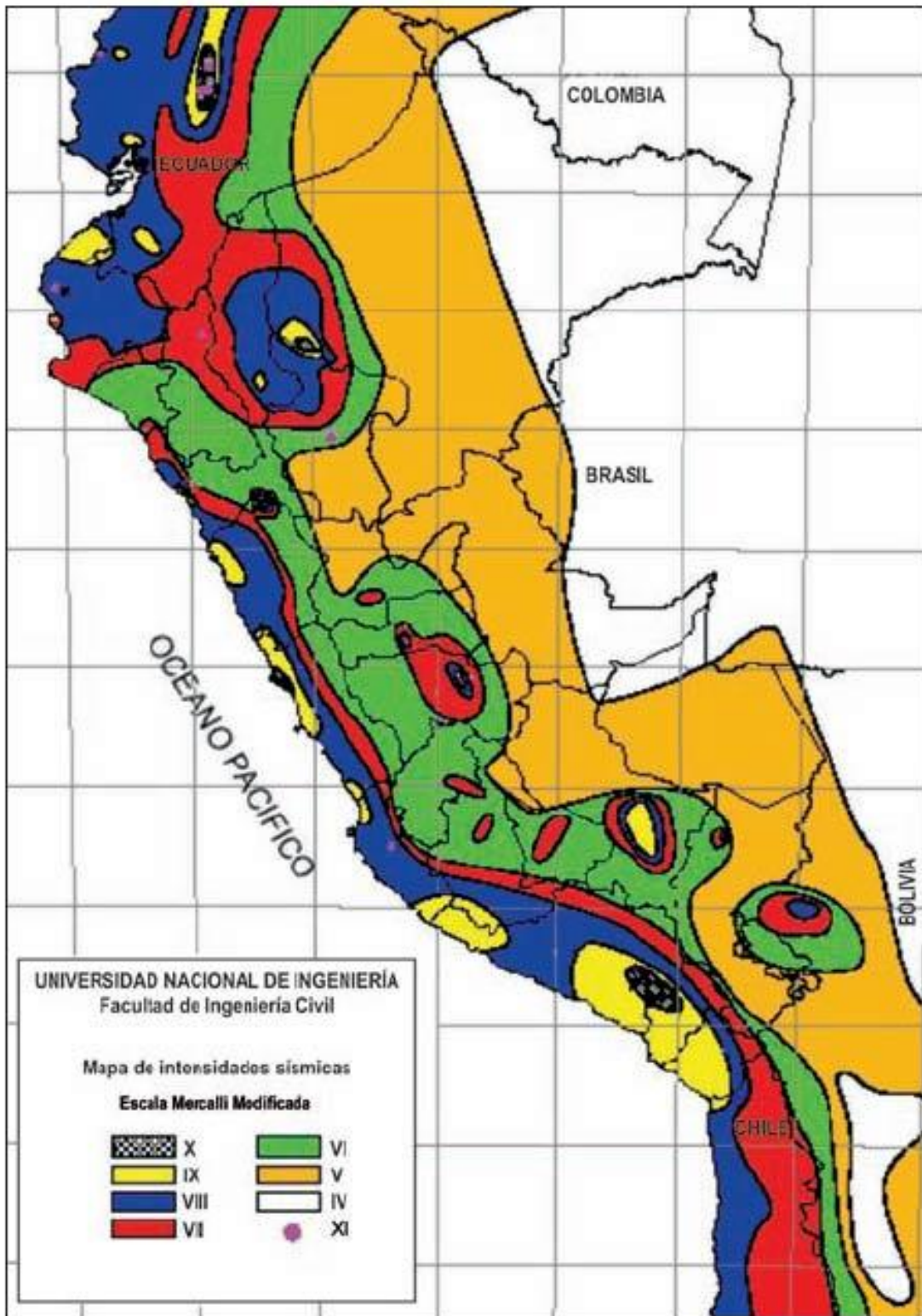


Figura 54

Mapa de intensidades sísmicas a nivel nacional



Nota. CISMID/FIC-UNI

Principales rasgos tectónicos

Los principales rasgos tectónicos de la región occidental de Sudamérica, como la Cordillera de los Andes y la Fosa Oceánica Perú – Chile, está, relacionados con la alta actividad sísmica y otros fenómenos telúricos de la región, como consecuencia de la interacción de dos placas convergentes cuya resultante más saltante precisamente es el proceso orogénico contemporáneo constituido por los Andes. La teoría que postula esta relación es la Tectónica de Placas o Tectónica Global.

Los rasgos tectónicos superficiales más importantes en la zona de estudio son:

La Fosa Oceánica Perú – Chile.

La dorsal de Nazca.

La cadena de los Andes.

La porción hundida de la costa Norte de la Península de Paracas.

Las Unidades de deformación y sus intrusiones magmáticos asociadas.

Sistemas regionales de fallas normales e inversas y de sobre escurrimiento.

Tectónicamente, la zona está comprendida dentro de la placa de subducción de Nazca.

Sismos más significativos que han afectado la Región Pasco

Sismos más significativos que han afectado la Región Pasco			
Región Epicentro	Pasco Suroeste Huancabamba	Pasco 14 Km. Al Nor Oeste de Huancabamba	Huánuco 23 Km. Al Oeste de Pozuzo
Latitud Sur	-10° 34'	-10° 41'	-09° 59'
Longitud Oeste	-75° 56'	- 75° 40'	- 75° 66'
Magnitud	4.1	4.3 ML	4.5 ML
Hipocentro	13 km.	14 Km.	127 Km.
Intensidad (MM)	III Huancabamba	III En Huancabamba	II Codo de Pozuzo
Fecha	13 Diciembre 2018	24 Diciembre 2018	15 Diciembre 2018
Hora	23:45 horas	12:03 horas	19:17 horas
Propiedades afectadas	Escasos daños materiales	Escasos daños materiales	Escasos daños materiales

Nota: INDECI

Tectónicamente, la zona está comprendida dentro de la placa de subducción de la placa de Nazca.

Según reportes del Instituto Nacional de Defensa Civil, en los últimos años se han registrado varios movimientos telúricos en los alrededores de la Región Pasco, estando entre ellos:

En el presente año se han registrado 8 temblores con magnitud entre 4,3 y profundidades focales de 10 Km, con magnitud 4,6 y profundidades focales de 129 Km. Sintiendo un fuerte movimiento en la localidad de Cerro de Pasco.

El día 13 de diciembre del año 2018, un último sismo de 3,9 grados de magnitud en la escala de Richter sacudió la localidad de Pozuzo, provincia de Oxapampa, provincia y región Pasco, sintiendo también en la localidad de Cerro de Pasco.

El sismo fue localizado a 24 kilómetros al noreste de la ciudad de Pozuzo y tuvo una intensidad de grado II, el hipocentro se ubicó a 15 Km de profundidad. Según el INDECI no se reportaron daños materiales ni personales.

Boletín sísmico N° 317-2018

Fecha	24 Diciembre 2018	Región
Coordenadas epicentro		
Longitud oeste	- 10.41°	Pasco
Latitud sur	- 75.42°	
Profundidad	14 Km	Profundidad intermedio
Magnitud	4.3 ML	Magnitud local
Referencia	53 Km. Al Nor - Oeste de Huancabamba	Oxapampa
Intensidad máxima	III en Huancabamba 12h 03minu	Escala Mercalli Moderada fecha/hora.

Nota: Boletín sísmico N° 317- 2018, Instituto Geofísico del Perú

Sismicidad Regional

La sismicidad presente en la región central del Perú está asociada al proceso de subducción de la placa de Nazca y Sudamericana cuyo efecto secundario da origen a la deformación cortical presente en toda la zona andina y subandina.

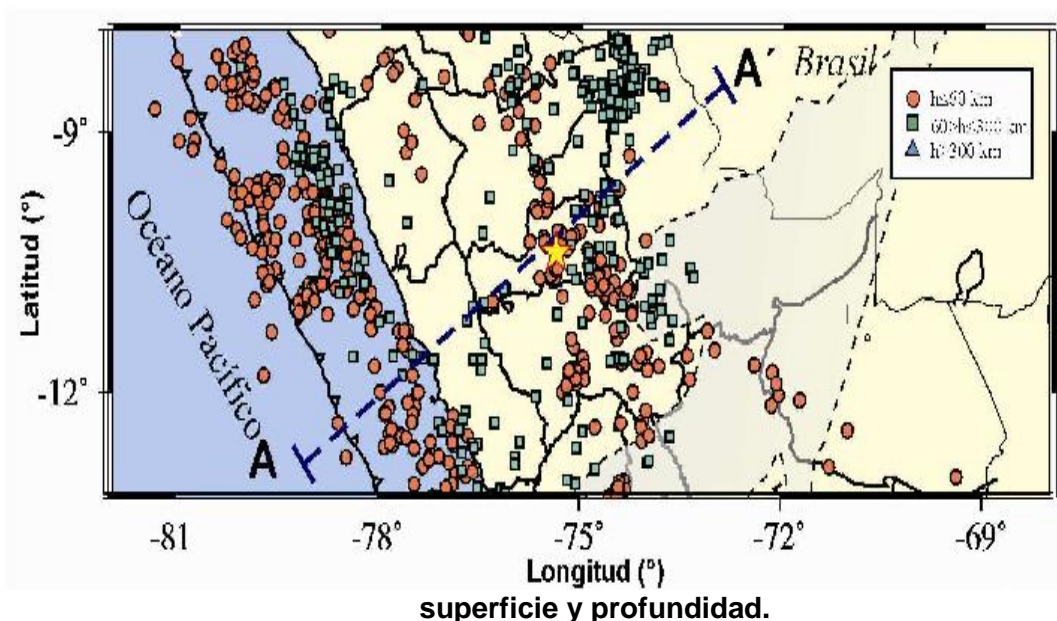
En la Figura presenta la distribución espacial de la sismicidad para el periodo de 1974-2019 con sismos de magnitudes mayores e iguales a 4.0 ML, indicando con una estrella la ubicación del sismo de Huancabamba. En la figura, los círculos rojos ubicados entre la línea de costa y fosa son asociados al proceso de subducción en sus niveles iniciales, y los ubicados en el interior del continente asociados a la deformación cortical de carácter superficial. Finalmente los cuadrados verdes representan a los sismos asociados a la deformación interna de la placa de Nazca a niveles de profundidad mayores a 60 km.

