



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO  
RUIZ GALLO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INENIERIA AGRICOLA**

**II PROGRAMA DEL CURSO DE ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL**

**“ANÁLISIS DE RIESGO Y VULNERABILIDAD PARA EL SISTEMA DE  
AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA LOCALIDAD EL  
ARROZAL – SALAS – PROVINCIA DE LAMBAYEQUE –  
LAMBAYEQUE”**

**TRABAJO DE INVESTIGACION**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRICOLA**

**PRESENTADA POR:  
BACH. JUAN JOSÉ PARRAGUEZ CHEPE**

**ASESOR:  
ING. JOSÉ ARTURO SOLÓRZANO GONZÁLES**

**Lambayeque – Perú**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
PEDRO RUIZ GALLO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INENIERIA AGRICOLA**

**II PROGRAMA DEL CURSO DE ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL**

**“ANÁLISIS DE RIESGO Y VULNERABILIDAD PARA EL SISTEMA DE  
AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA LOCALIDAD EL  
ARROZAL – SALAS – PROVINCIA DE LAMBAYEQUE –  
LAMBAYEQUE”**

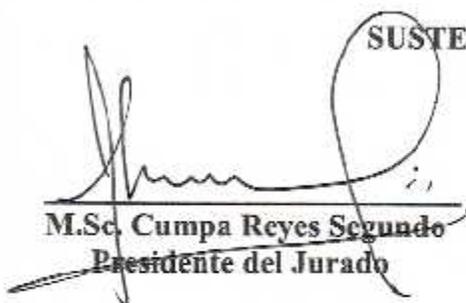
**TRABAJO DE INVESTIGACION**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRICOLA**

**PRESENTADA POR:  
BACIL. JUAN JOSÉ PARRAGUEZ CHEPE**

**SUSTENTADO ANTE EL JURADO:**

  
**M.Sc. Cumpa Reyes Segundo**  
**Presidente del Jurado**

  
**Ing. Santana Vera Gerardo**  
**Secretario del Jurado**

  
**Ing. José Arturo Solórzano Gonzáles**  
**ASESOR**

**LAMBAYEQUE – PERÚ**

## **DEDICATORIA**

**A nuestro señor Jesucristo por iluminar  
mi trayecto por la vida para concluir mis  
estudios universitarios y hoy lograr mi  
título profesional.**

**Juan José**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A mi madre por su incondicional apoyo y  
confianza para lograr mis sueños.**

