



# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**“EVALUACION DE RIESGOS Y DESASTRES PARA LA  
INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA MAYOR DE RIEGO- CANAL  
TRONCAL DE LA IRRIGACION MARGEN IZQUIERDA RIO  
TUMBES -2017”**

## **AUTORES**

**GARCIA SERNA, EDITH BEATRIZ**

**ZAPATA PEÑA, SHEILA LIZCETH**

## **ASESOR**

**Dr. PUÑO LECARNAQUÉ, Napoleón**

**TUMBES- PERÚ**

**2017**





# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES**

## **FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

### **“EVALUACION DE RIESGOS Y DESASTRES PARA LA INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA MAYOR DE RIEGO- CANAL TRONCAL DE LA IRRIGACION MARGEN IZQUIERDA RIO TUMBES -2017”**

#### **AUTORES**

**GARCIA SERNA, EDITH BEATRIZ**

**ZAPATA PEÑA, SHEILA LIZCETH**

#### **ASESOR**

**Dr. PUÑO LECARNAQUÉ, Napoleón**

**TUMBES- PERÚ**

**2017**

## DECLARACION DE ORIGINALIDAD

Nosotras \_\_\_\_\_ ,  
declaramos que los resultados reportados en esta tesis, son producto de mi trabajo con el apoyo permitido de terceros en cuanto a su concepción y análisis. Así mismo declaro que hasta donde yo sé no contiene material previamente publicado o escrito por otra persona excepto donde se reconoce como tal a través de citas y con propósitos exclusivos de ilustración o comparación.

En este sentido, afirmo que cualquier información presentada sin citar a un tercero es de mi propia autoría.

Declaro finalmente, que la redacción de esta tesis es producto de mi propio trabajo con la dirección y apoyo de mi asesor de tesis y mi jurado calificador, en cuanto a la concepción y al estilo de la presentación o la expresión escrita.

---

**GARCIA SERNA, EDITH BEATRIZ**

---

**ZAPATA PEÑA, SHEILA LIZCETH**

# **ACTA DE REVISION Y DEFENSA DE TESIS**

## RESPONSABLES

Br. ZAPATA PEÑA, SHEILA LIZCETH

---

EJECUTOR

Br. GARCIA SERNA EDITH BEATRIZ

---

EJECUTOR

Dr. Ing. PUÑO LECARNAQUÉ NAPOLEÓN

---

ASESOR

ING. LUCIO JIMÉNEZ DOMINGUEZ

---

CO \_ ASESOR

## JURADO DICTAMINADOR

Dr. Ing. CARRILLO SARANGO JOSÉ MODESTO

---

PRESIDENTE

Mg. Ing. ATOCHE ORTIZ DECIDERIO

---

SECRETARIO

Mg. Ing. CESAR YOEL FEJO CARRILLO.

---

VOCAL

# CONTENIDO

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| <b>Resumen</b> .....   |             |
| <b>Abstract</b> .....  |             |
| <b>1. Introducción</b> .....   | 11          |
| <b>2. Marco de Referencia del Problema</b> .....                       | 16          |
| 2.1. Antecedentes .....  | 16          |
| 2.2. Bases Teórico – Científicas .....                                 | 18          |
| 2.3. Definición de Términos Básicos .....                              | 23          |
| <b>3. Material y Métodos</b> .....                                     | 29          |
| 3.1. Tipo de Estudio y Diseño de Contrastación<br>de Hipótesis .....   | 29          |
| 3.2. Población, Muestra y Muestreo .....                               | 30          |
| 3.3. Métodos, técnicas e Instrumentos de<br>Recolección de Datos ..... | 30          |
| 3.4. Procesamiento y Análisis de Datos .....                           | 32          |
| <b>4. Resultados</b> .....   | 34          |
| <b>5. Discusión</b> .....  | 63          |
| <b>6. Conclusiones</b> .....   | 66          |
| <b>7. Recomendaciones</b> .....  | 68          |
| <b>8. Referencias Bibliográficas</b> .....                             | 69          |
| <b>9. Anexos</b> .....   | 71          |

## INDICE DE CUADROS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Cuadro N°1:</b> Metodología Cualitativa: Variable Indicadores Críticos ante Deslizamientos e Inundaciones.....  | <b>38</b> |
| <b>Cuadro N°2:</b> Metodología Cualitativa: Matriz de Variables ante Deslizamientos e Inundaciones.....  | <b>39</b> |
| <b>Cuadro N°3:</b> Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada Corrales.....            | <b>40</b> |
| <b>Cuadro N°4:</b> Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada Urcos.....               | <b>41</b> |
| <b>Cuadro N°5:</b> Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada Pampa de la Gallina..... | <b>42</b> |
| <b>Cuadro N°6:</b> Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada San José.....            | <b>43</b> |
| <b>Cuadro N°7:</b> Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada La Jota.....             | <b>44</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Cuadro N°8:</b> Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada Los Cedros.....      | <b>45</b> |
| <b>Cuadro N°9:</b> Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada La Concordia.....    | <b>46</b> |
| <b>Cuadro N°10:</b> Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada El Molino.....      | <b>47</b> |
| <b>Cuadro N°11:</b> Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada Ocho Angelitos..... | <b>48</b> |
| <b>Cuadro N°12:</b> Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada Cabeza de Vaca..... | <b>49</b> |
| <b>Cuadro N°13:</b> Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada San Francisco.....  | <b>50</b> |
| <b>Cuadro N°14:</b> Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada Malvales.....       | <b>51</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Cuadro N°15:</b> Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada Cristales.....                       | <b>52</b> |
| <b>Cuadro N°16:</b> Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada Jardina.....                         | <b>53</b> |
| <b>Cuadro N°17:</b> Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada Plateros.....                        | <b>54</b> |
| <b>Cuadro N°18:</b> Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada Urbina.....                          | <b>55</b> |
| <b>Cuadro N°19:</b> Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada Francos.....                         | <b>56</b> |
| <b>Cuadro N°20:</b> Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Tramo de deslizamiento de Suelos en Masa..... | <b>57</b> |
| <b>Cuadro N°21:</b> Metodologías Cualitativas: Matriz de Niveles de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Deslizamientos en masa de Suelos – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes.....             | <b>58</b> |

**Cuadro N°22:** Metodología Cualitativa: Matriz de Niveles de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes... **59**

## INDICE DE ANEXOS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Anexo N°1:</b> Metodología Cualitativa: Variable Indicadores Críticos ante Deslizamientos e Inundaciones..... | <b>72</b> |
| <b>Anexo N°2:</b> Metodología Cualitativa: Matriz de Variables ante Deslizamientos e Inundaciones.....           | <b>72</b> |

## INDICE DE GRÁFICOS

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Gráfico N°1:</b> Irrigación Margen Izquierda – del Río Tumbes..... | <b>73</b> |
|---|-----------|

## INDICE DE FOTOS

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Foto N°1:</b> Puente Quebrada La Garita – Corrales.....                  | <b>74</b> |
| <b>Foto N°2:</b> Canal Pegado a Laderas de Cerros.....                      | <b>74</b> |
| <b>Foto N°3:</b> Canal Pegado a Laderas de Cerros.....                      | <b>75</b> |
| <b>Foto N°4:</b> Cruce Panamericana – Puente Pampa La Gallina.....          | <b>75</b> |
| <b>Foto N°5:</b> Canal Troncal – Tramo Revestido – Sector San Isidro.....   | <b>76</b> |
| <b>Foto N°6:</b> Quebrada Los Cedros – Desemboca Directamente al Canal....  | <b>76</b> |
| <b>Foto N°7:</b> Quebrada La Jota – No Desemboca Directamente al Canal..... | <b>77</b> |
| <b>Foto N°8:</b> Quebrada Francos – Superpasaje Cruza el Canal.....         | <b>77</b> |
| <b>Foto N°9:</b> Quebrada Urbina – Superpasaje Destruído.....               | <b>78</b> |
| <b>Foto N°10:</b> Canal Tapado – Soporta Deslizamientos.....                | <b>78</b> |
| <b>Foto N°11:</b> Alcantarillas.....  | <b>79</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Foto N°12:</b> Quebrada La Jardina – Sobre el Canal.....               | <b>79</b> |
| <b>Foto N°13:</b> Alcantarilla Quebrada Urcos – 1.....                    | <b>80</b> |
| <b>Foto N°14:</b> Travieza Hidráulica de Materias Rústicos.....           | <b>80</b> |
| <b>Foto N°15:</b> Travieza Hidráulica Gaviones Rellenadas con Piedra..... | <b>81</b> |
| <b>Foto N°16:</b> Bocatoma – La Peña – Captación del Río Tumbes.....      | <b>81</b> |
| <b>Foto N°17:</b> Canal Sin Revestir.....                                 | <b>82</b> |

## RESUMEN

La presente investigación “EVALUACION DE RIESGOS Y DESASTRES PARA LA INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA MAYOR DE RIEGO- CANAL TRONCAL DE LA IRRIGACION MARGEN IZQUIERDA RIO TUMBES -2017” tuvo como propósito identificar los tipos de riesgos frente a un impacto de desastre como consecuencia de las precipitaciones altas, sobre esta importante infraestructura de riego, para ello se planteó un estudio básico y un diseño descriptivo, explicativo, no experimental y aplicativo; para ello se recorrió los 24.5km del canal desde su captación en la Bocatoma La Peña en el Distrito de San Jacinto hasta su entrega final en el Distrito de La Cruz en este recorrido se llenó la ficha de vulnerabilidad cualitativa diseñada para tal fin. Los resultados fueron plasmados en 3 objetivos específicos cuyas conclusiones son: Los tipos de riesgos más importantes son en mayor magnitud la inundación de su caja hidráulica y posterior colmatación como consecuencia de las 23 quebradas que pasan, desfogan o chocan con la infraestructura; así como la colmatación por el deslizamiento en masas de suelos de un tramo de 1km. La metodología más conveniente es la metodología cualitativa que permitió identificar el 81% de quebradas que producen entre Muy Alto, Alto, y Medio riesgo de vulnerabilidad sobre el canal, planteándose 2 tipos de medidas de reducción de riesgo, medidas no estructurales (síntomas de alta temperatura, proyectos de subsistencia, capacitaciones), y medidas estructurales (reforestación de laderas, construcción de tapas en el canal en tramos críticos, reconstrucción de la corona del canal, construcción de canoas, alcantarillas, puentes y traviezas hidráulicas en las cuencas de las quebradas que causan Muy alto riesgo de vulnerabilidad).

**Palabras Clave:** Vulnerabilidad de Canales de Riego – Hidráulica Fluvial – Medidas de Prevención de Desastres.

## **ABSTRACT**

The present investigation "EVALUATION OF RISKS AND DISASTERS FOR THE GREATER HYDRAULIC INFRASTRUCTURE OF IRRIGATION- CHANNEL TRONCAL OF IRRIGATION MARGIN LEFT RIO TUMBES -2017" had as purpose to identify the types of risks in front of an impact of disaster as a result of the high precipitations, on this important irrigation infrastructure, for this a basic study and a descriptive, explanatory, non-experimental and applicative design were proposed; for this purpose, the 24.5km of the canal was traversed from its catchment at the La Peña Intake in the San Jacinto District to its final delivery in the District of La Cruz. On this tour, the qualitative vulnerability sheet designed for that purpose was filled. The results were captured in 3 specific objectives whose conclusions are: The most important types of risks are in greater magnitude the flooding of its hydraulic box and subsequent clogging as a consequence of the 23 streams that pass, vent or collide with the infrastructure; as well as the colmatación by the sliding in masses of floors of a stretch of 1km. The most suitable methodology is the qualitative methodology that allowed identifying 81% of streams that produce between Very High, High, and Medium risk of vulnerability on the channel, considering 2 types of risk reduction measures, non-structural measures (high risk symptoms). temperature, subsistence projects, training), and structural measures (reforestation of hillsides, construction of covers in the channel in critical sections, reconstruction of the crown of the canal, construction of canoes, culverts, bridges and hydraulic rails in the basins of the streams that cause Very high risk of vulnerability).