Asimismo, en la Figura se muestra una sección vertical con la tendencia de la sismicidad para esta región (la estrella indica la ubicación del hipocentro del

sismo principal) y en ella se observa que la placa de Nazca subduce siguiendo un ángulo medio de 30° hasta una profundidad de 100 km, a partir de la cual la placa se hace horizontal hasta una distancia de 750 km desde la fosa. Hacia el extremo, de la sección, se observa agrupamientos de sismos que salen de la tendencia definida por una línea discontinua, los cuales representan a los sismos asociados a la deformación cortical producidos a profundidades muy superficiales. El sismo de Huancabamba, por la profundidad de su foco y ubicación, está asociado al proceso de deformación cortical evidenciado con la presencia de importantes sistemas de fallas de tipo inverso (acortamiento de la corteza) como resultado del continuo proceso de deformación de la corteza continental. En general, estos sistemas de fallas están presentes en mayor número, de Norte a Sur, sobre la zona Subandina al pie del borde Oriental de la Cordillera Andina, afectando a los principales plegamientos del escudo Brasileño. En la zona Subandina de la región central destaca el sistema de fallas de tipo inverso Satipo – San Ramón con buzamientos en dirección Sur-Oeste, longitudes que oscilan entre 300 y 500 km, con orientaciones paralelas a la Cordillera andina.

Distribución espacial de la sismicidad en la región central de Perú (1974-2018,

4.0 ML. La estrella indica la ubicación del sismo de Huancabamba en su



Nota. Elaboración propia

Geotecnia

La clasificación y sectorización geotécnica, propiedades y parámetros del área de estudio, indican que se tienen suelos de areniscas, limo arenoso de rocas sedimentarias las cuales indican propiedades geomecánicas no resistentes con mala capacidad portante, basado en la clasificación geomecánica propuesto por Barton (1974) y Bieniawski (1979).

En el área de estudio afloran rocas sedimentarias compuestas por areniscas, limolitas, conglomerados y lutitas de color rojizo, los índices de las propiedades mecánicas califican a las rocas areniscas como rocas sueltas y muy malas, de baja resistencia a la compresión simple (1 - 5 MPa) con componentes de baja plasticidad.

Condiciones geológicas y geotécnicas

Características de las rocas

El área de estudio está emplazada principalmente en rocas sedimentarias de litología areniscas, lutitas y limolitas de color rojizas correspondientes al Grupo Mitu de edad Pérmico superior.

La **arenisca** es una roca sedimentaria formada por la desintegración, erosión, transporte y acumulación de rocas pre-existentes; formado principalmente por granos de cuarzo y otros.

Las areniscas son rocas sedimentarias formadas por acumulación de granos de cuarzo principalmente, con fractura concoidal, estos han sufrido diversos procesos tectónicos formando superficies de discontinuidades.

Características generales del sector crítico

- Población:

- El centro poblado de Junipalca, cuenta con una población entre 850 a 900 habitantes distribuidas en 180 viviendas, infraestructuras públicas, terrenos agrícolas y otros. en riesgo, todas vierten aguas servidas al río Tingo, **Nota propia de estudio 05 – 01 – 2020, información obtenida del alcalde del anexo de Junipalca y sus pobladores**

- Viviendas:

En el centro poblado de Junipalca, las viviendas presentan las siguientes características constructivas:

- Material rústico de 01 y 02 niveles; aproximadamente 80%

- Material noble de 01 y 02 niveles; aproximadamente 20%

En su mayoría son construcciones informales, de material noble con carencia de estructuras y las que fueron construidas en forma anti técnica; se encuentran cimentadas en terrenos no consolidados y material de relleno que son inestables por la filtración e inundación de aguas del río Tingo.

- **Vías, servicios básicos e infraestructura urbana:**

Las zonas materia de la Evaluación de Riesgo se encuentran dentro del radio urbano del centro poblado Junipalca.

La distribución de las viviendas es por calles, paralelos a la carretera principal, cuyo desarrollo se realizó sin contar con un plan regulador; además no hay mucho espacio como para diseñar una ciudad.

En cuanto a los servicios básicos se describe de la siguiente manera:

Estos asentamientos humanos cuentan con servicios de agua no potable, pero carecen de redes de desagües o alcantarillado, razón por la cual la eliminación de las aguas servidas van a un tanque séptico. Los residuos sólidos de todas las viviendas son vertidas sin tratamiento alguno directamente al río Tingo.

- **Principales actividades económicas:**

La principal actividad económica es la agricultura en un 90%, trabajos familiares no remunerados 05 por ciento, el restante está buscando trabajo por primera vez y casi todos migran a la ciudad de Cerro de Pasco, u otras ciudades en busca de trabajo.

- **Antecedentes de desastres:**

En años anteriores, en épocas de lluvias existieron fenómenos naturales como inundación, desborde, deslizamientos que afectaron a la población del centro poblado Junipalca, causando destrucción de viviendas y otros. En la actualidad los muros de contención que colocaron en las orillas del río Tingo han sido erosionados e inundados y presentan **peligro muy alto** de colapso.

EVALUACION DE NIVELES DE PELIGROSIDAD SECTOR JUNIPALCA

PELIGROS DE ORIGEN NATURAL

SISMO

Es la liberación súbita de energía mecánica generada por el movimiento de grandes columnas de rocas en el interior de la Tierra, entre su corteza y manto superior y, se propaga en forma de vibraciones, a través de las diferentes capas terrestres, incluyendo los núcleos externos o internos de la Tierra, el área de estudio al estar ubicado en una zona de sismicidad media, presenta un muy peligro alto y vulnerabilidad alta.

DESLIZAMIENTOS

El sector crítico Junipalca, se encuentra expuesto al peligro de deslizamiento de suelos y rocas, debido a que en los cerros se observan quebradas activas y acumulaciones de tierra y rocas sueltas, las cuales podrían deslizarse en cualquier momento debido a la intensidad de las lluvias. Este fenómeno no se puede predecir, afectaría entre 100 y 200 m de lugar de origen del deslizamiento, especialmente a las viviendas ubicadas en las orillas margen derecha del río Tingo. El peligro es muy alto, vulnerabilidad alta.

DERRUMBE

El área de estudio se encuentra expuesto al peligro de derrumbe de rocas, debido a que en la parte Este y Oeste del sector en las partes de ladera de encuentran suelos y rocas suelta debido a la composición litológica de las rocas sedimentarias que afloran en dicho sector. Este fenómeno no se puede predecir, pero en cualquier momento puede darse y afectaría entre 100 m a 120 m del lugar de origen. El peligro es muy alto, vulnerabilidad alta.

EROSION

La erosión que se observa en el sector crítico Junipalca es de origen fluvial, esta erosión se da en temporadas de lluvia en los meses de Octubre a Abril, se observa que el río Tingo va invadiendo las orillas en las márgenes derecha e izquierda y erosionando las estructuras del muro de contención que amenaza en derrumbarse. El peligro es muy alto vulnerabilidad muy alta.

VIENTOS FUERTES

En el sector crítico de Junipalca, los vientos van de dirección Noroeste a Sureste con velocidades de 30 a 40 K/h, lo que la cataloga como vientos fuertes tienen una frecuencia diaria, especialmente en los meses de julio y octubre. Puede darse en cualquier momento; el peligro es alto, vulnerabilidad alta.

LLUVIAS INTENSAS

Las precipitaciones pluviales en el área de estudio se presentan en los meses de diciembre a abril, aunque durante todo el año su presencia es variable, es originado por las masas de aire húmedo y alta nubosidad proveniente de la región amazónica, incidiendo mucho la evapotranspiración, la precipitación promedio anual en la hoja de Ambo excede los 1000 mm, la máxima mensual es de 240 mm, y la mínima 130 mm.

FENOMENO DEL NIÑO

Entre los efectos más saltantes de este fenómeno en la zona de estudio, se tienen las lluvias torrenciales lo que producen inundaciones, en este periodo descienden las temperaturas normales, las precipitaciones que son normales para esta época son irregulares, afectando grandes áreas.