**A mi padre por su constante aliento y  
creer siempre en mí**

**Juan José**

## INDICE

|  |    |
|--|----|
| DEDICATORIA .....  | I  |
| AGRADECIMIENTOS.....   | II |
| I. DATOS PRELIMINARES.....   | 1  |
| II. CUERPO DEL INFORME .....   | 2  |
| 1.0. RESUMEN .....   | 2  |
| 2.0. ABSTRACT .....  | 3  |
| 3.0. INTRODUCCION.....   | 4  |
| 3.1. OBJETIVOS .....   | 5  |
| 3.1.1. <i>Objetivo del Proyecto</i> .....  | 5  |
| 3.1.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....  | 5  |
| 3.2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA .....   | 5  |
| 3.2.1. <i>A nivel internacional</i> .....  | 5  |
| 3.2.2. <i>A nivel nacional</i> .....   | 6  |
| 3.2.3. <i>A nivel local</i> .....  | 8  |
| 3.3. BASES TEÓRICAS .....  | 10 |
| 3.3.1. <i>Peligro</i> .....  | 10 |
| 3.3.2. <i>Vulnerabilidad</i> .....   | 14 |
| 3.3.3. <i>Resiliencia</i> .....  | 18 |
| 3.3.4. <i>Riesgo</i> .....   | 18 |
| 3.3.5. <i>Estimación de riesgo</i> .....   | 19 |
| 3.3.6. <i>Gestión del riesgo de desastres</i> .....  | 20 |
| 3.4. ANÁLISIS DE RIESGO PARA PROYECTOS DE AGUA Y SANEAMIENTO.....                              | 21 |
| 3.4.1. <i>Análisis de peligros</i> .....   | 21 |
| 3.4.2. <i>Análisis de vulnerabilidad</i> .....   | 22 |
| 3.4.3. <i>Análisis de resiliencia</i> .....  | 23 |
| 3.4.4. <i>Análisis de riesgos</i> .....  | 23 |
| 3.5. INCORPORACIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGOS EN PROYECTOS DE AGUA Y SANEAMIENTO .....            | 25 |
| 3.6. IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS DE RIESGOS EN PROYECTOS DE AGUA Y SANEAMIENTO .....              | 28 |
| 4.0. MATERIALES Y MÉTODOS .....  | 29 |
| 4.1. MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....                            | 29 |
| 4.1.1. <i>Métodos de Investigación</i> .....   | 29 |
| 4.1.2. <i>Metodología para la evaluación cualitativa de los riesgos</i> .....                  | 31 |
| 4.1.3. <i>Plan de respuesta a los riesgos</i> .....  | 32 |
| 4.1.4. <i>Matriz de análisis de peligros</i> .....   | 33 |
| 4.1.5. <i>Matriz de análisis de vulnerabilidad</i> .....                                       | 33 |
| 4.1.6. <i>Matriz análisis de resiliencia</i> .....   | 34 |
| 4.1.7. <i>Matriz de análisis de riesgo</i> .....   | 35 |
| 5.0. RESULTADOS .....  | 36 |
| 5.1. ESTUDIO DE LA POBLACIÓN .....   | 36 |
| 5.1.1. <i>Ubicación</i> .....  | 36 |
| 5.1.2. <i>Clima</i> .....  | 38 |
| 5.1.3. <i>Aspectos socio económicos de la zona de estudio y sus recursos potenciales</i> ..... | 38 |
| 5.1.4. <i>Vivienda</i> .....   | 39 |
| 5.1.5. <i>Servicios públicos</i> .....   | 39 |
| 5.1.6. <i>Educación</i> .....  | 39 |
| 5.1.7. <i>Energía eléctrica</i> .....  | 40 |
| 5.1.8. <i>Agua</i> .....   | 40 |
| 5.1.9. <i>Desagüe</i> .....  | 40 |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 5.1.10. | <i>Vías de acceso al lugar del proyecto.</i>                             | 40 |
| 5.1.11. | <i>Topografía y tipo de suelo.</i>                                       | 41 |
| 5.1.12. | <i>Situación del sistema de agua potable y alcantarillado</i>            | 44 |
| 5.1.13. | <i>Diagnóstico situacional del servicio de saneamiento.</i>              | 44 |
| 5.2.    | <b>PLAN DE ANÁLISIS DE RIESGO</b>  | 46 |
| 5.2.1.  | <i>Identificación de los interesados, sus roles y responsabilidades.</i> | 46 |
| 5.2.2.  | <i>Planificación de actividades desarrolladas.</i>                       | 46 |
| 5.3.    | <b>IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO, VULNERABILIDAD Y RIESGO</b>               | 48 |
| 5.3.1.  | <i>Análisis de peligros.</i>   | 48 |
| 5.3.2.  | <i>Análisis de vulnerabilidad.</i>                                       | 50 |
| 5.3.3.  | <i>Análisis de resiliencia.</i>  | 51 |
| 5.4.    | <b>EVALUACIÓN CUALITATIVA</b>  | 54 |
| 6.0.    | <b>CONCLUSIONES</b>  | 56 |
| 7.0.    | <b>RECOMENDACIONES</b>   | 58 |
| 8.0.    | <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>  | 59 |