**Key Words:** Vulnerability of Irrigation Channels - Fluvial Hydraulics - Disaster Prevention Measures.

## 1.- INTRODUCCIÓN

### 1.1.- Situación Problemática

Los países en desarrollo son los más expuestos a impactos producidos por los desastres, pues su infraestructura y sus economías son más vulnerables a los peligros de origen natural (MEF, 2013). Esta situación es crítica en América Latina, y Perú no es ajeno a esta realidad. Este escenario, sumado a que se encuentra ubicado en una zona altamente sísmica, lo convierten en un lugar altamente peligroso y por tanto expuesto a sufrir graves consecuencias ante una mala gestión de los desastres (Aguilar y Echevarría, 2011).

Perú está incluido entre los países más peligrosos del mundo en cuanto a eventos físicos adversos (Castro, 2004) porque en su territorio se presentan dos tipos de peligro de origen natural. Primero, los de gran escala como terremotos, FEN intensos y sequías severas, y, segundo, los de menor escala como sismos regulares, deslizamientos, deslaves o huaicos, granizadas, heladas y lluvias estacionales que generan inundaciones (MEF, 2013). En general, el impacto de estos peligros de origen natural es difícil de controlar y reducir mediante acciones de los individuos.

Si bien los desastres vienen ocurriendo en Perú desde hace siglos y sus efectos en el ámbito social, económico y político cada vez son mayores, aún el país no se encuentra preparado para afrontarlos de forma efectiva, a pesar de que el Perú ha asumido compromisos internacionales que desarrollan pautas y otorgan recomendaciones para hacerlo (Aguilar y Echevarría, 2011).

La dimensión del problema de vulnerabilidad del Perú ante desastres y los efectos negativos del cambio climático es significativa. Según diversos estudios recientes, el país está identificado como uno de los países con mayor vulnerabilidad frente a múltiples amenazas naturales, incluidas las de origen climático, en la región Los elevados

niveles de vulnerabilidad del país responden a una combinación de causas naturales como la alta variabilidad climática, la compleja geomorfología o la intensidad de la actividad geodinámica y causas de origen humano como la ocupación no planificada del espacio, la persistencia de prácticas productivas inadecuadas, la deforestación y desertificación o la degradación de suelos.

Esta variedad de peligros a los cuales estamos expuestos, no se presentan con la misma intensidad y recurrencia en todas las regiones naturales del país, por ejemplo: los sismos (temblor y terremoto), son más frecuentes en la costa central y sur, así como en la selva norte; los deslizamientos, las heladas y sequías en la sierra; y, los vientos fuertes, incendios forestales, las inundaciones y erosiones fluviales, en la región de la selva.

La complejidad de la naturaleza y la diversidad de peligros que se dan en nuestro país, deben ser tomadas en cuenta para incorporar los criterios de prevención y atención de los desastres en la formulación de los Planes de Desarrollo y Programas de Inversión, en los distintos niveles (nacional, sectorial, regional o local) y para horizontes determinados (largo, mediano y corto plazo).

La principal fuente de agua es el río Tumbes. Esta es captada a través de la bocatoma La Peña, ubicada en el distrito de San Jacinto, para ser derivada al canal troncal de la margen izquierda. Este Canal de la Margen Izquierda, tiene una extensión total de 24,5 Km. que irriga el área del proyecto alrededor de 8,000 Hás, cuyos beneficiarios en un número aproximado de 4,500 se encuentran organizados en una comisión de usuarios y en 25 Comités de Riego. Actualmente se cuenta, con la bocatoma La Peña en un relativo buen estado; sin embargo, el canal troncal es en un 57% en tierra (14km), y en un 43% está revestido con concreto (10.5km).

De las 8,000 Hás de tierras agrícolas que son irrigadas con la infraestructura de riego antes mencionada, el 75% (6,000 son de arroz), y el 25% (2,000 son banano y plátano dominico principalmente). Este canal además abastece de agua, en un caudal aproximado de 250 Litros por segundo a la planta de agua

potable de Los Cedros, con la finalidad de abastecer a un aproximado de 5,000 habitantes distribuidos entre el Distrito de Corrales y el Distrito de La Cruz. Su recorrido total cruza 3 Distritos de la Provincia de Tumbes como San Jacinto desde el tramo Bocatoma La Peña, Quebrada Cristales, Distrito de Corrales desde Quebrada Cristales hasta Quebrada La Jota y el Distrito LA Cruz desde Quebrada LA Jota hasta Los Cerezos, que es la cola del canal. La principal vulnerabilidad en todo su recorrido se da entre los meses de enero – abril (meses lluviosos), incrementándose el riesgo durante los fenómenos El Niño o El Niño Costero como el ocurrido en el último verano del año 2017. Esta alta vulnerabilidad del canal se da porque en sus 24.5km es atravesado por 24 quebradas con cuencas que van entre áreas de 100 a 2,000 Hás y con caudales que pueden variar entre 5 hasta 50 m<sup>3</sup> /Seg. Lo que trae como consecuencia que el canal sea inundado y colmatado por estas avenidas; así mismo ayudan a este desastre los deslizamientos que se producen en los cerros aledaños al canal.

Ante esta problemática se plantea la presente investigación con la finalidad de técnicamente determinar los puntos más críticos donde colapsaría el canal ante posibles inundaciones por las quebradas y deslizamiento de los cerros aledaños; así mismo en la presente investigación se determina la mejor metodología de análisis de vulnerabilidad y especificar el tipo de actividades que podría mitigar el riesgo al que está sometido esta infraestructura hidráulica.

## **1.2. Formulación del Problema.**

¿La Infraestructura del Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda Rio Tumbes Se Encuentra Sometido A Riesgos Y Desastres Los Cuales es Necesario Identificar para Mejorar su Capacidad Operativa y Tiempo de Vida Útil?

### 1.3. Justificación e Importancia.

Siendo este canal la principal infraestructura de conexión del agua para el riego principalmente de los cultivos agrícolas en las áreas antes mencionadas; área que representa en 60% del total del área agrícola de la Región de Tumbes y además es importante destacar que esta irrigación de la margen izquierda del Río Tumbes es la única irrigación por gravedad que capta sus aguas a través de la bocatoma La Peña emplazada en el mismo cauce del Río Tumbes. La presente investigación tiene su justificación porque ha permitido identificar los principales factores causantes de peligros de destrucción de su caja hidráulica; los mismos que una vez identificados sirven para proyectar obras de mitigación y de reconstrucción; con el beneficio respectivo para los 4,500 usuarios entre agrarios y no agrarios que dependen de él. Por lo tanto; la presente investigación tendrá una **Justificación Práctica**, porque sus resultados serán puestos a consideración de las autoridades y directorios correspondientes y puedan proyectar todas las actividades que aquí se están planteando. Así mismo tendrá una **Justificación Social**, porque los beneficiados con la implementación de obras de prevención y mitigación serán los 4,500 usuarios entre agrarios y no agrarios que dependen de este canal; y finalmente tienen una **Justificación Metodológica**, porque sus resultados han sido obtenidos siguiendo un estricta metodología científica y cruzando instrumentos y técnicas debidamente validados que podrán ser generalizados y usados en otras investigaciones similares.

### 1.4. Formulación de Hipótesis

#### 1.4.1. Hipótesis General

¿La determinación de los tipos de riesgo y el conocimiento de las metodologías para el análisis de vulnerabilidad del canal troncal de la irrigación de la margen izquierda permiten fortalecer la sostenibilidad con la implantación de mejores proyectos de

inversión pública tanto con la etapa de mitigación, prevención y reconstrucción de este canal?

#### **1.4.2. Hipótesis Específicas.**

1. En canal troncal de margen izquierda del Río Tumbes está sometido a riesgos de inundación y deslizamientos como consecuencia de las quebradas y cerros presentes a lo largo de todo su recorrido.
2. De todas las metodologías existentes para el análisis de vulnerabilidad y riesgo la que más de adecua es la metodología cualitativa.
3. Con la finalidad de fortalecer la sostenibilidad de los proyectos de inversión pública (PIP), se deben plantear obras de mitigación y prevención.

### **1.5. Objetivos de la Investigación**

#### **1.5.1. Objetivo General**

Evaluar los riesgos y desastres para la infraestructura hidráulica mayor de riego - canal troncal de la Irrigación Margen Izquierda Río Tumbes - 2017.

#### **1.5.2. Objetivos Específicos**

1. Evaluar los Tipos de riesgos frente a un impacto de desastre de la infraestructura hidráulica del canal troncal de la comisión de usuarios de la Irrigación de la Margen Izquierda del Río Tumbes.
2. Determinar las metodologías a recomendar para analizar las vulnerabilidades y riesgo y generar comprensión sobre el nivel de riesgo de la infraestructura hidráulica en estudio.
3. Evaluar las medidas de reducción del riesgo entre desastres (MRRD) para fortalecer la sostenibilidad de los proyectos de inversión pública (PIP).

## 2.- MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

### 2.1 Antecedentes

Una de las amenazas naturales más importante que tiene el Perú y en particular la región de Tumbes, es la ocurrencia del Fenómeno El Niño, siendo su principal consecuencia, las inundaciones. Los años de 1982 - 1983 y 1997 - 1998, son los antecedentes más recientes que se tienen de las consecuencias negativas que dejaron las lluvias, en esta región.

De acuerdo con los datos proporcionados por el **Proyecto Especial Binacional Puyango Tumbes (PEBPT)**, tenemos los siguientes registros:

En el caso de Tumbes, el fenómeno del niño en los años 1982-83 se inició con la lluvia nocturna del 16 de octubre de 1982. Una inesperada lluvia, fuera de temporada, inundó las calles de Tumbes, se suspendió la energía eléctrica y por ende se alteraron las diferentes actividades. Se cerraron los negocios. Llovió hasta agosto de 1983.

- **El proyecto Binacional Puyango Tumbes (PEBPT)**, en el año 2000 contrato con la consultora SISA la elaboración del “Estudio Definitivo para la Rehabilitación de la Infraestructura Principal de Riego de la Margen Izquierda del Rio Tumbes”, en base a este estudio el PEBPT mejoro los muros en Bocatoma, amplio dos súper pasajes, (Francos - la Jardina), realizo encauzamiento y emboquillado con colchones reno en la quebrada Santa Rosa la Peña, la obra de sobre súper pasaje en quebrada Urbina, protección de losa en quebrada Corrales y la variante el Túnel.
- Por convenio entre la **Junta de Usuarios y el PSI**, en el año 2005 se construyó el Sifón Sandoval Alto, la retención Realengal y revistió 500m de canal de derivación en el Tramo Km 9+500.00 a Km 10+000.00 y el emboquillado de la quebrada Loreta.
- **Los Gobiernos locales de San Jacinto y Corrales**, también han apoyado en la construcción de estructuras de tipo alcantarillas y acueductos principalmente en el subsector de riego Malval.