El peligro es muy alto. Vulnerabilidad muy alta.

FENOMENO LA NIÑA

Entre los efectos más saltantes de este fenómeno La Niña en el sector crítico de Junipalca, se tienen las heladas y las sequías, ya que en este periodo descienden las temperaturas normales, y las precipitaciones que son normales para esta época son irregulares, con una frecuencia irregular, con un alcance de más de 5 km. El peligro es alto, vulnerabilidad alta.

PRECIPITACIONES PROLONGADAS

Las precipitaciones en el sector crítico las temporadas de lluvia son de Octubre – Abril, es en este periodo donde las lluvias ocurren en periodo de media hora a más respecto a su duración, la ocurrencia de este fenómeno, incrementaría el volumen de agua del río Tingo y originaría inundaciones en la localidad de Junipalca. El peligro es muy alto. Vulnerabilidad alta.

INUNDACIONES

En el área de estudios el desborde lateral del agua del río Tingo, amenaza con inundar a la población de Junipalca, el peligro es muy alto y vulnerabilidad muy alto.

GRANIZADAS

Es un tipo de precipitación que consiste en partículas irregulares de hielo. El granizo se forma en tormentas intensas en las que se producen gotas de agua, por debajo de su punto normal de congelación.

En el área de estudio las precipitaciones de granizo se da en cualquier momento y en

cualquier magnitud, afectando a los animales y plantas, el peligro es muy alto y la vulnerabilidad muy alta.

HELADAS

La helada es un fenómeno climático que consiste en un descenso de la temperatura ambiente a niveles inferiores al punto de congelación del agua. En el sector crítico las bajas de temperaturas afectan a la agricultura, especialmente a los animales y plantas, se considera peligro muy alto y vulnerabilidad muy alta.

FRIAJE

Invasión de masas de aire de origen Antártico generan heladas y se presentan en las partes altas de la sierra. Localmente en el área de estudio, la presencia de este fenómeno no se descarta por lo que se le considera peligro medio y vulnerabilidad media.

EPIDEMIAS

Las epidemias de origen natural, pueden causar enfermedades respiratorias agudas en los habitantes del centro poblado Junipalca, especialmente en los niños y adulto mayor., estas epidemias tendría un alcance a nivel de toda la localidad de Junipalca. El peligro es medio, vulnerabilidad media

PELIGROS DE ORIGEN TECNOLOGICO O ANTROPICO

INCENDIO URBANO

En el sector crítico de estudio existe el peligro de incendios, no cuentan con adecuado sistema de almacenamiento y uso adecuado de productos inflamables, además no existen conexiones de grifos para agua en caso de incendio. Este tipo de peligro no se puede predecir, puede tener un alcance de 10 a 20 m o mayor dependiendo el caso, con un peligro alta, vulnerabilidad alta.

EXPLOSION

Puede ser ocasionado por explosiones de balón de gas u otros elementos como gasolina, pues se puede dar en cualquier momento, con un alcance de 15 a 20 m o más con una vulnerabilidad alta y un nivel de peligro alto.

CONTAMINACION AMBIENTAL

En el área de estudio se observa que las aguas servidas se vierten directamente sin ningún tratamiento al río Tingo. Se considera peligro muy alto y vulnerabilidad alta

ESTRATIFICACION DE PELIGROS

Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
	De 1 a 25 %	De 26 a 50 %	De 51 a 75 %	De 76 a 100 %

Nota. Elaboración propia

Peligro de origen natural

Sismo

Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
SISMO				XXX

Nota. Elaboración propia

Tabla 99.

Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro.

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PMA (PELIGRO ALTO)	El sector Junipalca geológicamente se encuentra en el cuadrángulo de Ambo, por donde pasa la falla regional Chaulán-Rondoní, con dirección NO – SE. Además la zona de estudio se ubica dentro del cinturón de fuego del Pacífico, este fenómeno no se puede predecir,. El peligro es muy alto, vulnerabilidad alta.	De 76 a 100 %

Nota. Elaboración propia

Deslizamientos

Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
DESLIZAMIENTOS				XX

Nota. Elaboración propia

Derrumbe

Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
DERRUMBE				X

Nota. Elaboración propia

Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro.

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PMA (PELIGRO MUY ALTO)	El área se encuentra expuesto al peligro de derrumbe de rocas, debido a que en la parte Este y Oeste del sector en las partes de ladera de encuentran rocas no consolidadas debido a la composición litológica de las rocas sedimentarias que afloran en dicho sector. Este fenómeno no se puede predecir, pero en cualquier momento puede darse y afectaría entre 100 y 120 m del lugar de origen. El peligro es muy alto vulnerabilidad muy alta	De 76 a 100 %

Nota. Elaboración propia

Erosión

Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
EROSION				XX

Nota. Elaboración propia

Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro.

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCIO	ACTERISTICAS	VALOR
PMA (PELIGRO MUY ALTO)	La erosión que se observa en el sector crítico es de origen fluvial, esta erosión se da en temporadas de lluvia en los meses de Octubre a Abril, se observa que el rio Tingo, va invadiendo las orillas en las márgenes derecha e izquierda erosionando las estructuras del muro de contención que amenaza en derrumbarse. El peligro es muy alto. Vulnerabilidad muy alta.		De 76 a 100 %

Nota. Elaboración propia

Vientos Fuertes

Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
VIENTOS FUERTES			X	

Nota. Elaboración propia

Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro.

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PA (PELIGRO ALTO)	En el sector crítico, los vientos va de dirección Noroeste a Sureste con velocidades de 30 a 40 K/h, lo que la cataloga como vientos fuertes tienen una frecuencia diaria, especialmente en los meses de julio y octubre. El peligro es alto, vulnerabilidad alta	De 51 a 75 %

Nota. Elaboración propia

Lluvias Intensas

Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
LLUVIAS INTENSAS				X

Nota. Elaboración propia

Tabla 108

Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro.

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PMA (PELIGRO MUY ALTO)	Las precipitaciones pluviales en el área de estudio se presentan en los meses de diciembre a abril, aunque durante todo el año su presencia es variable, es originado por las masas de aire húmedo y alta nubosidad proveniente de la región amazónica, incidiendo mucho la evapotranspiración, la precipitación promedio anual en Ambo excede los 1,000 mm, la máxima mensual es de 240 mm, y la mínima 130 mm., El peligro es muy alto con una vulnerabilidad muy alta	De 76 a 100 %

Nota. Elaboración propia

Fenómeno del Niño

Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
FENOMENO DEL NIÑO				X

Nota. Elaboración propia

Estrato nivel

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PMA (PELIGRO MUY ALTO)	Entre los efectos más saltantes de este fenómeno en la zona de estudio, se tienen las lluvias prolongadas lo que producen inundaciones, en este periodo descenden las temperaturas normales, las precipitaciones que son normales para esta época son irregulares, afectando grandes áreas. El peligro es muy alto. Vulnerabilidad muy alta	De 76 a 100 %

Nota. Elaboración propia

Fenómeno la Niña

Tabla 111

Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
FENOMENO DE LA NIÑA			X	

Nota. Elaboración propia

Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro.

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PA (PELIGRO ALTO)	Entre los efectos más saltantes de este fenómeno La Niña en el sector crítico, se tienen las heladas y las sequías, ya que en este periodo descenden las temperaturas normales, y las precipitaciones que son normales para esta época son irregulares, con una frecuencia irregular, con un alcance de más de 5 km. El peligro es alto, vulnerabilidad alta.	De 51 a 75 %

Nota. Elaboración propia

Precipitaciones Prolongadas

Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
PRECIPITACIONES PROLONGADAS				X

Nota. Elaboración propia

Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PMA (PELIGRO MUY ALTO)	Las precipitaciones prolongadas de lluvias en el sector crítico son de Octubre – Abril, es en este periodo donde las lluvias ocurren en periodo de media hora a más respecto a su duración, incrementará el volumen de agua del rio Tingo y originaría inundaciones en la localidad de Junipalca. El peligro es muy alto, vulnerabilidad muy alta.	De 76 a 100 %

Nota. Elaboración propia

Inundaciones

Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
INUNDACIONES				X

Nota. Elaboración propia

Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PMA (PELIGRO MUY ALTO)	En el área de estudios el desborde lateral del agua del río Tingo, amenaza con inundar a la población de Junipalca, el peligro es muy alto y vulnerabilidad muy alto., vulnerabilidad muy alta	De 76 a 100 %

Nota. Elaboración propia

Granizadas

Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
INUNDACIONES				X

Nota. Elaboración propia

Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PMA (PELIGRO MUY ALTO)	Es un tipo de precipitación que consiste en partículas irregulares de hielo. En el área de estudio las precipitaciones de granizo se da en cualquier momento y en cualquier magnitud, afectando a los animales y plantas, el peligro es muy alto y la vulnerabilidad muy alta.	De 76 a 100 %

Nota. Elaboración propia

Heladas

Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
HELADAS				X

Nota. Elaboración propia

Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PMA (PELIGRO MUY ALTO)	La helada es un fenómeno climático que consiste en un descenso de la temperatura ambiente a niveles inferiores al punto de congelación del agua. En el sector crítico las bajas de temperaturas afectan a la población, animales y plantas, se considera peligro muy alto y vulnerabilidad muy alta.	De 76 a 100 %

Nota. Elaboración propia

Friaje

Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
FRIAJE		X		

Nota. Elaboración propia

Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro.

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PM (PELIGRO MEDIO)	Invasión de masas de aire de origen Antártico generan heladas y se presentan en las partes altas de la sierra. Localmente en el área de estudio, la presencia de este peligro no se descarta por lo que se le considera peligro medio, vulnerabilidad media.	De 26 a 50 %

Nota. Elaboración propia

**Epidemias
Estratificación del Peligro**

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
EPIDEMIAS		X		

Nota. Elaboración propia

o) Peligro de origen Antrópico

Incendio urbano

Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
INCENDIO URBANO			X	

Nota. Elaboración propia

Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro.

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PA (PELIGRO ALTO)	En el sector crítico existe el peligro de incendios, además no existen conexiones de grifos para agua en caso de incendio. Este tipo de peligro no se puede predecir, puede tener un alcance de 10 a 20 m o mayor dependiendo el caso, con una peligrosidad alta y vulnerabilidad alta	De 51 a 75 a %

Nota. Elaboración propia

Explosión

Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
EXPLOSION			X	

Nota. Elaboración propia

Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro.

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PA (PELIGRO ALTO)	Puede ser ocasionado por explosiones de balón de gas u otros elementos como gasolina, pues se puede dar en cualquier momento, con un alcance de 15 a 20 m o más con una vulnerabilidad alta y un nivel de peligro alto.	De 51 a 75 %

Nota. Elaboración propia

Contaminación ambiental

Estratificación del Peligro

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
CONTAMINACION AMBIENTAL				XX

Nota. Elaboración propia

Tabla 129

Estrato, descripción y valor de la Zona De Peligro.

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PMA (PELIGRO MUY ALTO)	Los residuos sólidos y aguas servidas se arrojan al rio Tingo, contaminando el rio Huallaga, se considera un nivel de peligro muy alto y vulnerabilidad muy alta.	De 76 a 100 %

Nota. Elaboración propia

Estratificación del peligro

PELIGRO	BAJO De 1 a 25 %	MEDIO De 26 a 50 %	ALTO De 51 a 75 %	MUY ALTO De 76 a 100 %
1. PELIGROS DE ORIGEN NATURAL				
1.1. GENERADOS POR PROCESOS EN EL INTERIOR DE LA TIERRA				
SISMO				X
1.2. GENERADOS POR PROCESOS EN LA SUPERFICIE DE LA TIERRA				
DESLIZAMIENTOS				X
DERRUMBE				X
EROSION				X
1.3. GENERADOS POR FENOMENOS HIDROLOGICOS, METEREOLÓGICOS Y OCEANOGRÁFICOS				
VIENTOS FUERTES			X	
LLUVIAS INTENSAS				X
FENOMENO DEL NIÑO				X
FENOMENO LA NIÑA			X	
PRECIPITACIONES PROLONGADAS				X
INUNDACIONES				X
GRANIZADAS				X
HELADAS				X
FRIAJE			X	
1.4. DE ORIGEN BIOLÓGICO				
EPIDEMIAS		X		
2. PELIGROS INDUCIDOS POR LA ACTIVIDAD DEL HOMBRE				
2.1. INCENDIOS				
INCENDIO URBANO				X
EXPLOSION			X	
2.2. CONTAMINACION				
CONTAMINACION AMBIENTAL				X

PELIGRO	BAJO De 1 a 25 %	MEDIO De 26 a 50 %	ALTO De 51 a 75 %	MUY ALTO De 76 a 100 %
---------	---------------------	-----------------------	----------------------	---------------------------

1. PELIGROS DE ORIGEN NATURAL

1.1. GENERADOS POR PROCESOS EN EL INTERIOR DE LA TIERRA

SISMO

95

1.2. GENERADOS POR PROCESOS EN LA SUPERFICIE DE LA TIERRA		
DESLIZAMIENTOS		95
DERRUMBE		90
EROSION		90
1.3. GENERADOS POR FENOMENOS HIDROLOGICOS, METEREOLÓGICOS Y OCEANOGRÁFICOS		
VIENTOS FUERTES	70	
LLUVIAS INTENSAS		95
FENOMENO DEL NIÑO		95
FENOMENO LA NIÑA	70	
PRECIPITACIONES PROLONGADAS		90
<hr/>		
INUNDACIONES		90
GRANIZADAS		95
HELADAS		90
FRIAJE	70	
1.4. DE ORIGEN BIOLÓGICO		
EPIDEMIAS	45	
2. PELIGROS INDUCIDOS POR LA ACTIVIDAD DEL HOMBRE		
2.1. INCENDIOS		
INCENDIO URBANO		90
EXPLOSION	70	
2.2. CONTAMINACION		
CONTAMINACION AMBIENTAL		90
2.3. ORIGEN BIOLÓGICA		
PROMEDIO	84.11	

Nota. Elaboración propia

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD.

VULNERABILIDAD AMBIENTAL Y ECOLÓGICA:

La población se abastece de agua mediante conexiones domiciliarias; y en cuanto a desagüe una parte cuenta con red pública que descarga a unos silos y se vierten sin tratamiento directamente al río, que no tienen un adecuado mantenimiento de funcionamiento, convirtiéndose así en focos de contaminación, las cuales representa un foco infeccioso y contaminación ambiental de suelo, agua y aire.

Vulnerabilidad ambiental y ecológica

VARIABLES	VB < 25%	VM 26 a 50%	VA 51 a 75%	VMA 76 a 100%
Condiciones atmosféricas			Niveles de temperatura superiores al promedio normal	
Composición de la calidad de aire y agua			Alto grado de contaminación	
Condiciones ecológicas				Contaminación ambiental, tala indiscriminada de matorrales y árboles; incremento de la población, no hay planificación urbana.

Nota. Elaboración propia

VULNERABILIDAD FISICA

La topografía del terreno por ser de pendiente fuerte y la población al encontrarse en la zona baja, cerca al cauce del río Tí, presenta una vulnerabilidad alta afectando a más del 80% de las viviendas, y otras estructuras y terrenos de cultivo.

En la margen derecha e izquierda se observa que gran parte de las viviendas, han sido construidos en las orillas del río y en algunos casos están muy cercanas al río, que construyeron muros de contención y está a punto de colapsar constituyendo un peligro muy alto en Junipalca

Vulnerabilidad física

VARIABLES	VB < 25%	VM 26 a 50%	VA 51 a 75%	VMA 76 a 100%
Material de construcción utilizada en viviendas			La mayoría de las viviendas son de adobe y piedra, sin refuerzos estructurales	
Localización de viviendas				Muy cercana, la población se encuentra a orillas del río a 5 metros de distancia
Características geológicas, calidad y tipo de suelo				Zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables material de relleno producto de deslizamiento y aluvión

Nota. Elaboración propia

VULNERABILIDAD ECONOMICA

La condición económica de los pobladores y la falta de disponibilidad de terrenos apropiados para la expansión urbana; hacen que estos construyan sus viviendas en lugares inadecuados a orillas del río Tingo.

La población casi en su totalidad se dedica a la agricultura de subsistencia, especialmente a la siembra de la papa, por lo que en la actualidad la mayoría se encuentra en estado de pobreza, sus bajos niveles de ingreso que no le es posible satisfacer sus necesidades básicas, constituye el sector más vulnerables de la población.

Vulnerabilidad económica

VARIABLES	VB < 25%	VM 26 a 50%	VA 51 a 75%	VMA 76 a 100%
Acceso al mercado laboral				Escasa Oferta Laboral, la mayoría se dedican a la agricultura de subsistencia.
Nivel de ingresos				Ingresos inferiores para cubrir necesidades básicas
Situación de pobreza o Desarrollo Humano				La población no tiene ingresos fijos mensuales, la población se encuentra dentro del mapa de población con pobreza total o extrema

Nota. Elaboración propia

VULNERABILIDAD SOCIAL:

Las autoridades locales no implementan programas de información y sensibilización sobre la contaminación ambiental, la población tiene un nivel bajo de organización y participación para responder ante situaciones de emergencia por falta de implementar un programa de contingencias por la Oficina de Defensa Civil de la municipalidad distrital de Yarusyacán.

Vulnerabilidad social

VARIABLES	VB < 25%	VM 26 a 50%	VA 51 a 75%	VMA 76 a 100%
Nivel de Organización			Población escasamente organizada ante emergencias	.
Grado de relación entre las instituciones y organizaciones locales ante emergencias.				No existe
Tipo de integración entre las organizaciones e Institucionales locales ante emergencias			Baja integración	

Nota. Elaboración propia

VULNERABILIDAD EDUCATIVA:

Los pobladores por su bajo nivel educativo depositan los desechos sólidos y líquidos en lugares inadecuados; especialmente en las riberas de los ríos.

En los centros educativos hay poca implementación de temas sobre programas de respuestas ante emergencias ocasionados por peligros naturales o antrópicos.