- **El Gobierno Regional (DISTUM, SUBREGION)**, entre los años 1984 a 2010 ha construido estructuras definitivas en canal de derivación, entre ellas, la retención San Jacinto, nueva losa en superpasaje Rehalengal, la retención Tupac Amaru, un puente para ingreso a canal "I", un puente para acceso a canal "L", etc. Así también ha construido obras de tipo puente canal en el cruce con drenes, por ejemplo en dren Santa María (Puente Siancas), 4 puentes canal en dren Correntoso (Carreño, los Silvas, Baldini y Niña Rosillo), construyó el botador de fondo el Chivato, un puente canal en canal A - 2 (el Limón) y un puente en el dren.
- **Niño, K. (2012)**. En su estudio "Análisis para la gestión de riesgo en Bogotá. Un enfoque desde la construcción social del riesgo", concluye que: el riesgo es una condición que se construye socialmente debido a fenómenos multicausales, lo que implica que para que el desastre se materialice varios actores debieron coincidir simultáneamente en un mismo territorio.
- **PEBPT (1996)**. En su programa de reducción de vulnerabilidad a los peligros naturales concluyó que los riesgos por desastres naturales que provocan, especialmente en la zona del valle del Río Tumbes donde se ubican las áreas de riego y los Centros Poblados, estas son las inundaciones, arrastre del río y quebradas y los sismos, la relación entre la infraestructura de riego y las inundaciones muestran que existe un alto riesgo para la Bocatoma de la Margen Izquierda del Río Tumbes y del canal principal, por hallarse próximos al cauce del río. Los canales de riego resultan altamente vulnerables por las quebradas que lo atraviesan.
- **PUNO, N. (2004)**. En su tesis "Análisis Situacional de la Cuenca del Río Tumbes", concluye que: Existe un alto riesgo de la producción, sobre todo en cultivos instalados en las márgenes del Río Tumbes

(Plátano); así como en el arroz; cuando existen años lluviosos por la presencia del Fenómeno El Niño.

## **2.2. Bases Teórico – Científicas**

### **Riesgos y desastres**

El término desastre se refiere a la alteración que se genera por el impacto de un fenómeno de origen natural o producto de la acción del ser humano

El riesgo es la suma de las posibles pérdidas que ocasionaría un desastre u otro evento adverso en términos de vidas, condiciones de salud, medios de sustento, bienes y servicios, en una comunidad o sociedad particular en un período específico de tiempo en el futuro.<sup>2</sup> Está en función de la amenaza-peligro y la vulnerabilidad, y es directamente proporcional a estos dos factores, por lo que se puede afirmar que el riesgo es dinámico y que puede aumentar o disminuir en la medida que ambos factores o uno de ellos varíen.

### **Riesgos y Desastres en Tumbes**

Las primeras manifestaciones en la temporada de lluvias se dan con la ocurrencia de inundaciones y movimientos en masa (flujos, deslizamientos, etc.), que ocasionan el deterioro de carreteras y puentes, generando en algunos casos el aislamiento de ciudades. El sector agrícola, principal fuente de alimento e ingresos económicos en la mayoría de familias del ámbito rural, también es afectado. La escasez de alimentos, así como su inadecuada manipulación, conlleva al incremento de determinadas enfermedades como las diarreicas, las respiratorias u otras. Por otro lado, el sector vivienda, educación y salud son afectadas directamente, debido a que estos eventos generan daños no solo en las edificaciones destinadas a viviendas sino a diversos usos como colegios, establecimientos de salud, comisarías, etc.

## **GENERACIÓN DE CAUDALES DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO EN LAS CUENCAS**

La escorrentía existente y producida en el área de estudio, proviene exclusivamente de las precipitaciones pluviales caídas en la zona y expuestas a continuación.

En el presente estudio se han tomado consideraciones de cálculo y comportamiento de las cuencas, para determinar el tamaño y ubicación definitiva de las obras de arte; por lo que se ha realizado además la observación directa en campo de los máximos niveles de agua y dimensiones existentes:

### **EL FENOMENO DEL NIÑO (FEN)**

**Cambio Climático (IPCC. 2012)** Hace referencia a un cambio en el estado del clima, en el valor de los promedios (sus propiedades y/o por variabilidad de las mismas) que persiste durante largos periodos. El cambio climático se debe a procesos naturales internos o a cambios antrópicos que afectan la composición de la atmosfera o el uso de la tierra. El evento o clima extremo se entiende como la aparición del valor de una variable de tiempo o el clima por encima (o por debajo) de un umbral de valores observados de la variable.

**Vulnerabilidad (MEF. 2013)** Es la susceptibilidad de una UP de bienes/servicios públicos y los usuarios de sufrir daños por la ocurrencia de un peligro. La vulnerabilidad representa una característica interna de la UP o de algunos de sus elementos que este expuesto, en relación con la capacidad de resistir a un peligro específico( fragilidad), y la posibilidad de atender la emergencia y recuperar la capacidad de prestación de los servicio en forma autónoma (resiliencia). Estas capacidades reflejan que el grado de vulnerabilidad depende de las decisiones de los formuladores de proyecto al momento de sustentar la sostenibilidad del perfil o proyecto.

### **Tratamiento de cauces: Ríos y Quebradas**

Con respecto a los tratamientos de Cauces de ríos y quebradas, **Puño, N. 2004**, indica que se debe adoptar con la debida anticipación (último trimestre de cada año) medidas de prevención de inundaciones destacando: limpieza del cauce del Río Tumbes principalmente en los tramos identificados; limpieza de los cauces de las principales quebradas que desembocan directamente en el cauce del Río Tumbes como son: Qda. Rica Playa, Qda. Higuierón, Qda. La Hualaca, Qda. Oidor, Qda. Vaquería, Qda. La Peña, Qda. La Jardina, Qda. Corrales en la Margen Izquierda; Qda. Angostura, Qda. San Juan, en la Margen Derecha del Río Tumbes. Asimismo, desembocan al canal principal de la Irrigación Margen Izquierda 23 quebradas que en época de lluvias lo hacen colapsar poniendo en riesgo la pérdida de 8,000 Hás, de cultivo y 32,000 habitantes que dependen de este canal para procesamiento de agua potable en la Planta de los Cedros pertenecientes a la EPS – EMFAPA – TUMBES S.A; así mismo se plantea la construcción de pequeños diques transversales en las quebradas a base de gaviones con piedra pequeña y geotextil; pequeños embalses y captar el agua en las partes aguas arriba de las quebradas. De esta manera se puede disminuir significativamente la erosión en la parte aguas debajo de la quebrada; con esto también se estaría logrando disminuir la erosión en las partes aguas arriba y estimular la vegetación natural; es necesario monitorear en época de lluvias.

### **¿Cómo afectan los desastres al Desarrollo sostenible?**

- Desastres impactante tanto en el contexto micro como macroeconómico
- Efectos severos en los más pobres (acelerado crecimiento demográfico crecimiento de producción e infraestructura en zonas expuestas)
- Medios de vida de los más pobres son más vulnerable

## **TUMBES/EFFECTOS POR EL FENÓMENO DEL NIÑO.**

- Pérdidas de Cultivo
- Pérdidas de Tierra Agrícolas
- Pérdidas de Vidas Humanas
- Pérdidas de Infraestructura
- Problemas Socioeconómicos (Educación, Salud, etc.)
- Migración en busca de trabajo, rupturas de la Unidad Familiar.
- Familias no pobres, entran a pobreza como consecuencia del desastre (Destrucción de Servicios)
- Pérdidas de Mercados de Exportación.
- Disminuye el Ingreso de divisas del país/ caída de recaudación de impuestos.
- Banca pierde capacidad de recuperación de sus préstamos otorgados a los productores
- Daños en carreteras interrumpen tránsito de personas, bienes, servicios, causa pérdida de productores y comerciantes que no pueden colocar sus productos en el mercado
- Reduce la disponibilidad de Recursos Públicos para inversiones, por atender a población afectada, rehabilitación de servicios, recuperación de capacidad de producción.

**Puño, N. (2004).**

## **¿POR QUÉ OCURRE LOS DESASTRES?**

- El desastre está relacionado directamente con la acumulación de prácticas sociales inadecuadas decisiones para ubicar los proyectos en zonas de alto riesgo y altos niveles de vulnerabilidad ubicación cerca del cauce)
- La misma sociedad con sus decisiones acerca de EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD va construyendo el desastre

- Gestionar el Riesgo de desastre (GRD) en los proyectos es base del desarrollo sostenible: debe ser pertinente, rentable social y sosteniblemente

## **PELIGRO**

- Evento con probabilidad de ocurrir
- Suceso potencial de efectos negativos para una Unidad de Producción.
- Peligro de origen Natural: asociados a procesos hidrológicos (FEN, Sequias, deslizamiento, etc.)
- Peligro de Origen Socio Cultural: Inadecuada relación hombre – naturaleza. (degradación ambiental, intervención humana en los ecosistemas, deforestación, etc.).
- Peligro de Origen Tecnológico o Antrópico: Originados por actividades realizadas por el hombre: Modernización, diques, presas, incendios, derrames, etc.

## **EXPOSICIÓN**

- Localización de elementos (Unidad de Producción) en el Área de Impacto de un determinado peligro

## **VULNERABILIDAD**

- Susceptibilidad de una Unidad de Producción y los Usuarios de sufrir daños por la ocurrencia de un peligro
- Grado de vulnerabilidad: Fragilidad y Resiliencia.

## 2.3 Definición de Términos Básicos

- **Peligro:**

El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (Cenepred), entidad que rige las normas y lineamientos del proceso de Estimación del Riesgo que incluye el análisis de vulnerabilidad en Perú define como peligro, a la probabilidad de que un fenómeno potencialmente dañino, de origen natural, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos. (Cenepred, 2013, 2014).

El peligro según su origen, puede ser de dos clases: los generados por fenómenos de origen natural y los inducidos por la acción humana. Los peligros generados por fenómenos de origen natural podrían ser de geodinámica interna, de geodinámica externa, e hidrometeorológicos y oceanográficos. Cabe resaltar, que en otros países los documentos técnicos referidos al estudio de los fenómenos de origen natural utilizan el término “amenaza”, para referirse al “peligro” teniendo el mismo significado, como es el caso del IPCC, al cual citamos en todas las definiciones del presente marco teórico.

- **Vulnerabilidad**

Factor interno de riesgo, de un sujeto o un sistema expuesto a una amenaza.

Según la EIRD (2006), la vulnerabilidad se define como “las condiciones físicas, sociales, económicas y ambientales, que incrementan la susceptibilidad (de pérdidas) de una comunidad o sociedad frente a los peligros”. Otra manera de entender la vulnerabilidad es como una “situación de incapacidad de una unidad social para anticiparse, resistir y recuperarse de los efectos adversos de un peligro”.

- **Riesgo:**

Probabilidad de exceder un valor específico de daños sociales, ambientales y económicos, en un lugar dado y durante un tiempo de exposición determinado

Riesgo = Amenaza y Vulnerabilidad.

- **Amenazas Naturales:**

Asociadas a fenómenos meteorológicos, geotectónicos, biológicos e hidrológicos, potencialmente peligrosos, tales como sismos, inundaciones (por regímenes normales de precipitación y escorrentía), erupciones volcánicas, huracanes, tormentas tropicales, etc. Por su propia naturaleza, las amenazas de origen natural no son controlables por el hombre, en el sentido que no es posible evitar su ocurrencia ni mitigar su magnitud en términos de la energía liberada, y en algunos casos no es posible determinar su ocurrencia específica.

- **Evaluación del Riesgo:**

Evaluación o estimación de riesgo es uno de los pasos que se utiliza en un proceso de gestión de riesgos. El riesgo  $R$  se evalúa mediante la medición de los dos parámetros que lo determinan, la magnitud de la pérdida o daño posible  $L$ , y la probabilidad  $p$  que dicha pérdida o daño llegue a ocurrir.

La evaluación de riesgo es probablemente el paso más importante en un proceso de gestión de riesgos, y también el paso más difícil y con mayor posibilidad de cometer errores.

Una vez que los riesgos han sido identificados y evaluados, los pasos subsiguientes son la prevención y protección contra ellos o mitigar sus consecuencias.

- **Inundaciones:**

En Tumbes son importantes los desbordes laterales de los ríos Tumbes y Zarumilla, los cuales son la causa de la formación de las

llanuras donde tradicionalmente se desarrolla la agricultura (ANA, 2013). Estos desbordes vinculados con la ocurrencia de lluvias originan grandes avenidas y desbordamiento y se producen en zonas bajas con suelos de poco drenaje, como terrazas o zonas de desembocadura (ANA, 2013).