Vulnerabilidad educativa

VARIABLES	VB < 25%	VM 26 a 50%	VA 51 a 75%	VMA 76 a 100%
Programas educativos formales (Prevención y Atención de Desastres - PAD). Campañas de difusión (TV, radio y prensa) sobre PAD.				. No están incluidos los temas de PAD en el desarrollo de programas educativos. No hay difusión
Alcance de los programas educativos sobre grupos estratégicos				Cobertura desfocalizada

Nota. Elaboración propia

VULNERABILIDAD CULTURAL E IDEOLÓGICA

La población de Junipalca en su totalidad es religiosa, existen iglesias evangélica y católica donde la población cree en un dios supremo capaz de evitar desastres, el cual determina sus reacciones ante la ocurrencia de un peligro de origen natural o tecnológico y estará influenciado según su nivel de conocimiento, creencia, costumbre, actitud, temor, mitos, etc.

Vulnerabilidad cultural e ideológica

VARIABLES	VB < 25%	VM 26 a 50%	VA 51 a 75%	VMA 76 a 100%
Conocimiento sobre la ocurrencia de desastres			Escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias De los desastres	.
Percepción de la población sobre los desastre				Percepción totalmente irreal – místico, la población en su totalidad es religiosa
Actitud frente a la ocurrencia de desastre			Actitud escasamente previsor	

Nota. Elaboración propia

VULNERABILIDAD POLITICA E INSTITUCIONAL

Falta el fortalecimiento y la capacidad institucional para cumplir en forma eficiente con sus funciones.

El Estado y las autoridades regionales, provinciales y locales no atienden las necesidades básicas de los pobladores de la localidad de Junipalca, además permiten que la expansión urbana se realice en forma desordenada y en lugares de constante peligro. El centralismo de las actividades económicas en la ciudad de Lima, ha permitido la concentración de desarrollo en la capital; olvidándose de los centros poblados que se desarrollan desordenadamente, construyendo sus viviendas en zonas peligrosas con alta vulnerabilidad.

Vulnerabilidad política e institucional

VARIABLES	VB < 25%	VM 26 a 50%	VA 51 a 75%	VMA 76 a 100%
Autonomía local				No existe autonomía
Participación ciudadana			Participación minoritaria	
Coordinación de acciones entre autoridades locales y funcionamiento del CDC				No hay coordinación inexistencia CDC

Nota. Elaboración propia

VULNERABILIDAD CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

En el centro poblado de Junipalca, no se tiene el nivel de conocimiento científico y tecnológico que la población debe tener sobre los peligros de origen natural y tecnológico, especialmente los existentes en el centro poblado de residencia. Así mismo, sobre el acceso a la información y el uso de técnicas para ofrecer mayor seguridad a la población frente a los riesgos. La comunidad no está informada, por ejemplo, sobre la necesidad de que las construcciones deben considerar las normas sismo resistente, no construir viviendas a orillas de los ríos y ejecutar obras de defensas ribereñas, y otros.

científica y tecnológica

VARIABLES	VB < 25%	VM 26 a 50%	VA 51 a 75%	VMA 76 a 100%
Existencia de Instrumentos para medición (sensores) de fenómenos completos				Población sin instrumentos
Conocimiento sobre la existencia de estudios				No tienen conocimiento de los estudios
La Población cumple las conclusiones y recomendaciones				No cumplen las conclusiones y recomendaciones

Nota. Elaboración propia

Resumen de valores y vulnerabilidades

VULNERABILIDADES	VB < 25%	VM 26 a 50%	VA 51 a 75%	VMA 76 a 100%
VULNERABILIDAD AMBIENTAL Y ECOLÓGICA:			75 + 75	95
VULNERABILIDAD FISICA				97 + 96
VULNERABILIDAD ECONOMICA			75	96 + 96+ 96
VULNERABILIDAD SOCIAL:			75 + 75	95
VULNERABILIDAD EDUCATIVA:				98 +98 + 98
VULNERABILIDAD CULTURAL IDEOLÓGICA	E		75 +75	98
VULNERABILIDAD POLITICA INSTITUCIONAL	E		75	96 + 98
VULNERABILIDAD CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA				95 +95+ 95
TOTAL PROMEDIO				2,129 89.25

Nota. Elaboración propia

$$VT = \frac{VA + VF + VE + VS + Ved + VCI + VPI + VCT}{N}$$

N

N = Numero de vulnerabilidades

$$\text{VULNERABILIDAD FISICA} = \frac{75 + 97 + 96}{3} = 89.33$$

$$\text{VULNERABILIDAD AMBIENTAL Y ECOLÓGICA} = \frac{75 + 75 + 95}{3} = 81.67$$

$$\text{VULNERABILIDAD ECONOMICA} = \frac{96 + 96 + 96}{3} = 96$$

$$\text{VULNERABILIDAD SOCIAL} = \frac{75 + 75 + 95}{3} = 81.67$$

$$\text{VULNERABILIDAD EDUCATIVA} = \frac{98 + 98 + 98}{3} = 98.00$$

$$\text{VULNERABILIDAD CULTURAL E IDEOLÓGICA} = \frac{75 + 75 + 98}{3} = 82.67$$

$$\text{VULNERABILIDAD POLITICA E INSTITUCIONAL} = \frac{75 + 96 + 98}{3} = 89.67$$

$$\text{VULNERABILIDAD CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA} = \frac{95 + 95 + 95}{3} = 95$$

$$\text{VT} = \frac{81.67 + 89.33 + 96 + 81.67 + 98 + 82.67 + 89.67 + 95}{7} = 89.25$$

$$\text{VT} = \frac{\text{VF} + \text{VR}}{2} = \frac{89.33 + 89.25}{2} = 89.29 = \text{VULNERABILIDAD MUYALTA}$$

EVALUACION DE RIESGO

Se han determinado los siguientes niveles de riesgo basados en la fórmula matemática:

$$R = P \times V$$

Donde:

R = Riesgo

P = Peligro

V = Vulnerabilidad

A continuación se realizó la evaluación de riesgo para cada peligro identificado utilizando la siguiente matriz:

Niveles de peligro

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

A) Riesgo de sismo

Riesgo de sismo

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

c) Riesgo deslizamiento

Riesgo deslizamiento

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

d) Riesgo de derrumbe

Riesgo de derrumbe

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
v				
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

e) Riesgo de erosión

Riesgo de erosión

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
v				
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

f) Riesgo de vientos fuertes

Riesgo de vientos fuertes

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
v				
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

g) Riesgo por lluvias intensas

Riesgo por lluvias intensas

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
V				
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

h) Riesgo del fenómeno del niño

Riesgo del fenómeno del niño

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
V				
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

i) Riesgo del fenómeno la niña

Riesgo del fenómeno la niña

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
V				
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

j) Riesgo de precipitaciones prolongadas

Riesgo de precipitaciones prolongadas

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
V				
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

k) Riesgo de inundaciones

Riesgo de precipitaciones prolongadas

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
V				
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

Riesgo de granizadas

Riesgo de granizadas

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
V				
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

j) Riesgo de heladas

Riesgo de heladas

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
v				
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

l) Riesgo de friaje

Riesgo de friaje

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
v				
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

m) Riesgo de epidemias

Riesgo de epidemias

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
v				
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

n) Riesgo de incendio urbano

Riesgo de incendio urbano

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

l) Riesgo de explosión

Riesgo de explosión

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

m) Riesgo de contaminación ambiental

Riesgo de contaminación ambiental

P	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto

Nota. Elaboración propia

Compósito de riesgos.

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO	VULNERABILIDAD MUY ALTA	NIVEL DE RIESGO
SISMO			X			ALTO
DESLIZAMIENTO				X	X	MUY ALTO
DERRUMBE				X	X	MUY ALTO
EROSION				X	X	MUY ALTO
VIENTOS FUERTES			X			ALTO
LLUVIAS INTENSAS				X	X	MUY ALTO
FENOMENO DEL NIÑO				X	X	MUY ALTO
FENOMENO LA NIÑA			X			ALTO
PRECIPITACIONES PROLONGADAS				X	X	MUY ALTO
INUNDACIONES				X	X	MUY ALTO
GRANIZADA				X	X	MUY ALTO
HELADAS			X			MUY ALTO
FRIAJE		X				MEDIO
EPIDEMIA		X				MEDIO
INCENDIO URBANO			X			ALTO
EXPLOSION			X			ALTO
CONTAMINACION AMBIENTAL				X	X	MUY ALTO

Nota. Elaboración propia

RESUMEN DE PELIGROS ASOCIADOS (PELIGROS IDENTIFICADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO)
Peligros asociados

PELIGRO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO	VULNERABILIDAD MUY ALTA	NIVEL DE RIESGO
SISMO			X			ALTO
DESLIZAMIENTO				X	X	MUY ALTO
DERRUMBE				X	X	MUY ALTO
EROSION				X	X	MUY ALTO
VIENTOS FUERTES			X			ALTO
LLUVIAS INTENSAS				X	X	MUY ALTO
FENOMENO DEL NIÑO				X	X	MUY ALTO
FENOMENO LA NIÑA			X			ALTO
PRECIPITACIONES PROLONGADAS				X	X	MUY ALTO
INUNDACIONES				X	X	MUY ALTO
GRANIZADA				X	X	MUY ALTO
HELADAS			X			MUY ALTO
FRIAJE		X				MEDIO
EPIDEMIA		X				MEDIO
INCENDIO URBANO			X			ALTO
EXPLOSION			X			ALTO
CONTAMINACION AMBIENTAL				X	X	MUY ALTO

Nota. Elaboración propia

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ELEMENTOS EN RIESGO

Población en riesgo muy alto

Dentro del análisis e identificación de riesgo se determinó lo siguiente:

La población de Junipalca que se encuentra en **riesgo muy alto** es de 200 a 250 familias con una población entre 850 a 900 habitantes.