El más reciente estudio sobre los daños personales de las inundaciones ocurridas en Tumbes es el de Machuca (2014), en el cual se recopila información del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) desde 1994 hasta la actualidad, a través de compendios.

Estadísticos de las emergencias ocurridas en Perú. De las 66 inundaciones reportadas en Tumbes entre 1991 al 2012, no todas se produjeron durante eventos El Niño y viceversa. Por ejemplo, en temporadas de lluvias catalogadas como eventos de magnitud Niño Débil (2002-03 y 2003-04) y Niño Moderado (2006-07), no se reportan inundaciones (clasificación de El Niño según **Anexo 4**). En promedio, el 71 % de las inundaciones reportadas en Tumbes se dieron durante alguna categoría de El Niño.

Los resultados de los impactos totales por distrito de personas damnificadas, personas afectadas, viviendas destruidas y viviendas afectadas (**Anexo 6**), indican que los mayores reportes ocurren en los distritos de Tumbes y Corrales (cuenca baja de Tumbes). El mayor número de damnificados se registró en el distrito de Corrales con 6020 personas y el mayor número de afectados se reportó en el distrito de Tumbes con 6870 afectados. Mientras que el mayor número de viviendas destruidas se registró en el distrito de Tumbes con 357 casas y el mayor número de viviendas afectadas se reportó en el Distrito de Tumbes con 2129 casas.

En la actualidad, el SENAMHI viene realizando un monitoreo hidrológico de las principales cuencas del Perú. Para el caso de Tumbes, se monitorea la cuenca Tumbes a partir de los datos de la estación El Tigre ubicada en la cuenca media-baja. El SENAMHI

emite diferentes tipos de alertas hidrológicas según la climatología de cada estación. Estas alertas se identifican por colores: rojo, naranja y Amarillo, las cuales corresponden a un umbral de caudal de 800 m<sup>3</sup>/s, 588 m<sup>3</sup>/s y 392 m<sup>3</sup>/s, respectivamente. La primera representa la existencia de niveles críticos del río y la posibilidad de su desbordamiento.

- **Arrastre de ríos y quebradas:**

La ocurrencia de estos eventos siempre se ha presentado asociadas con precipitaciones intensas. En 1983 se sucedieron deslizamientos de materiales en diferentes tramos de la Carretera Panamericana y las carreteras de penetración provocando prolongadas interrupciones del tránsito vehicular. También se pudo observar durante la ocurrencia del Fenómeno El Niño en 1983 y 1998 deslizamientos de arena y lodo por el cauce de las quebradas que atraviesan todo el valle, y aquellas próximas a los centros poblados causaron en su desplazamiento el arrasamiento de precarias viviendas y al encontrar la Carretera Panamericana construida transversalmente, que se comportó como un dique, obligó al lodo a desplazarse lateralmente cubriendo muchas viviendas que quedaron colmatadas hasta 2,0 m de altura, lo mismo sucedió con los terrenos de cultivo que levantaron su nivel y la infraestructura de riego se colmató totalmente; en la irrigación Margen Izquierda del río Tumbes el canal principal resultó sedimentado por las 24 quebradas que lo cruzan, la magnitud del evento demostró que las obras de arte construidas Resultan insuficiente para conducir el flujo generado durante tales fenómenos. Se observa en el valle del río Tumbes, que la bocatoma del canal de la Margen Izquierda muestra mediano impacto por el arrastre de lechos del río y quebradas; sin embargo, los canales de riego resultan altamente vulnerables por las quebradas que lo atraviesan. En la infraestructura vial, la vulnerabilidad se presenta en la carretera Panamericana donde las estructuras de cruce resultan insuficientes para trasladar el flujo de avenidas de las quebradas; asimismo, las carreteras de penetración

paralelas al río a ambos márgenes han presentado alta vulnerabilidad a estos eventos. Sin embargo, recientemente han sido mejoradas con cruces de quebradas mediante badenes que se espera cumplan con el objetivo de evitar el corte de tránsito vehicular por tiempos prolongados.

Las áreas de cultivo Irrigación Margen Izquierda del río Tumbes, están expuestas a los arrastres que provocan el río, el mismo que traslada gran cantidad de material que es depositado en los terrenos agrícolas y la infraestructura menor de riego. Las irrigaciones ubicadas en la parte baja de la cuenca, El Palmar, La Tuna, Romero I y Romero II se hallan expuestas a este tipo de eventos; sin embargo, la amplitud de la llanura de inundación.

- **Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes:**

Es la única irrigación que utiliza las aguas mediante captación de gravedad a partir del río Tumbes, se inicia en la bocatoma La Peña del distrito de San Jacinto y su servicio se desplaza hasta los distritos de San Pedro de los Incas (Corrales) y La Cruz. Entre todas las irrigaciones que se conducen en el valle de Tumbes, se constituye en la más importante por el área que cubre, alcanzando las 6,500 ha, equivalente al 60% del área agrícola en producción del valle. El canal principal tiene una longitud de 23,50 km, del cual solamente los 626 m iniciales son revestidos con concreto y 22,78 km se hallan excavados en tierra, su sistema de distribución está conformado por 3 sectores:

- **La Variante**, conformado por 8 canales laterales principales.
- **Sector Parte Alta**, conformado por 17 tomas directas en los Predios de La Peña, Plateros y San Jacinto, además abarca 10 canales laterales principales.
- **Sector la Cruz**, conformado por 11 canales laterales principales. Adicionalmente, el sistema cuenta con un gran número de toma directa desde el canal principal.

- **Bocatoma:**  
Es la obra destinada a captar un cierto caudal líquido de un río, lago o embalse. La bocatoma puede ser superficial o profunda. Cuando se capta desde un río o cauce natural, la bocatoma es superficial, en cambio cuando se capta en un embalse la bocatoma es profunda. (Glosario de Hidráulica).
- **Cauce:**  
Conducto abierto, creado natural o artificialmente, el cual contiene agua en movimiento periódico o continuamente. **(Glosario de Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres).**
- **Caudal:**  
Volumen de fluido que circula en un tiempo determinado. Unidades:  $m^3/min$ ,  $cm^3/min$ ,  $l/min$ ,  $gpm$ . **(Glosario de Hidráulica).**
- **Conducción:**  
Transporte del agua de una parte a otra, Conjunto de conductos dispuestos para el paso del agua. **(Glosario de Riegos).**
- **Drenaje Hídrico Agrícola Reutilizado:**  
El drenaje hídrico agrícola es agua extraída para usos agrícolas que no se consume y se devuelve. Se puede recuperar y reutilizar, en cuyo caso se considera que es una fuente secundaria de agua, por oposición a los recursos hídricos primarios, que son los recursos renovables de agua dulce. Al igual que las aguas desalinizadas y las aguas residuales, se considera que es un tipo de agua no convencional. **(Glosario de Riegos).**
- **Eficiencia:**  
Eficiencia es la capacidad de hacer las cosas bien, la eficiencia comprende y un sistema de pasos e instrucciones con los que se puede garantizar calidad en el producto final de cualquier tarea. **(Diccionario de la Real Academia Española)**

- **Perdida Hídrica:**  
Agua que sale del dominio hidrográfico de un sistema de riego sin cumplir el objetivo para el que fue allí aportada. **(Glosario de Riegos).**
- **Red de Distribución de Riego:**  
Parte de un sistema de riego constituida por acequias o por tuberías que se derivan de su red de conducción y que disponen de elementos para entregar los módulos que correspondan a la diferente toma o bocas de riego de las unidades que atiende. **(Glosario de Riegos).**
- **Rendimiento de Conducción:**  
Relación entre el agua útil entregada en la toma, tras su transporte y distribución, y la derivada en cabeza del sistema. **(Glosario de Riegos).**

### **3.- Material y Métodos**

#### **3.1. Tipo de Estudio y Diseño de Contrastación de Hipótesis**

##### **3.1.1. Tipo de Estudio**

El presente trabajo de investigación es de tipo básico, tuvo como propósito profundizar el conocimiento “Evaluación de riesgos y desastres para la infraestructura hidráulica mayor de riego- canal troncal de la irrigación de la margen izquierda Rio Tumbes”

El tipo de investigación a desarrollar según el análisis y alcances de los resultados fue de tipo descriptivo, explicativo no experimental y aplicativo. Descriptivo en la medida que se describe los fenómenos que ocasionan el riesgo. Explicativo porque consideró el análisis causal del riesgo en las infraestructuras hidráulicas.

##### **3.1.2. Diseño de Contrastación de Hipótesis**

El diseño de investigación es descriptivo, correlacional de corte transversal. Descriptivo en la medida que se describe los

hechos del grado de riesgos. Se describió el método de recolección de datos y tipo de instrumento que se utilizó, tomando en cuenta las tareas anteriores. Por ejemplo: la observación, la entrevista, evaluación, etc.

## **3.2. Población Muestra y Muestreo**

### **3.2.1. Población**

La población está constituida por los 24.5km de longitud que tiene el canal troncal de la Irrigación de la Margen Izquierda del Río Tumbes.

### **3.2.2. Muestra**

El canal troncal de la Irrigación de la Margen Izquierda del Río Tumbes.

### **3.2.3. Muestreo**

El muestreo de los puntos críticos vulnerables en el canal troncal de la Irrigación de la Margen Izquierda fue a través de un método No Probabilístico o llamado un método de muestras dirigidas, ya que estrictamente se basó en analizar los puntos de cruce, choque o desfogue de las quebradas en el canal troncal de la Irrigación Margen Izquierda; así como localizar los tramos de canal que están muy juntos a los cerros que ante un periodo lluvioso podría causar un deslizamiento en masa de suelo. **(Fernández, R.; Etal, 2010).**

## **3.3. Métodos, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.**

### **3.3.1.- Métodos**

El método usado en la presente investigación es el método Científico Inductivo – Deductivo, partiendo de lo específico a lo general, se analizaron los puntos críticos de muy alta, alta y media vulnerabilidad en todo el recorrido del canal troncal

### **3.3.2.- Técnicas**

Las técnicas usadas para la recolección de la información estuvo basada en documentos escritos consistentes en memorias, informes oficiales proyectos y textos presentes en los archivos de la comisión de usuarios de la Comisión Margen Izquierda, de la Junta de Usuarios de la Junta Tumbes, de la Autoridad Local del Agua Tumbes y de otros organismos estatales, que han tenido que ver directa o indirectamente con la construcción, reconstrucción del canal de irrigación; por lo tanto estas técnicas fueron tratadas en base a fichas de recopilación de datos y de observación de campo para verificar los impactos de las quebradas y del deslizamiento de tierra. **(Carrasco, Sergio. 2013)**

### **3.3.3.- Instrumentos de Recolección de Datos**

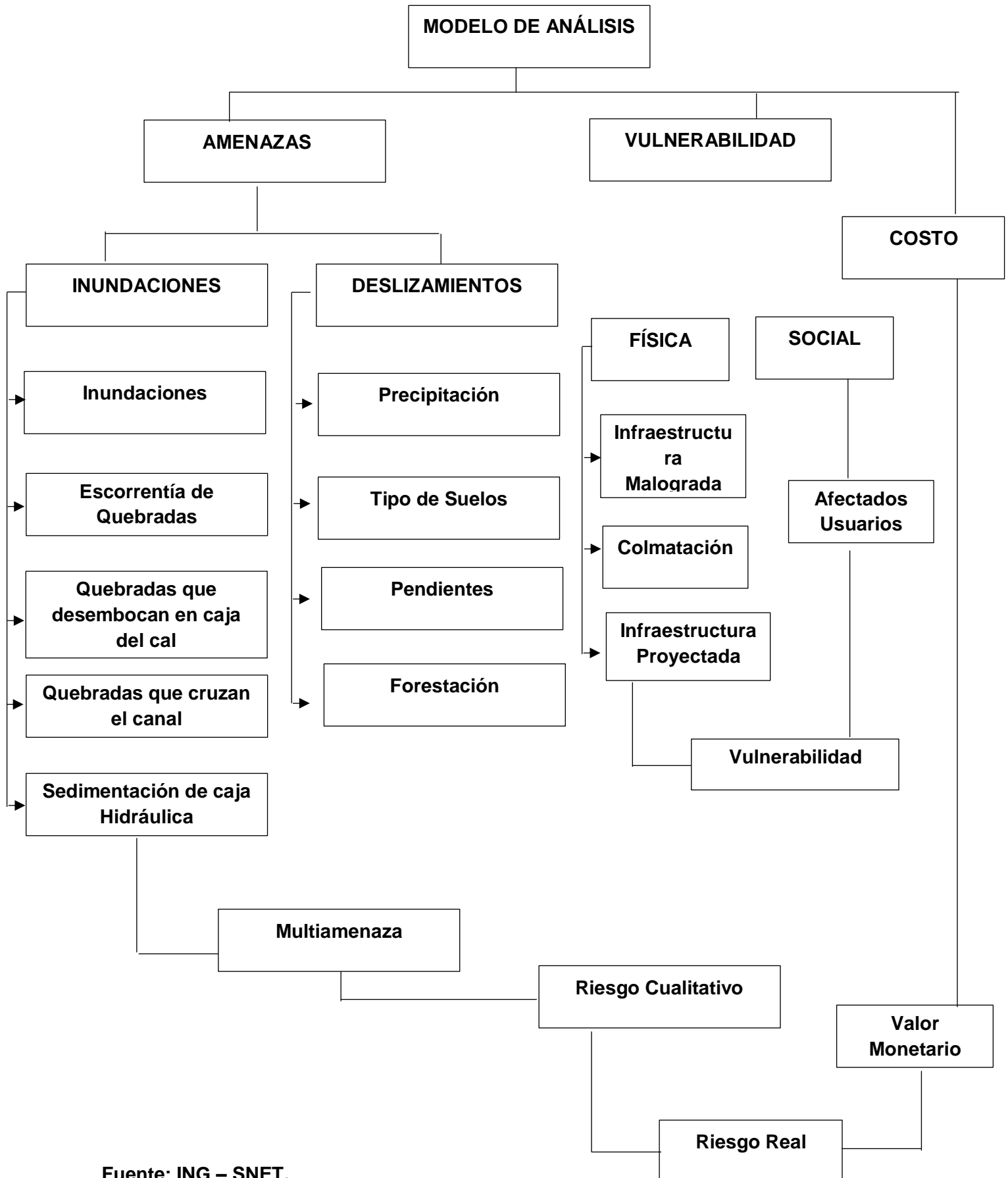
Para la presente investigación se usó la ficha de evaluación de la Metodología Cualitativa, para ello se llenaron las matrices de simple y doble entrada y proceder a determinar el tipo de vulnerabilidad causada por las inundaciones de quebradas y deslizamiento de masa. Así mismo se usó como instrumentos o medios de observación cámaras fotográficas, filmadoras y grabadoras. **(Carrasco, Sergio. 2013)**

### **3.4. Procesamiento y Análisis de Datos**

#### **3.4.1. Procesamiento de Datos**

Obtenida la información de campo, principalmente el llenado de las fichas de evaluación en los puntos críticos del canal (puntos de choque, de pase o desfogue de las quebradas y lugar de deslizamiento en masa), esta fue procesada a nivel de gabinete con ayuda de fotografías y videos, identificando el tipo de riesgo, calificando cualitativamente y exponiendo su vulnerabilidad. Estas fichas de evaluación fueron diseñadas para tal fin como matrices simples o de doble entrada.

3.4.2. Análisis de Datos



Fuente: ING – SNET.

#### 4.- Resultados

##### 4.1. Evaluación de los Tipos de riesgos frente a un impacto de desastre de la infraestructura hidráulica del canal troncal de la comisión de usuarios de la Irrigación de la Margen Izquierda del Río Tumbes.

El canal troncal de la Comisión de Usuarios de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes, desde su origen en la Bocatoma La Peña (Distrito de San Jacinto), tiene un recorrido total de 24.5Km; estando actualmente 10.5 Km revestidos con concreto desde, un tramo aproximadamente 500 mts al inicio del canal y otro de 10km a partir de la bifurcación de Realengal hasta la planta de agua potable Los Cedros; el resto del canal es sin revestir. En su trayecto esta importante infraestructura de riego, de  $8\text{m}^3$  /Seg de capacidad en su origen, es atravesado por 23 quebradas, y el 90% de ellas desfogan directamente a la caja del canal sin ninguna infraestructura hidráulica de pase, como por ejemplo una canoa, así mismo cruza en un promedio de 1Km (La Garita – Corrales, hasta Pampa San Isidro), por una zona de deslizamiento como consecuencia de las lluvias intensas que caen en la Región de Tumbes.

Por lo tanto a lo largo de su recorrido se han podido evaluar los tipos de riesgos que a continuación se mencionan como consecuencia de las altas precipitaciones ocurridas en el período lluvioso de enero a abril, sea con fenómeno El Niño o sin él (fuertes precipitaciones como las ocurridas en el verano del 2017 – Niño Costero).

##### **DESLIZAMIENTOS – AVALANCHA - ALAUD**

Un deslizamiento es un tipo de corrimiento o movimiento de masa de tierra, provocado por la inestabilidad de un talúd.

Se produce cuando una gran masa de terreno se convierte en zona inestable y se desliza con respecto a una zona estable, a través de una superficie o franja de terreno de pequeño espesor. Los deslizamientos se producen cuando en la franja se alcanza la tensión tangencial máxima en todos sus puntos. Estos tipos de inestabilidades son evitables por medios técnicos. Sin embargo, el resto de tipos de corrimientos (flujo de lodo, licuefacción y reptación), resultan más difíciles de evitar.

El canal troncal de la margen izquierda del río Tumbes, sector de Riego La Cruz, en un tramo de aproximadamente de 1Km desde el Puente La Garita – Corrales hasta el Cruce con la Panamericana en el Sector Pampa San Isidro, tiene un alto potencial de riesgo que dicha caja de canal quede colmatada por deslizamientos de tierra como consecuencia de los deslizamientos que podrían producirse de los cerros aledaños al humedecerse y colmatar el suelo por lluvias; tal como se puede apreciar en las fotos N°1, N°2, N°3 y N°4. El material está constituido por suelos de tipo limoso – arcilloso y el riesgo es que un promedio de 12,000 m<sup>3</sup> de sedimentos colmaten totalmente la caja hidráulica del canal, mostrada en la Foto. N°5.

### **Inundaciones**

1. Una inundación es un fenómeno natural causado por la acumulación de lluvias y agua en un lugar concreto. Puede producirse por lluvia continua, una fusión rápida de grandes cantidades de hielo, o ríos que reciben un exceso de precipitación y se desbordan, y en menos ocasiones por la destrucción de una presa. Desastre Natural – <https://es.m.wikipedia.org>. Rescatado el 29.10.17.

El canal troncal es atravesado directa o indirectamente por 23 quebradas torrentosas en épocas de lluvias (entre Enero - Abril) las cuales inundan a la caja del canal y con el transporte de sedimentos de sus cuencas colmatan totalmente su caja hidráulica poniendo en serio riesgo económico, social y financiero a los usuarios no agrarios y usuarios agrarios que se benefician con esta infraestructura. Ver Fotos N°6, N°7, N°8 y N°9.

#### **4.2. Metodologías a Recomendar para Analizar las Vulnerabilidades y Riesgo y Generar Comprensión sobre el Nivel de Riesgo de la Infraestructura hidráulica en Estudio.**

La metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo de una infraestructura hidráulica mayor de riego (canal troncal de la irrigación Margen – Izquierda del Río Tumbes), debe ser aplicada después de un diagnóstico físico, o de una evaluación de amenazas. El canal materia en estudio, está sometido a dos tipos de riesgos: Deslizamientos de tierras e inundaciones por efecto de las quebradas que desembocan directa e indirectamente en su caja hidráulica y que producen colmatación de la misma, y para ello existen dos metodologías; Cualitativa y Heurística

##### **4.2.1. METODOLOGÍA CUALITATIVA**

Es la metodología elegida en la presente investigación para ello se han identificado las zonas de más alta vulnerabilidad como consecuencia de los deslizamientos e inundaciones, así tenemos:

**Deslizamientos** - Tramo comprendido entre el puente La Garita Corrales y el cruce de la Panamericana en Pampa San Isidro, en un tramo de 1Km, y con una caja hidráulica de área hidráulica promedio de:  $12\text{m}^2$  tal como se observa en la foto N°3.

De producirse un deslizamiento de suelos como consecuencia de las lluvias, es posible que el canal quede colmatado con alrededor de  $12,000\text{m}^3$  de Azolve, además se debe indicar que en dicho tramo el canal carece de corona de mantenimiento por lo tanto es casi imposible, ante una colmatación, ejecutar trabajos de descolmatación y acarreo de sedimentos con excavadoras hidráulica y volquetes; así mismo el tramo no tiene en sus laderas, árboles primarios que permitirían dar más consistencia al suelo.

### **Inundaciones**

En el canal troncal de la Irrigación de la Margen Izquierda del Río Tumbes, es cruzado por 23 quebradas, con cuencas que van entre 100 Hás a 2000 Hás, como son; partiendo desde la Bocatoma La Peña, se enumeran las más importantes:

1. Quebrada Francos.
2. Quebrada Urbina
3. Quebrada Plateros
4. Quebrada La Jardina
5. Quebrada Cristales
6. Quebrada Malvales
7. Quebrada Urcos
8. Quebrada San Francisco
9. Quebrada Corrales
10. Quebrada Cabeza de Vaca
11. Quebrada Pampa de La Gallina
12. Quebrada Ocho Angelitos
13. Quebrada El Molino
14. Quebrada La Concordia
15. Quebrada Los Cedros
16. Quebrada La Jota
17. Quebrada San José

#### **4.2.2. METODOLOGÍA HEURÍSTICA**

En la asignación de una ponderación a cada variable seleccionada, según su importancia ante inundaciones y asignación de un valor, a cada indicador de cada variable, según su nivel de criticidad. Los niveles de vulnerabilidad quedan establecidos mediante rangos. Respecto a la formulación de escenarios de riesgo, esta metodología heurística, corresponde la estimación de pérdidas y daños que

podría sufrir la infraestructura hidráulica en estudio ante la ocurrencia del deslizamiento o inundación.

Establecidos los niveles de amenaza y vulnerabilidad, éstos se combinan, asignando valores para determinar los niveles de riesgo en base a criterios generales, tanto para deslizamientos como para inundaciones; lo cual permite identificar “Sectores Críticos de Riesgo”, aquellos con similares condiciones de riesgo, que sirven para proponer obras y acciones específicas de investigación.

(PREDES – Centro de Estudios y Prevención de Desastres – [www.predes.org.pe](http://www.predes.org.pe) rescatado el 29.10.17).

#### 4.2.3. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ANTE DESLIZAMIENTOS E INUNDACIONES.

##### Metodología Cualitativa









- Comprende el análisis de la infraestructura hidráulica utilizando las variables del siguiente cuadro.

**Cuadro N°1: Metodología Cualitativa: Variable Indicadores Críticos ante Deslizamientos e Inundaciones.**

| VARIABLE  | INDICADOR CRÍTICO               |
|---|---------------------------------|
| 1. Material de Construcción.                      | Tierra o Concreto               |
| 2. Estado de Conservación                         | Bueno, Regular, Malo y Muy Malo |
| 3. Emplazamiento del Canal en el Deslizamiento.   | Sí                              |
| 4. Emplazamiento del Canal en el Eje de Quebrada. | Sí                              |

- Para cada zona de amenaza (Peligro) ante deslizamientos e inundaciones, se identifican los tramos de canal críticos de las variables seleccionadas, vaciando la información de acuerdo al Cuadro N°2.