Viviendas y servicios básicos en riesgo muy alto

El total de viviendas que se encuentran en **riesgo muy alto** es alrededor de 30 y una

población aproximada de 110 habitantes, estas viviendas fueron construidas en ambas márgenes a las orillas del río Tingo, las condiciones climáticas, tales como inundaciones, lluvias intensas, precipitaciones prolongadas, sismos, etc.; así como las pésimas condiciones ambientales afectan hacen que Junipalca presenta alto riesgo.

Se puede notar que según el material de construcción las viviendas que están en riesgo muy alto en su mayoría son de adobe, y tapial.

Asimismo estas viviendas están ubicadas en las orillas del río Tingo, ante un incremento del caudal del río, estas serán arrasadas, por lo que se deben tomar medidas urgentes ante el fenómeno del niño y los fenómenos naturales.

Equipamiento Urbano en riesgo muy alto

Las infraestructuras construidas tales como: *el puente peatonal, local comunal, iglesias cristianas, local vaso de leche, tanques poza séptico, calle pavimentada, local jardín de niños, escuela de nivel primario, colegio secundario, loza deportiva, centro de salud, parque central pavimentado, local municipal, local comunal, centro cívico muros de contención de concreto armado y otro* se encuentran en riesgo muy alto, debido a que fueron construidas cercanas a orillas del río Tingo (1.0 m a 2,0 de distancia).

Además en ambas márgenes del río, se tienen viviendas que serán afectadas ante la crecida del río Tingo.

Infraestructura vial

Tenemos el puente peatonal de concreto armado que une la margen derecha e izquierda y sirve para comunicar ambas márgenes del río Tingo, este puente ante la crecida del río Tingo puede colapsar, ya que la base del puente se encuentra erosionada y deteriorada por lo que es urgente tomar las precauciones y medidas del caso.

CONCLUSIONES

De la evaluación del estudio de peligro y vulnerabilidad, y estimación de riesgos se concluye en lo siguiente:

El sector crítico Junipalca, que se ubica en el distrito de Yarusyacán provincia Pasco, región Pasco, de acuerdo a su posición geográfica y geológica presenta los siguientes índices de peligrosidad, y riesgo **MUY ALTO 89.29 %**, lo que nos indica que la ocurrencia de cualquier fenómeno natural meteorológico, ocasionaría pérdidas de vida humana, desastres críticos de infraestructura, pérdidas económico y social del sector crítico junipalca.

Se han determinado los siguientes niveles de riesgo basados en la fórmula matemática:

$$R = P \times V$$

Peligro de sismo el RIESGO es **MUY ALTO**.

Peligro de deslizamiento el RIESGO es **MUY ALTO**.

Peligro de Derrumbes el RIESGO es **MUY ALTO**.

Peligro de Erosión el RIESGO es **MUY ALTO**.

Peligro de vientos fuertes el RIESGO es **ALTO**.

Peligro de lluvias intensas el RIESGO es **MUY ALTO**.

Peligro de fenómeno del Niño el RIESGO es **MUY ALTO**.

Peligro de fenómeno la Niña en RIESGO es **ALTO**.

Peligro de precipitaciones prolongadas el RIESGO es **MUY ALTO**.

Peligro de inundaciones el RIESGO es **MUY ALTO**.

Peligro de granizada el RIESGO es **MUY ALTO**

Peligro de heladas RIESGO es **MUY ALTO**

Peligro de friaje el RIESGO es **ALTO**.

Peligro de epidemia el RIESGO es **MEDIO**.

Peligro de incendio urbano el RIESGO es **MUY ALTO**.

Peligro de explosión el RIESGO es **ALTO**.

Peligro de contaminación ambiental el RIESGO es **MUY ALTO**.

De la estratificación de riesgos, se concluye que el sector crítico en estudio, se encuentra en Riesgo **ALTO y MUY ALTO**.

RECOMENDACIONES:

Ejecutar los proyectos mencionados en las fichas tales como:

Primera prioridad:

- Descolmatar el río Tingo en una longitud de 1,500 m en el sector crítico Junipalca.
- Construir y refaccionar los muros de contención a ambas orillas del río Tingo, en el sector crítico, para evitar deslizamientos e inundaciones, en una longitud de 1,000 m.
- Construir un sistema de tratamiento de aguas servidas y residuos sólidos para evitar la contaminación del río Tingo.
- Cortar los eucaliptos que están cercanas a las viviendas y al río porque están con las raíces afuera por erosión del suelo y constituyen un peligro alto cuando

estas caen al río provocando entrapamiento de las aguas y ocasionan alto riesgo.

- Las Oficinas de defensa Civil del Gobierno Regional Pasco, de la Municipalidad Provincial Pasco y de la Municipalidad Distrital de Yarusyacán, deben tomar decisiones inmediatas para evitar pérdidas de infraestructuras y vidas humanas.
- Recomendamos implementar el estudio de riesgos en todos los distritos de la Región Pasco.
- No contaminar el río Tingo con residuos sólidos y aguas servidas.

ANEXOS
PANEL FOTOGRAFICO

Plano de erosión y deslizamiento del rio Tingo en Junipalca



NOTA: Trabajo De Campo

Midiendo longitudinal mente



NOTA: Trabajo De Campo

Inundación de vivienda al margen del rio tingo en junipalca.



NOTA: Trabajo De Campo

Figura 58 viviendas en peligro de inundación



NOTA: Trabajo De Campo

Rio Tingo muro de contención colapsado a consecuencia viviendas colapsadas por inundaciones.



NOTA: Trabajo De Campo
Figura 60

Colapso de muro de contención del puesto de salud – junipalca.



NOTA: Trabajo De Campo

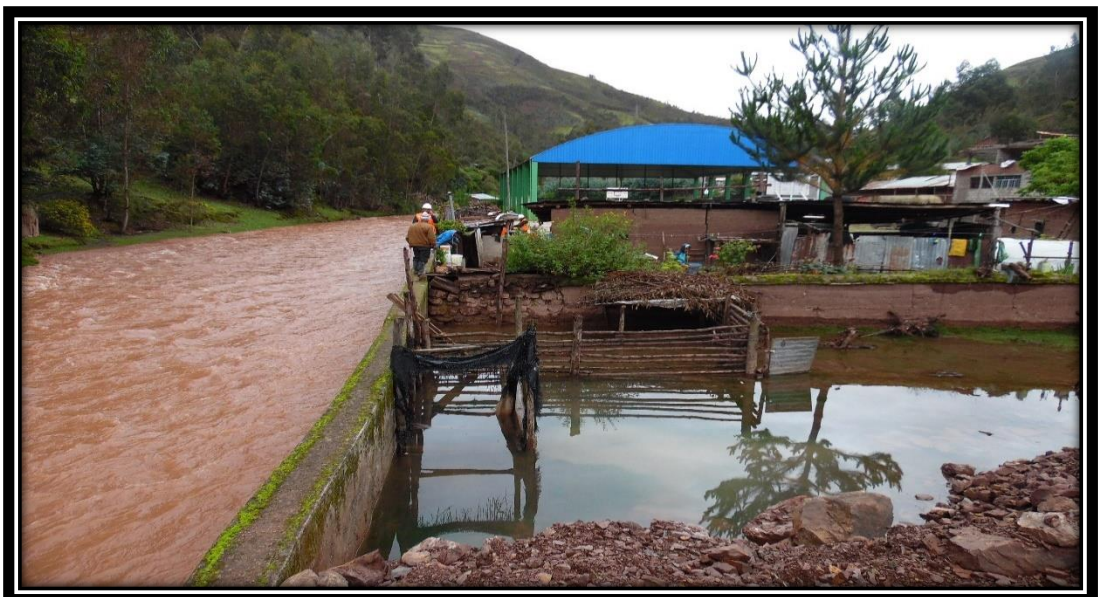
Figura 61

Caida, deslizamiento de los muros de contención en Junipalca.



NOTA: Trabajo De Campo

Viviendas inundadas a causa de la crecida del rio tingo



NOTA: Trabajo De Campo

Terreno a punto de deslizarse por las fracturas presentes en el suelo.