**Cuadro N°2: Metodología Cualitativa: Matriz de Variables ante Deslizamientos e Inundaciones.**

| Zona de Amenaza (Peligro)  | Vulnerabilidad ante Deslizamientos e Inundaciones |                        |               |  |
|--|---|------------------------|---------------|--|
|  | Materiales  | Estado de Conservación | Emplazamiento | Nivel de Vulnerabilidad y Riesgo   |
| Muy alto  |   |                        |               |  Muy alto |
| Alto      |   |                        |               |  Alto     |
| Medio     |   |                        |               |  Medio    |
| Baja      |   |                        |               |  Bajo     |





❖ **CRITERIOS:**

- **MUY ALTO:** Quebrada desemboca directamente a la caja del canal.
- **ALTO:** Quebrada desemboca indirectamente en el canal.
- **MEDIO:** Quebrada no desemboca en el canal y cruza por una estructura hidráulica de pase (canao, alcantarilla, supe pasaje).
- **BAJO:** Quebrada no hace ningún daño.





**Cuadro N°3: Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada Corrales.**

| <b>Niveles de Peligro</b>   | <b>Emplazamiento del Canal al Eje de Quebrada</b> | <b>Material de Construcción</b> | <b>Estado de Conservación</b> | <b>Nivel de Vulnerabilidad</b> |
|---|---|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Muy alto<br> | -   | -                               | -                             | -                              |
| Alto<br>   | -   | -                               | -                             | -                              |
| Medio<br>  | Qda cruza el Canal – obra de arte - superpasaje   | Concreto                        | Bueno                         | Medio                          |
| Bajo<br>   | -   | -                               | -                             | -                              |





**Cuadro N°4: Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada Urcos.**

| <b>Niveles de Peligro</b>   | <b>Emplazamiento del Canal al Eje de Quebrada</b> | <b>Material de Construcción</b> | <b>Estado de Conservación</b> | <b>Nivel de Vulnerabilidad</b> |
|---|---|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Muy alto<br> | Qda desemboca a la caja hidráulica                | Concreto                        | Regular                       | Muy Alto                       |
| Alto<br>   | -   | -                               | -                             | -                              |
| Medio<br>  | -   | -                               | -                             | -                              |
| Bajo<br>   | -   | -                               | -                             | -                              |





**Cuadro N°5: Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada Pampa de la Gallina.**

| <b>Niveles de Peligro</b>   | <b>Emplazamiento del Canal al Eje de Quebrada</b> | <b>Material de Construcción</b> | <b>Estado de Conservación</b> | <b>Nivel de Vulnerabilidad</b> |
|---|---|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Muy alto<br> | -   | -                               | -                             | -                              |
| Alto<br>   | Qda desemboca directamente a la caja              | Concreto                        | Bueno                         | Alto                           |
| Medio<br>  | -   | -                               | -                             | -                              |
| Bajo<br>   | -   | -                               | -                             | -                              |





**Cuadro N°6: Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada San José.**

| Niveles de Peligro  | Emplazamiento del Canal al Eje de Quebrada               | Material de Construcción | Estado de Conservación | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|--|--------------------------|------------------------|-------------------------|
| Muy alto<br> | -  | -                        | -                      | -                       |
| Alto<br>   | -  | -                        | -                      | -                       |
| Medio<br>  | Qda cruza Panamericana y no llega directamente al canal. | Tierra                   | Regular                | Medio                   |
| Bajo<br>   | -  | -                        | -                      | -                       |





**Cuadro N°7: Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada La Jota.**

| Niveles de Peligro  | Emplazamiento del Canal al Eje de Quebrada               | Material de Construcción | Estado de Conservación | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|--|--------------------------|------------------------|-------------------------|
| Muy alto<br> | -  | -                        | -                      | -                       |
| Alto<br>   | -  | -                        | -                      | -                       |
| Medio<br>  | Qda cruza Panamericana y no llega directamente al canal. | Tierra                   | Regular                | Medio                   |
| Bajo<br>   | -  | -                        | -                      | -                       |





**Cuadro N°8: Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada Los Cedros.**

| Niveles de Peligro   | Emplazamiento del Canal al Eje de Quebrada      | Material de Construcción | Estado de Conservación | Nivel de Vulnerabilidad |
|--|---|--------------------------|------------------------|-------------------------|
| Muy alto<br> | Qda desemboca directamente a la caja del canal. | Revestido                | Bueno                  | Muy Alto                |
| Alto<br>    | -   | -                        | -                      | -                       |
| Medio<br>   | -   | -                        | -                      | -                       |
| Bajo<br>    | -   | -                        | -                      | -                       |





**Cuadro N°9: Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada La Concordia.**

| Niveles de Peligro   | Emplazamiento del Canal al Eje de Quebrada      | Material de Construcción | Estado de Conservación | Nivel de Vulnerabilidad |
|--|---|--------------------------|------------------------|-------------------------|
| Muy alto<br> | Qda desemboca directamente a la caja del canal. | Revestido                | Bueno                  | Muy Alto                |
| Alto<br>    | -   | -                        | -                      | -                       |
| Medio<br>   | -   | -                        | -                      | -                       |
| Bajo<br>    | -   | -                        | -                      | -                       |





**Cuadro N°10: Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada El Molino.**

| Niveles de Peligro   | Emplazamiento del Canal al Eje de Quebrada      | Material de Construcción | Estado de Conservación | Nivel de Vulnerabilidad |
|--|---|--------------------------|------------------------|-------------------------|
| Muy alto<br> | Qda desemboca directamente a la caja del canal. | Revestido                | Bueno                  | Muy Alto                |
| Alto<br>    | -   | -                        | -                      | -                       |
| Medio<br>   | -   | -                        | -                      | -                       |
| Bajo<br>    | -   | -                        | -                      | -                       |





**Cuadro N°11: Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada Ocho Angelitos.**

| Niveles de Peligro   | Emplazamiento del Canal al Eje de Quebrada      | Material de Construcción | Estado de Conservación | Nivel de Vulnerabilidad |
|--|---|--------------------------|------------------------|-------------------------|
| Muy alto<br> | Qda desemboca directamente a la caja del canal. | Revestido                | Bueno                  | Muy Alto                |
| Alto<br>    | -   | -                        | -                      | -                       |
| Medio<br>   | -   | -                        | -                      | -                       |
| Bajo<br>    | -   | -                        | -                      | -                       |





**Cuadro N°12: Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada Cabeza de Vaca.**

| <b>Niveles de Peligro</b>   | <b>Emplazamiento del Canal al Eje de Quebrada</b>             | <b>Material de Construcción</b> | <b>Estado de Conservación</b> | <b>Nivel de Vulnerabilidad</b> |
|---|---|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Muy alto<br> | -   | -                               | -                             | -                              |
| Alto<br>   | Qda choca contra el canal y no es suficiente la Alcantarilla. | Revestido                       | Bueno                         | Alto                           |
| Medio<br>  | -   | -                               | -                             | -                              |
| Bajo<br>   | -   | -                               | -                             | -                              |





**Cuadro N°13: Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada San Francisco.**

| <b>Niveles de Peligro</b>   | <b>Emplazamiento del Canal al Eje de Quebrada</b> | <b>Material de Construcción</b> | <b>Estado de Conservación</b> | <b>Nivel de Vulnerabilidad</b> |
|---|---|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Muy alto<br> | -   | -                               | -                             | -                              |
| Alto<br>   | Qda choca en el canal y rompe el muro izquierdo.  | Tierra                          | Regular                       | Alto                           |
| Medio<br>  | -   | -                               | -                             | -                              |
| Bajo<br>   | -   | -                               | -                             | -                              |





**Cuadro N°14: Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada Malvaes.**

| Niveles de Peligro  | Emplazamiento del Canal al Eje de Quebrada       | Material de Construcción | Estado de Conservación | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|--|--------------------------|------------------------|-------------------------|
| Muy alto<br> | -  | -                        | -                      | -                       |
| Alto<br>   | Qda choca en el canal y rompe el muro izquierdo. | Tierra                   | Regular                | Alto                    |
| Medio<br>  | -  | -                        | -                      | -                       |
| Bajo<br>   | -  | -                        | -                      | -                       |





**Cuadro N°15: Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada Cristales.**

| <b>Niveles de Peligro</b>   | <b>Emplazamiento del Canal al Eje de Quebrada</b> | <b>Material de Construcción</b> | <b>Estado de Conservación</b> | <b>Nivel de Vulnerabilidad</b> |
|---|---|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Muy alto<br> | -   | -                               | -                             | -                              |
| Alto<br>   | -   | -                               | -                             | -                              |
| Medio<br>  | Qda cruza el canal con obra de arte - superpasaje | Tierra                          | Bueno                         | Medio                          |
| Bajo<br>   | -   | -                               | -                             | -                              |





**Cuadro N°16: Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada Jardina.**

| Niveles de Peligro  | Emplazamiento del Canal al Eje de Quebrada        | Material de Construcción | Estado de Conservación | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|---|--------------------------|------------------------|-------------------------|
| Muy alto<br> | -   | -                        | -                      | -                       |
| Alto<br>   | -   | -                        | -                      | -                       |
| Medio<br>  | Qda cruza el canal con obra de arte - superpasaje | Tierra                   | Regular                | Medio                   |
| Bajo<br>   | -   | -                        | -                      | -                       |

**Cuadro N°17: Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada Plateros.**

| Niveles de Peligro  | Emplazamiento del Canal al Eje de Quebrada            | Material de Construcción | Estado de Conservación | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|---|--------------------------|------------------------|-------------------------|
| Muy alto<br> | -   | -                        | -                      | -                       |
| Alto<br>   | -   | -                        | -                      | -                       |
| Medio<br>  | Qda choca con el muro izquierdo del canal y lo rompe. | Tierra                   | Regular                | Medio                   |
| Bajo<br>   | -   | -                        | -                      | -                       |





**Cuadro N°18: Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada Urbina.**

| Niveles de Peligro   | Emplazamiento del Canal al Eje de Quebrada           | Material de Construcción | Estado de Conservación | Nivel de Vulnerabilidad |
|--|--|--------------------------|------------------------|-------------------------|
| Muy alto<br> | Qda cruza por el canal con obra de arte, lo destruye | Tierra                   | Regular                | Muy Alto                |
| Alto<br>    | -  | -                        | -                      | -                       |
| Medio<br>   | -  | -                        | -                      | -                       |
| Bajo<br>    | -  | -                        | -                      | -                       |

**Cuadro N°19: Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Quebrada Francos.**

| Niveles de Peligro  | Emplazamiento del Canal al Eje de Quebrada | Material de Construcción | Estado de Conservación | Nivel de Vulnerabilidad |
|---|--|--------------------------|------------------------|-------------------------|
| Muy alto<br> | -  | -                        | -                      | -                       |
| Alto<br>   | -  | -                        | -                      | -                       |
| Medio<br>  | Qda cruza con obra de arte – superpasaje   | Concreto                 | Regular                | Medio                   |
| Bajo<br>   | -  | -                        | -                      | -                       |

**Cuadro N°20: Metodología Cualitativa: Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes – Tramo de deslizamiento de Suelos en Masa.**

| <b>Niveles de Peligro</b>   | <b>Emplazamiento del Canal al Eje de Quebrada</b> | <b>Material de Construcción</b> | <b>Estado de Conservación</b> | <b>Nivel de Vulnerabilidad</b> |
|---|---|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Muy alto<br> | Sí, caja muy pegada a la ladera del cerro.        | Revestido con Concreto          | Bueno                         | Muy Alto                       |
| Alto<br>     | -   | -                               | -                             | -                              |
| Medio<br>    | -   | -                               | -                             | -                              |
| Bajo<br>     | -   | -                               | -                             | -                              |

**Cuadro N°21: Metodologías Cualitativas: Matriz de Niveles de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Deslizamientos en masa de Suelos – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes.**

| N° | Tramo de Desplazamiento  | Nivel de Vulnerabilidad |      |       |      |
|----|--|-------------------------|------|-------|------|
|    |  | Muy Alto                | Alto | Medio | Bajo |
| 1  | Entre puente La Garita y Cruce de Panamericana en Pampa San Isidro |                         |      |       |      |

**Cuadro N°22: Metodología Cualitativa: Matriz de Niveles de Vulnerabilidad de la Infraestructura Hidráulica ante Inundaciones – Canal Troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes.**

| N° | Quebrada            | Nivel de Vulnerabilidad |      |       |      |
|----|---------------------|-------------------------|------|-------|------|
|    |                     | Muy Alto                | Alto | Medio | Bajo |
| 1  | Corrales            | -                       | -    |       | -    |
| 2  | Urcos               |                         | -    | -     | -    |
| 3  | Pampa de la Gallina | -                       |      | -     | -    |
| 4  | San José            | -                       | -    |       | -    |
| 5  | La Jota             | -                       | -    |       | -    |
| 6  | Los Cedros          |                         | -    | -     |      |
| 7  | La Concordia        |                         | -    | -     | -    |
| 8  | El Molino           |                         | -    | -     | -    |
| 9  | Ocho Angelitos      |                         | -    | -     | -    |
| 10 | Cabeza de Vaca      | -                       |      | -     | -    |
| 11 | San Francisco       | -                       |      | -     | -    |
| 12 | Malvales            | -                       |      | -     | -    |
| 13 | Cristales           | -                       | -    |       | -    |
| 14 | Jardina             | -                       | -    |       | -    |
| 15 | Plateros            | -                       | -    |       | -    |
| 16 | Urbina              |                         | -    | -     | -    |
| 17 | Francos             | -                       | -    |       | -    |

#### **4.3. Medidas de Reducción del Riesgo ante Desastres (MRRD) para Fortalecer la Sostenibilidad de los Proyectos de Inversión Pública (PIP).**

Para la presente investigación, donde se ha podido establecer 2 tipos de riesgo ante desastres causados por los deslizamientos en masa de los cerros aledaños al canal troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes (Tramo Puente La Garita – Corrales, Cruce de Panamericana – Pampa San Isidro), y por las inundaciones causadas por las 23 quebradas que cruzan al canal, de las cuales 15 desembocan directamente al canal (10 al canal con tramo revestido y 5 al canal con tramo sin revestir), 3 pasan el canal a través de una canoa o superpasaje (2 en canal con tramo revestido, y 1 en canal con tramo sin revestir); y 5 llegan indirectamente al canal (las 5 en el tramo de canal sin revestir); se pueden plantear las siguientes medidas de reducción de riesgo ante desastres, que llevarían a fortalecer la sostenibilidad de un proyecto de inversión pública.

##### **4.3.1. Medidas No Estructurales**

###### **- Capacitación sobre Mitigación de Desastres**

Dirigidas a los Directivos de la comisión de usuarios del Canal Troncal de la Margen Izquierda del Río Tumbes (Agrarios y No Agrarios como a la planta procesadora de agua potable ubicada en el sector Los Cedros). Con la finalidad de incentivar y aumentar la resiliencia (discusiones y medidas a adoptar después de un desastre), de los usuarios ante posible desastres. A cargo del Consejo de Recursos Hídricos de la Cuenca Tumbes, ALA y Comisión de Usuarios.

###### **- Alerta Temprana**

Se debe implementar un sistema de comunicación de alerta temprana y obtener información oportuna de la activación de las quebradas más importantes como: son Qda Urbina, Qda La Jardina, Qda Urcos, Qda Corrales, Qda La Jota y Qda

Los Cedros, y que los usuarios adopten medidas para reducir los efectos de los peligros (eliminación de los riegos de cultivo, falta de atención con agua potable). A cargo del consejo de Recursos Hídricos de la Cuenca Tumbes, ALA y Comisión de Usuarios.

**- Apoyo a los Medios de Subsistencia**

Implementar pequeños proyectos que fortalezcan y diversifiquen los medios de subsistencia de los usuarios del canal sean agrarios y no agrarios, como por ejemplo cuidar el agua en los campos de cultivo, implementar servicios de agua potable a base de cisternas, etc.

**4.3.2. Medidas Estructurales**

**- Reforestación de Laderas.**

Con la finalidad de incrementar la sostenibilidad del suelo deslizante se plantea la reforestación del tramo comprendido entre el puente La Garita – Corrales, hasta el cruce del canal con la Panamericana norte – Pampa de San Isidro; con árboles de tipo primario como pinos, eucaliptos, y algarrobos, así como la apertura, de la corona del canal en ambas márgenes de dicho tramo con un ancho de 3 metros.

**- Construcción de Tapas de Canal**

En el tramo de deslizamiento se plantea la construcción de tapas de concreto en los tramos de más alta vulnerabilidad, tal como la mostrada en la foto N°10.

**- Construcción de Infraestructura Hidráulica de Pase de Quebrada en el Canal – CANOAS.**

Plantear la construcción de canoas, alcantarillas o puentes, estas obras permitirán canalizar las aguas de las quebradas y no ingresen directamente a la caja del canal, ya que la

quebrada cruzaría el canal sin los peligros altos de vulnerabilidad, tal como las mostradas en las fotos N°11, N°12 y N°13, Las quebradas que urgentemente necesitan de estas obras hidráulicas estructurales son: Qda Urcos, Qda Los Cedros, Qda La Concordia, Qda El Molino y Qda Ocho Angelitos.

**- Construcción de Traviezas Hidráulicas en el Cauce de Quebradas.**

Las traviezas hidráulicas son pequeñas estructuras transversales que se colocan en los lechos fluviales para fijar el perfil del cauce, corregir la pendiente del cauce y estabilizar el cauce, si se construyen varias es mucho mejor ya que disminuirán la velocidad del agua, disminuiría la erosión y por lo tanto permitiría menor arrastre de sedimentos y menor colmatación del canal troncal.

Con este tipo de obras, tal como las que se muestran en las fotos N°14, y N°15 construidas en los lugares más angostos de la cuenca y de preferencia empotradas en cerros rocosos en ambas márgenes de las quebradas y con materiales de sitio (árboles, piedras, maderas, etc) o a base de gaviones rellenos con piedra mediana; permitirían hacer una corrección y estabilización del cauce de las quebradas.

## **5.- Discusión**

### **5.1. Evaluación de los Tipos de riesgos frente a un impacto de desastre de la infraestructura hidráulica del canal troncal de la comisión de usuarios de la Irrigación de la Margen Izquierda del Río Tumbes.**

En la presente investigación se ha podido verificar que los tipos de riesgo frente a un impacto de desastre del canal troncal de la Irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes es un tramo aproximado de 1km como producto del deslizamiento en masa de suelos, por estar la caja del canal muy cerca a los cerros aledaños, así como la colmatación de la caja del canal por efecto de las inundaciones que producirán las escorrentías de las quebradas que desembocan directa o indirectamente en la caja del canal, poniendo en serio riesgo a las 8000 hás de tierras cultivables que dependen del riego con el agua que circula por dicho canal (6,000 hás de arroz y 2,000 hás de banano - plátano); desastres que coinciden con lo reportado por el Proyecto Especial Binacional Puyango – Tumbes por las altas precipitaciones que se producen entre los meses de enero – abril, sea con fenómeno El Niño o sin fenómeno El Niño. Así como por **Puño. N. (2004).**

### **2. Metodologías a Promediar para Analizar las Vulnerabilidades y Riesgo General Comprensión sobre el Nivel de Riesgo de la Infraestructura hidráulica en Estudio.**

En la presente investigación se ha usado la metodología cualitativa para analizar la vulnerabilidad y riesgo del canal troncal de la Margen Izquierda del Río Tumbes, y tal como se puede observar en el cuadro N°22, 6 quebradas (35.29%) producen en el canal troncal de la irrigación Margen Izquierda del Río Tumbes un nivel de vulnerabilidad muy alta las cuales son: Qda Urcos, Los Cedros, La Concordia, El Molino, Ocho Angelitos y Urbina; 4 quebradas (23.52%) producen al canal un nivel de vulnerabilidad alta, y 7 quebradas (41.18%) producen en el canal troncal de la Irrigación de la Margen Izquierda del Río Tumbes un nivel de vulnerabilidad media. El alto riesgo se ve agravado con la presencia de las lluvias fuertes

generadas en un fenómeno El Niño o en un Niño Costero tipo verano del 2017 con el cual dicho canal colapsa tal como lo afirma el Proyecto Especial Binacional Puyango Tumbes, el mismo que después de las inundaciones generadas por las quebradas ha realizado en el proceso de reconstrucción costeras obras hidráulicas (superpasajes en quebradas Francos y La Jardina), emboquillados con colchones reno, muros de losas, sifones, revestimiento de la caja del canal, puentes, alcantarillas, acueductos, retenciones; así mismo lo afirma Niño, K. (2012). Quien indica que el riesgo es una condición que se construye socialmente debido a fenómenos multicausales.

### **3. Medidas de Reducción del Riesgo entre Desastres (MRRD) para Fortalecer la Sostenibilidad de los Proyectos de Inversión Pública (PIP).**

Todas las evaluaciones sobre riesgos por desastres realizados en Tumbes, siempre al canal de la Irrigación de la Margen Izquierda del Río Tumbes lo indican como uno de los más vulnerables y causando gran impacto el arrastre de sedimentos y material de arrastre de lechos de quebradas.

Definidos los tipos de riesgos, deslizamientos en masa e inundaciones por quebradas, en la presente investigación se plantean para reducir el riesgo de deslizamientos, medidas no estructurales como capacitación sobre mitigación de desastres para todos los usuarios agrarios y no agrarios que se benefician con el canal, implementación de sistemas de alerta temprana en las principales cuencas generadoras de agua como la Qda La Jardina, Qda Corrales y Qda La Jota, las mismas que pondrían en serio riesgo a las poblaciones aledañas.

Asimismo, ante un desastre es necesario tener medios de subsistencia basados en pequeños proyectos como por ejemplo no desaguar a cero los campos de cultivo, agricultura de secano, implementar servicios de agua potable con sistemas de cisternas, noques, etc.

Asimismo, con medidas estructurales se plantean reforestaciones de laderas con árboles primarios, construcción de tapas en los tramos de canal localizados en las laderas de los cerros, construcción de canoas, alcantarillas, puentes y traviezas hidráulicas en los cauces de las quebradas, todas estas obras coinciden con los planes de evaluación de riesgos elaborados para la Región Tumbes a través del PEBPT.

## 6.- Conclusiones

1. El tipo de riesgo más importante por el cual el canal troncal de la Irrigación de la Margen Izquierda del Río Tumbes colapsaría en un periodo lluvioso, sea con fenómeno el niño, o niño costero como el ocurrido en el verano del 2017, es las inundaciones a la caja del canal como consecuencia de la activación de quebradas, en número de 23 (35.29% nivel muy alto de vulnerabilidad, 23.52% nivel de vulnerabilidad alto, y un 41.18% nivel de vulnerabilidad medio), que desfogan directa o indirectamente en dicho canal, causando total colmatación o destrucción inmediata, así mismo en orden de importancia, pero en menor magnitud es la colmatación de la caja del canal por los posibles deslizamientos de masas de suelo de los cerros aledaños al canal, en un tramo de 1km (un 4.1% del total del canal).
2. La metodología más práctica para realizar el análisis de vulnerabilidad del canal troncal de la Irrigación de la Margen Izquierda del Río tumbes, es la metodología cualitativa, la cual nos permite identificar rápidamente las zonas de más alta vulnerabilidad como consecuencia de los deslizamientos en masa de suelos, e inundaciones por quebradas y su posterior colmatación de su caja hidráulica. De las 23 quebradas que cruzan, desfogan o chocan contra el canal se ha evaluado con esta metodología las 17 más importantes (73.9%), de las cuales 6 permiten que el canal tenga un nivel de vulnerabilidad muy alto (Urcos, Los Cedros, La concordia, El Molino, Ocho Angelitos y La Urbina); 4 producen un nivel de vulnerabilidad alto en el canal (Pampa La Gallina, Cabeza de Vaca, San Francisco y Malvales); y 7 producen un nivel de vulnerabilidad medio en el canal (Corrales, San José, La Jota, Cristales, Jardina, Plateros y Francos).