NOTA: Trabajo De Campo

Rocas de color rojizo del grupo Mitú, como roca madre en Junipalca



NOTA: Trabajo De Campo

Superficie de erosión del río Tingo, afectando ambas márgenes



NOTA: Trabajo De Campo

Erosión y deslizamiento de las orillas del río Tingo en Junipalca



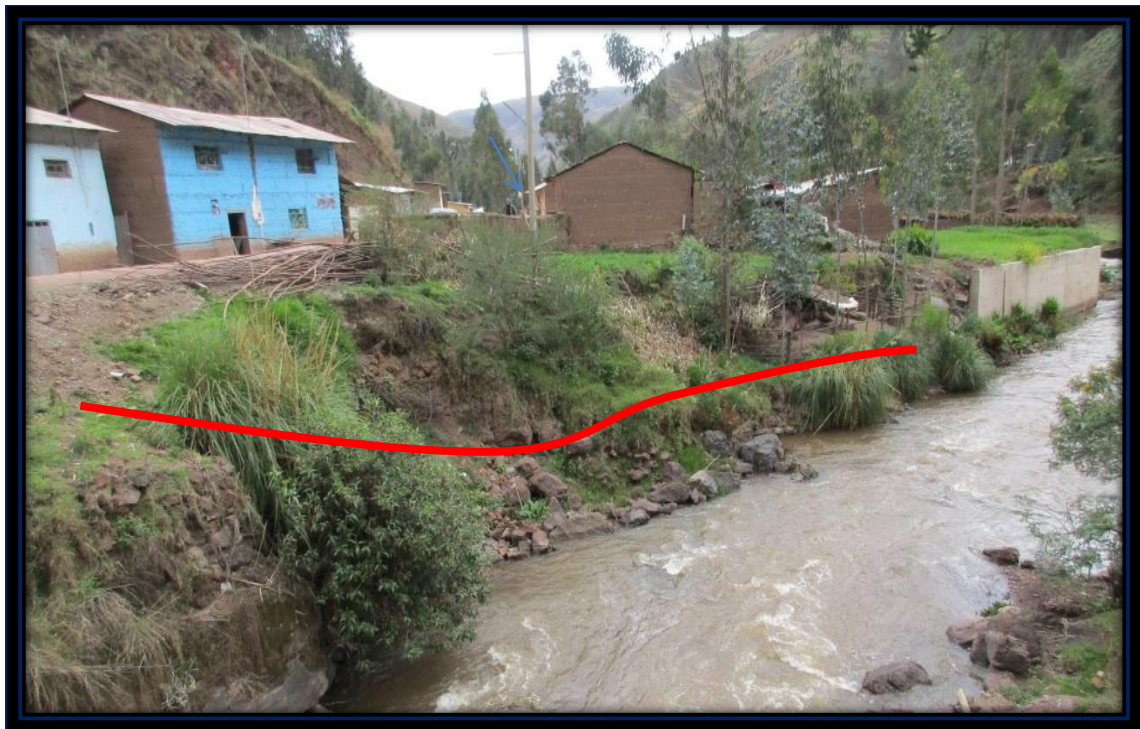
NOTA: Trabajo De Campo

Caída, deslizamiento y erosión de las riberas del río Tingo



NOTA: Trabajo De Campo

Caida, deslizamiento de los muros de contención en Junipalca



NOTA: Trabajo De Campo

Erosión y deslizamiento de la margen derecha del rio Tingo.



NOTA: Trabajo De Campo

Caída de los muros de contención, inundación del rio Tingo en Junipalca



NOTA: Trabajo De Campo

Propuesta de muro de contención:

PROYECTO:

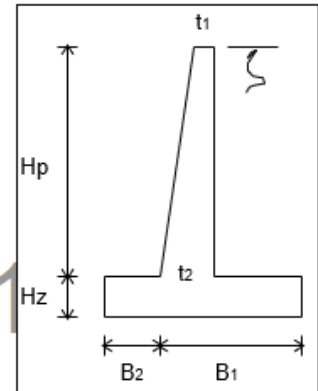
PROPUESTA DE DEFENSA RIVEREÑA EN ZONAS VULNERABLES DEL RIO TINGO ZONA JUNILPALCA, DISTRITO DE SAN FRANCISCO DE ASIS DE YARUSYACAN, PROVINCIA DE PASCO-PASCO.

DISEÑO ESTRUCTURAL DEL MURO DE CONTENCIÓN

- [1.00 DIMENSIONAMIENTO DE LA PANTALLA](#)
- [2.00 VERIFICACION POR CORTE](#)
- [3.00 DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA](#)
- [4.00 VERIFICACION DE ESTABILIDAD](#)
- [5.00 PRESIONES SOBRE EL TERRENO](#)
- [6.00 DISEÑO DE LA PANTALLA \(Método de la Rotura\)](#)
- [7.00 DISEÑO DE LA ZAPATA \(Método de la Rotura\)](#)

DATOS :

FSD		1.25
FSV		1.50
Angulo friccion interno	\emptyset	22.09 °
Coefficiente empuje activo	Ka	0.453
Coef. friccion desplazamiento	f	0.59
Peso del relleno	γ	1.60 ton/m ³
Peso especifico concreto	γ_c	2.40 ton/m ³
Altura pantalla	H _p	3.00 m.
Capacidad portante	σ	1.050 kg/cm ²
Concreto	f _c	210 kg/cm ²
Acero	f _y	4,200 kg/cm ²



1.00 DIMENSIONAMIENTO DE LA PANTALLA

$$t_1 = 0.25 \text{ m.}$$

$$M = K_a \gamma \frac{H_p^3}{6} + K_a \gamma H_o \frac{H_p^2}{2}$$

$$M = 3.26 \text{ ton-m (en la base)}$$

$$M_u = 1.6M = 5.22 \text{ ton-m}$$

Además:

$$M_u = \emptyset b d^2 f_c \omega (1 - 0.59 \omega)$$

$$\emptyset = 0.9$$

$$b = 100$$

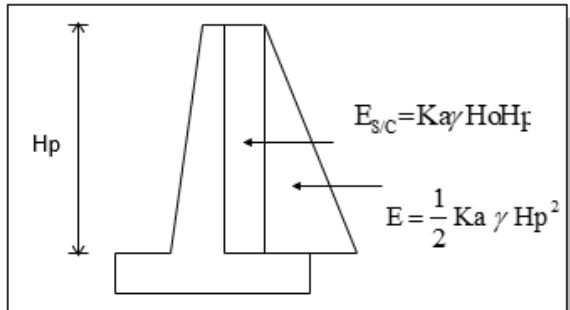
$$\rho = 0.004 \text{ (cuantía asumida)}$$

Donde: $\omega = \rho \frac{f_y}{f_c}$

$$d = 0.19 \text{ m.}$$

$$t_2 = 0.24 \text{ m. usar: } t_2 =$$

$$d = 0.452 \text{ m. (recubrimiento)}$$



$$\text{ro } 5/8''$$

2.00 VERIFICACION POR CORTE

$$V_d = 2.35 \text{ ton. (Cortante a una altura: } H_p - d)$$

$$V_{du} = 1.6V_d = 3.77 \text{ ton. (Cortante ultimo)}$$

$$t_d = 0.41 \text{ m. (peralte a una distancia "d")}$$

$$V_{du} / \emptyset = 5.02$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{f_c} b t_d$$

$$V_c = 31.83 \text{ ton. (Cortante admisible)}$$

$$V_{ce} = 2/3V_c = 21.22 \text{ ton. (Cortante admisible efectivo, por traslape en la base)}$$

$$V_{ce} > V_{du} / \emptyset \quad \text{OK !!!}$$

3.00 DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA

$$H_z = (t_2 + 0.05) = 0.55 \text{ m. Usar: } 0.50 \text{ m.}$$

$$H = (H_z + H_p) = 3.50 \text{ m.}$$

$$H_e = H_z + H_p = 3.50 \text{ m.}$$

$$\text{Peso promedio } \gamma_m = 2.00 \text{ ton/m}^3 \text{ (del concreto y suelo)}$$

DIMENSIONAMIENTO POR ESTABILIDAD AL DESLIZAMIENTO

$$B_1 \geq \text{FSD} \frac{K_a \gamma H_e}{2 f \gamma_m} = 1.35 \text{ m. Usar: } 2.50 \text{ m.}$$

DIMENSIONAMIENTO POR ESTABILIDAD AL VOLTEO

$$B_2 \geq \left[\frac{f \text{ FSV}}{3 \text{ FSD}} - \frac{B_1}{2H_e} \right] H_e = -0.43 \text{ m. Usar: } 0.60 \text{ m. (Hz mínimo)}$$

4.00 VERIFICACION DE ESTABILIDAD

FUERZAS RESISTENTES

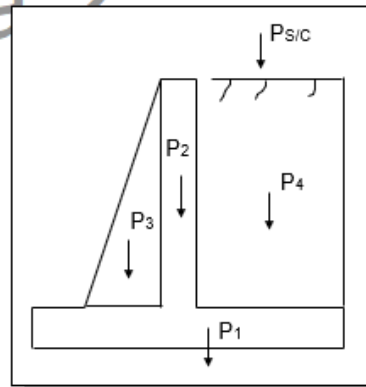
P _i	Peso (P) Ton	Brazo de giro (X) m	P * X Ton-m
P1	3.72	1.55	5.77
P2	1.8	2.98	5.36
P3	0.9	2.77	2.49
P4	3.60	3.43	12.33
TOTAL	10.02		25.94

FUERZAS ACTUANTES

Ha =	4.44	ton.	
Ma =	5.18	ton-m.	
FSD =	1.32	>	1.25
FSV =	5.00	>	1.50

OK !!!