3. Se plantean dos tipos de medidas de reducción del riesgo ante desastres (MRRD) y fortalecer la sostenibilidad de los proyectos de inversión pública (PIP), así tenemos medidas No Estructurales como: capacitación de los usuarios sobre mitigación de desastres, implementación en sistema de alerta temprana o en 6 cuencas las más importantes (Urbina, Jardina, Urcos, Corrales, La Jta y Los Cedros), apoyo con proyectos de subsistencia a la presentación de los desastres, eliminación total del agua en los campos de cultivos, agricultura de secano y servicio de agua potable en cisternas o construcción de noques de concreto en las principales comunidades asentadas a lo largo del canal, y se plantean Medidas Estructurales, principalmente ejecución de obras hidráulicas en el cruce de las quebradas con el canal y en su propia cuenca, así tenemos: reforestación de laderas de los cerros entre los meses de diciembre y marzo con especies nativas (algarrobos) o especies introducidas como el pino y el eucalipto, construcción de tapas en los tramos más críticos del canal y evitar su colmatación por deslizamientos, reconstrucción de la corona del canal, construcción de canoas, alcantarillas o puentes; y en la cuenca a fin de estabilizar los cauces se implemente la construcción de traviezas hidráulicas sea con materiales propios de la cuenca (árboles, piedras, arena, etc.) o con gaviones rellenos con piedra.

## **7.- Recomendaciones**

- 1.** En la Comisión de usuarios de la Irrigación de la Margen Izquierda del Río Tumbes, implementar una unidad técnica exclusivamente encargada del manejo y gestión de las 23 cuencas cuyos cauces atraviesan, desfogon o chocan con la infraestructura hidráulica, canal troncal, y desarrollar y plantear el financiamiento de las obras no Estructurales o Estructurales aquí en este estudio planteadas.
- 2.** Capacitar a los Usuarios permanentemente sobre el riesgo de su infraestructura de riego y mitigación de desastres, así como capacitar a los técnicos sobre la metodología cualitativa para la evaluación del riego y vulnerabilidad del canal troncal en sus 24.5km de recorrido (10.5km revestidos y 14km aún sin revestir).
- 3.** Desarrollar el Diseño Técnico de las obras No Estructurales y Estructurales planteadas en la presente investigación.

## 8.-REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ambiente. IRD. Francia.
2. ANA (2013) – Inundaciones en Tumbes.
3. CAF (Corporación Andina de Fomento). (2000). Las lecciones de el niño. Memorias del fenómeno el niño 1997-1998, retos y propuestas para la región andina.
4. Caribe: desafíos y oportunidades 2001- informe previo a la cumbre de la tierra,
5. Carrasco, S. (2013). Metodología de la Investigación Científica – 6ta Re Impresión – Editorial San Marcos – Lima – Perú.
6. CENEPRED, 2013, 2014 – Peligro de elentres.
7. CEPAL- PENUMA. (2002). La sostenibilidad del desarrollo en América Latina y el
8. CHACALTANA, Juan. (2006). ¿Se puede prevenir la pobreza? Soluciones
9. DERCOLE, Robert y HRDY, Sebastián. (2008). Seminario: Riesgo y medio
10. Desastre Natural – <https://es.m.wikipedia.org>. Rescatado el 29.10.17.
11. DOCUMENTO PROPUESTA DEL PERÚ. (2000). 4to. Plan de acción del
12. EIRD (2006) – La Vulnerabilidad.
13. FERRADAS, Pedro. (n.d). “Perú: país en riesgo”. Documento de trabajo de
14. Hernández, R.; Etal. (2010). Metodología de la Investigación. – 5ta Edición – Editorial Mc Graw Hill; México.
15. INDECI (1994) – Director Indeci en Tumbes.
16. Instituto Geográfico Nacional (IGN) – Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET) – “Análisis de Riesgo por Inundaciones y Deslizamientos de Tierra en la Microcuenca del Arenal de Montserrat” – <https://www.itc.nl/english/EISalvador> - [Rescatado el 01.11.17.](#)
17. IPCC. 2012 – Cambio Climático

18. Los tipos de desastres naturales que existen – [www.laangosturadigital.com.ar-interna](http://www.laangosturadigital.com.ar-interna), rescatado el 29.10.17).
19. Machuca (2014) – Daños Personales Ocurridos en Tumbes.
20. Niño, K. (2012). “Análisis de la Gestión del Riesgo de Inundaciones en Bogotá: Un enfoque desde la Construcción social del Riesgo” – Pontificia Universidad JAVERIANA – Maestría en Planeación Urbana y Regional de Bogotá, Septiembre de 2012.
21. PEBPT (1996). Programa de Reducción de Vulnerabilidad a los Peligros Naturales.
22. Prácticas-ITDG. Lima.
23. PREDES – Centro de Estudios y Prevención de Desastres – [www.predes.org.pe](http://www.predes.org.pe) rescatado el 29.10.17).
24. Programa DIPECHO en la Región Andina.
25. Puño, N. (2004). “Análisis Situacional de la Cuenca del Río Tumbes”. Tesis para optar el Grado de Magister Sciential. Universidad Nacional Agraria – La Molina – Lima. Perú.
26. Soluciones prácticas – ITDG que recopila, complementa y organiza información de Diferentes fuentes.

# ANEXOS

**Anexo N°1: Metodología Cualitativa: Variable Indicadores Críticos ante Deslizamientos e Inundaciones.**

| VARIABLE  | INDICADOR CRÍTICO               |
|---|---------------------------------|
| 1. Material de Construcción.                      | Tierra o Concreto               |
| 2. Estado de Conservación                         | Bueno, Regular, Malo y Muy Malo |
| 3. Emplazamiento del Canal en el Deslizamiento.   | Sí                              |
| 4. Emplazamiento del Canal en el Eje de Quebrada. | Sí                              |

**Anexo N°2: Metodología Cualitativa: Matriz de Variables ante Deslizamientos e Inundaciones.**









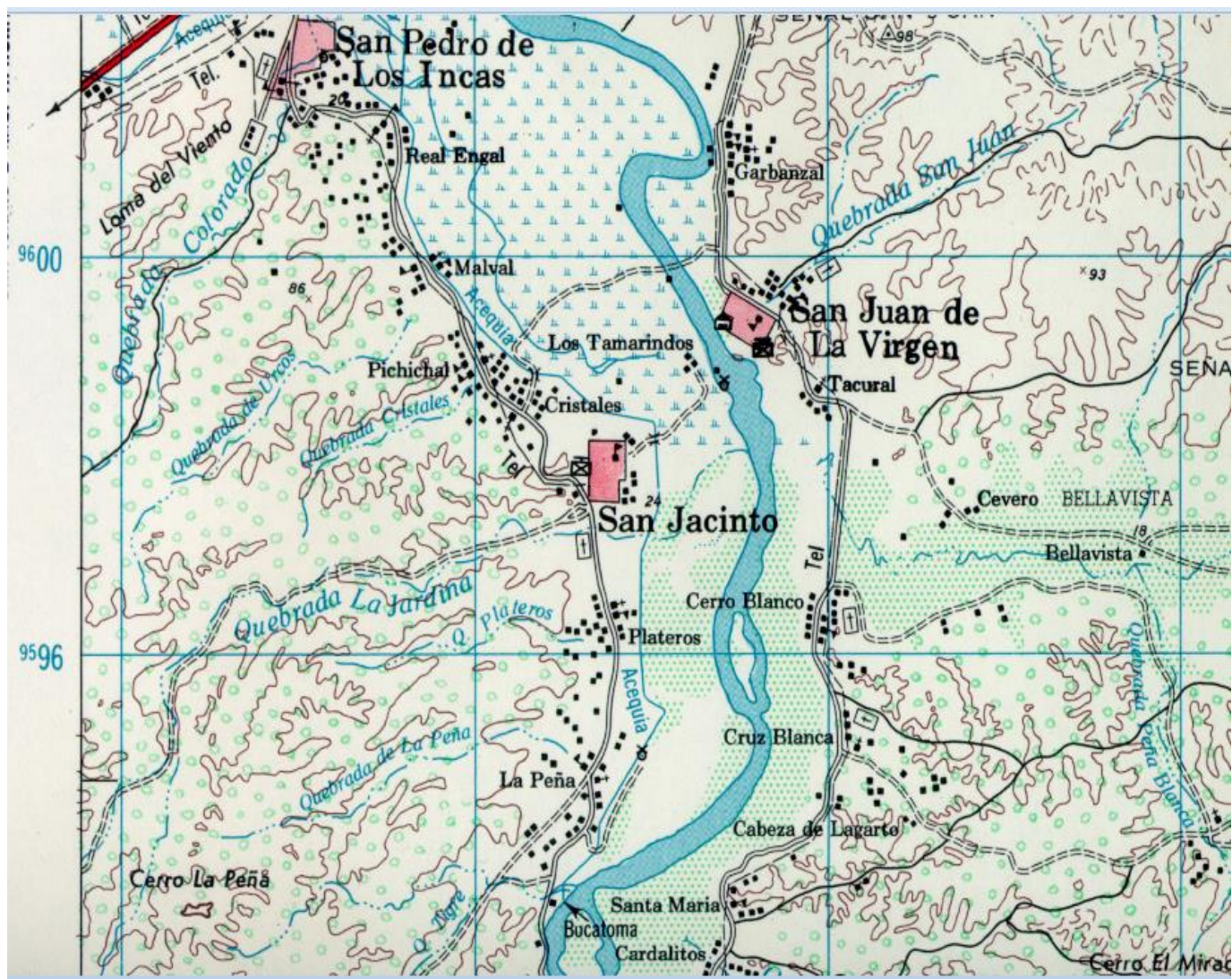
| Zona de Amenaza (Peligro)  | Vulnerabilidad ante Deslizamientos e Inundaciones |                        |               |  |
|--|---|------------------------|---------------|--|
|  | Materiales  | Estado de Conservación | Emplazamiento | Nivel de Vulnerabilidad y Riesgo   |
| Muy alto  |   |                        |               |  Muy alto |
| Alto      |   |                        |               |  Alto     |
| Medio     |   |                        |               |  Medio    |
| Baja      |   |                        |               |  Bajo     |

Gráfico N°1: Irrigación Margen Izquierda – del Río Tumbes



**Foto N°1: Puente Quebrada La Garita – Corrales**



**Foto N°2: Canal Pegado a Laderas de Cerros**



**Foto N°3: Canal Pegado a Laderas de Cerros**



**Foto N°4: Cruce Panamericana – Puente Pampa La Gallina**



**Foto N°5: Canal Troncal – Tramo Revestido – Sector San Isidro**



**Foto N°6: Quebrada Los Cedros – Desemboca Directamente al Canal**



**Foto N°7: Quebrada La Jota – No Desemboca Directamente al Canal**



**Foto N°8: Quebrada Francos – Superpasaje Cruza el Canal**



**Foto N°9: Quebrada Urbina – Superpasaje Destruido**



**Foto N°10: Canal Tapado – Soporta Deslizamientos**



**Foto N°11: Alcantarillas**



**Foto N°12: Quebrada La Jardina – Sobre el Canal**



**Foto N°13: Alcantarilla Quebrada Urcos – 1**



**Foto N°14: Travieza Hidráulica de Materias Rústicos**



**Foto N°15: Travieza Hidráulica Gaviones Rellenadas con Piedra**



**Foto N°16: Bocatoma – La Peña – Captación del Río Tumbes**



**Foto N°17: Canal Sin Revestir**