OK !!!



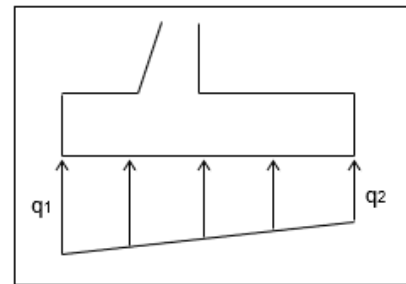
5.00 PRESIONES SOBRE EL TERRENO

Xo =	2.07	m.
e =	-0.52	m.
B/6 =	0.52	m.
B/6 > e	¡BIEN! Resultante cae dentro del tercio central	

q1 =	-	kg/cm ²
q2 =	0.65	kg/cm ²

q1 < σ_t **OK !!!**

q2 < σ_t **OK !!!**



6.00 DISEÑO DE LA PANTALLA (Método de la Rotura)

6.01 REFUERZO VERTICAL

ARMADURA PRINCIPAL EN LA BASE (cara interior)

Mu =	5.22	ton-m.			
t2 =	50.00	cm.			
d =	45.22	cm.			
b =	100.00	cm.			
F'c =	210	kg/cm ²			
Fy =	4,200	kg/cm ²			
As =	3.40	cm ² /m.	⇒	a =	0.80 cm.

Entonces:
As = 3.08 ⇒ a = 0.73 cm.

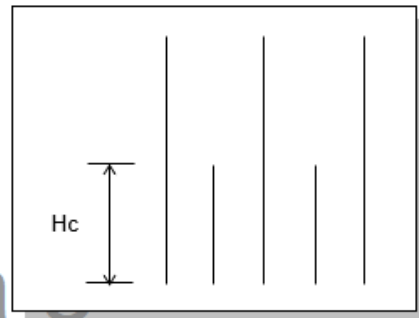
USAR Ø 1/2 " a 41 cm.

$$A_{s_{min}} = 0.0018bd$$

Asmin =	8.14	cm ² /m.	en la base
Asmin =	3.64	cm ² /m.	en la corona

Altura de corte para Mu/2:

Hc = 1.12 m. Usar: 1.20 m.



ARMADURA SECUNDARIA (cara exterior)

Armadura de montaje (Ø3/8" ó Ø1/2")

$$S = 36\phi \leq 45 \text{ cm}$$

USAR Ø 1/2 " a 45 cm.

6.02 REFUERZO HORIZONTAL

Ast = 0.0020bt (contracción y temperatura)

Ast arriba:	5.00	cm ² /m.			
2/3 Ast =	3.33	Ø	1/2	38	cm cara en contacto con intemperie
1/3 Ast =	1.67	Ø	1/2	45	cm cara en contacto con suelo
Ast intermedic	7.50	cm ² /m			
2/3 Ast =	5.00	Ø	1/2	25	cm cara en contacto con intemperie
1/3 Ast =	2.50	Ø	1/2	45	cm cara en contacto con suelo
Ast abajo:	10.00	cm ² /m			
2/3 Ast =	6.67	Ø	1/2	19	cm cara en contacto con intemperie
1/3 Ast =	3.33	Ø	1/2	38	cm cara en contacto con suelo

7.00 DISEÑO DE LA ZAPATA (Método de la Rotura)

CARGAS POR MT. DE ANCHO

$W_{relleno} = 4.80$ ton/m. (peso del relleno)
 $W_{pp} = 1.20$ ton/m. (peso propio)

ZAPATA ANTERIOR (izquierda)

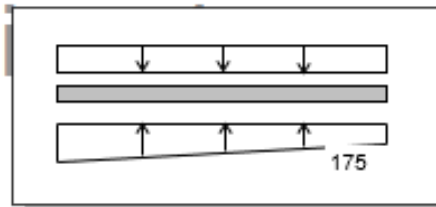
$W = 1.20$ ton/m
 $W_u = -1.08$ ton/m
 $M_u = -0.19$ ton-m
 $d = 41.87$ cm. (recubrimiento 7.5 cm + 0.5 del....) 1/2
 $b = 100.00$ cm.
 $F'_c = 210$ kg/cm²
 $F_y = 4,200$ kg/cm²
 $A_s = -0.14$ cm²/m.

$$A_{s_{min}} = 0.0018 b d$$

$A_{s_{min}} = 7.54$ cm²/m Usar: 1/2 @ 27 cm.

ZAPATA POSTERIOR (derecha)

$q_b = 2.31$ ton/m
 $q_2 = 6.50$ ton/m
 $W_u = 7.20$ ton/m
 $M_u = 2.15$ ton-m
 $d = 44.00$ cm.
 $b = 100$ cm.
 $F'_c = 210$ kg/cm²
 $A_s = 1.44$ cm²
 $A_{s_{min}} = 7.92$ cm² Usar: 1/2 @ 25 cm.



VERIFICACION POR CORTANTE

$q'd = -5.46$ ton/m
 $V_{du} = 2.10$ ton
 $V_c = 33.79$ ton **OK !!!**

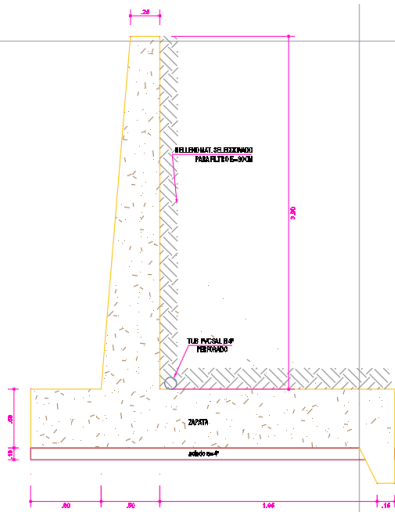
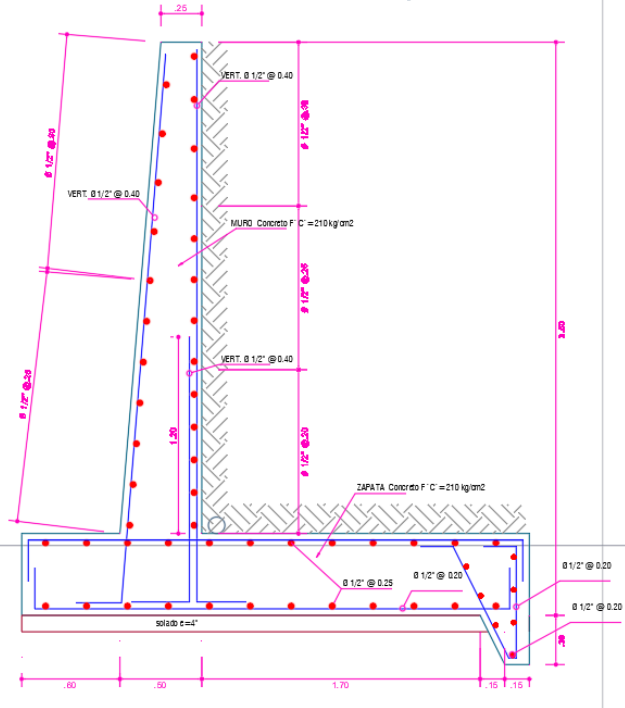
REFUERZO TRANSVERSAL

$A_{st} = 9.00$ cm² Usar: 1/2 @ 22 cm.
Armadura de montaje: 36Ø = 18 cm² Usar:

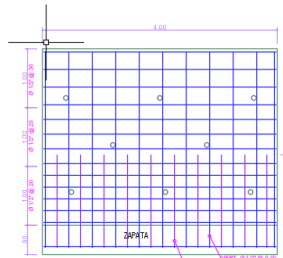
$$S = 36Ø \leq 50 \text{ cm}$$

USAR ACERO 1/2 @ 46 cm.

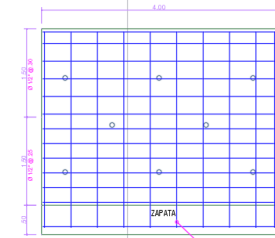
ESPECIFICACIONES TECNICAS	
1) CONCRETOS	
1.1) CONCRETO EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES	f _c =210 Kg/cm ² muros de contracción rotocada. f _c =210 Kg/cm ² en columnas y vigas.
2) ACERO DE REFUERZO	Acero ASTM 60, f _y =4200 Kg/cm ² .
3) RECURRIMIENTOS	En vigas bordes o vigas de Amarre, será de 2 cm. En columnas será de 3 cm. En sobrecimientos será de 2 cm.
4) CURADOS	En todos los elementos donde se usa cemento se efectuarán curados permanentemente durante el día con agua potable durante los 7 días después de las construcciones.



CORTE AA
E01-102



ARMADURA MALLA INTERIOR
E01-102



ARMADURA MALLA EXTERIOR
E01-102

3) RECURRIMIENTOS	En vigas bordes o vigas de Amarre, será de 2 cm. En columnas será de 3 cm. En sobrecimientos será de 2 cm.
4) CURADOS	En todos los elementos donde se usa cemento se efectuarán curados permanentemente durante el día con agua potable durante los 7 días después de las construcciones.