## LISTA DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| <b>TABLA 1.</b> CLASIFICACIÓN DE LOS PELIGROS POR ORIGEN .....   | 10 |
| <b>TABLA 2.</b> VULNERABILIDAD FÍSICA .....  | 15 |
| <b>TABLA 3.</b> VULNERABILIDAD ORGANIZATIVA O SOCIAL .....   | 16 |
| <b>TABLA 4.</b> VULNERABILIDAD ECONÓMICA .....   | 17 |
| <b>TABLA 5.</b> VULNERABILIDAD AMBIENTAL .....   | 18 |
| <b>TABLA 6.</b> ESTIMACIÓN DE RIESGO .....   | 19 |
| <b>TABLA 7.</b> EVALUACIÓN DEL PELIGRO Y VULNERABILIDAD .....  | 19 |
| <b>TABLA 8.</b> CALIFICACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DEL PELIGRO.....   | 22 |
| <b>TABLA 9.</b> CALIFICACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD .....   | 23 |
| <b>TABLA 10.</b> CALIFICACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DE LA RESILIENCIA .....   | 23 |
| <b>TABLA 11.</b> PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DEL RIESGO .....   | 25 |
| <b>TABLA 12.</b> FORMATO DE PLAN DE ANÁLISIS DE RIESGO .....   | 30 |
| <b>TABLA 13.</b> DEFINICIÓN DE IMPACTOS.....   | 31 |
| <b>TABLA 14.</b> CLASIFICACIÓN DEL RIESGO .....  | 32 |
| <b>TABLA 15.</b> FORMATO DE MATRIZ DE ANÁLISIS DE PELIGROS .....   | 33 |
| <b>TABLA 16.</b> FORMATO DE MATRIZ DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD.....  | 33 |
| <b>TABLA 17.</b> FORMATO DE ESTIMACIÓN DE GRADO DE VULNERABILIDAD .....  | 34 |
| <b>TABLA 18.</b> FORMATO DE MATRIZ DE ANÁLISIS DE RESILIENCIA .....  | 34 |
| <b>TABLA 19.</b> FORMATO DE MATRIZ DE ANÁLISIS DE RIESGO.....  | 35 |
| <b>TABLA 20.</b> VÍAS DE ACCESO A LA ZONA DEL PROYECTO.....  | 41 |
| <b>TABLA 21.</b> INSTITUCIONES EDUCATIVAS EN LOS DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE LAMBAYEQUE POR<br>NIVEL Y MODALIDAD EDUCATIVA..... | 43 |
| <b>TABLA 22.</b> PLAN DE ANÁLISIS DE RIESGO .....  | 47 |
| <b>TABLA 23.</b> MATRIZ DE ANÁLISIS DE PELIGRO.....  | 48 |
| <b>TABLA 24.</b> RESULTADO DEL ANÁLISIS DEL PELIGRO .....  | 49 |
| <b>TABLA 25.</b> MATRIZ DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD .....  | 50 |
| <b>TABLA 26.</b> ESTIMACIÓN DEL GRADO DE VULNERABILIDAD .....  | 51 |
| <b>TABLA 27.</b> MATRIZ DE ANÁLISIS DE RESILIENCIA.....  | 52 |
| <b>TABLA 28.</b> MATRIZ DE ANÁLISIS DE RIESGO .....  | 53 |
| <b>TABLA 29.</b> CRITERIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO .....   | 54 |
| <b>TABLA 30.</b> IDENTIFICACIÓN DE EVENTOS .....   | 55 |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>FIGURA 1: AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICOS</b> .....  | 11 |
| <b>FIGURA 2: IDENTIFICACIÓN DE ZONAS INUNDABLES</b> .....   | 13 |
| <b>FIGURA 3: DIAGNÓSTICO DEL RIESGO DE DESASTRES</b> .....  | 22 |
| <b>FIGURA 4: CONCEPTO DE ANÁLISIS DE RIESGO</b> .....   | 24 |
| <b>FIGURA 5: RELACIÓN ENTRE COMPONENTES Y PROCESOS DE GRD</b> .....                                   | 24 |
| <b>FIGURA 6: PROCESOS DE GRD CON RELACIÓN A LA OCURRENCIA DE UN DESASTRE</b> .....                    | 25 |
| <b>FIGURA 7: ANÁLISIS TRANSVERSAL DE RIESGO</b> .....   | 26 |
| <b>FIGURA 8: FLUJO DE BENEFICIOS Y COSTOS ASUMIDOS PARA UN PROYECTO SIN ANÁLISIS DE RIESGOS</b> ..... | 27 |
| <b>FIGURA 9: FLUJO DE BENEFICIOS Y COSTOS PARA UN PROYECTO NO INCLUYE MEDIDAS DE MITIGACIÓN</b> ..... | 27 |
| <b>FIGURA 10: COMPARACIÓN DE LA SITUACIÓN SIN CON MEDIDAS Y CON MEDIDAS DE PREVENCIÓN</b>             | 28 |
| <b>FIGURA 11: UBICACIÓN DEL PROYECTO</b> .....  | 37 |

## **INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

### **I. DATOS PRELIMINARES**

**1.0. TÍTULO:** “Análisis de riesgo y vulnerabilidad para el sistema de agua potable y alcantarillado de la localidad El Arrozal – Salas – provincia de Lambayeque – Lambayeque”

**2.0. AUTOR:**

Autor: Bach. Juan José Parraguez Chepe

Asesor: Ing. José Arturo Solórzano Gonzáles

**3.0. TIPO DE INVESTIGACION:** Bibliográfica

**4.0. ÁREA DE INVESTIGACION:** Recursos Hídricos

**5.0. INSTITUCION DE EJECUCION**

Localidad: El Arrozal

Distrito: Salas

Provincia: Lambayeque

Departamento: Lambayeque

**6.0. DURACION DEL PROYECTO**

El tiempo de ejecución de la obra será de 90 días calendarios.

**7.0. FECHA DE INICIO:** 01 de setiembre del 2018

**8.0. FECHA DE TÉRMINO:** 30 de noviembre del 2018

## **II. CUERPO DEL INFORME**

### **1.0. RESUMEN**

La presente investigación tiene como objetivo analizar el grado de riesgo y vulnerabilidad para el sistema de agua potable y alcantarillado de la Localidad El Arrozal, Provincia de Salas - Lambayeque. Se siguió la metodología y las directrices sugeridas en la guía PMBoK del Project Management Institute (PMI). Además los resultados se tomaron para la evaluación cualitativa. En este contexto, se diseñó el análisis de riesgo y vulnerabilidad para el sistema de agua potable y alcantarillado de la Localidad El Arrozal. Para empezar se identifica los peligros, vulnerabilidades y el grado de riesgo., finalmente se desarrolla un plan de respuesta. El resultado de la investigación indica que el sistema de agua potable y alcantarillado está expuesto a un peligro alto en referencia a fenómenos naturales y expuesto a una vulnerabilidad medio de acuerdo a diagnósticos físico, político e institucional, operatividad, socio cultural, económica y ambiental e higiene; tiene una resiliencia medio es decir, puede hacer frente a cualquier evento y tiene un grado de riesgo medio al que está expuesto el sistema de agua potable y alcantarillado

**Palabras claves:** Análisis, riesgos, vulnerabilidad y mitigación

## **2.0. ABSTRACT**

The objective of this research is to analyze the degree of risk and vulnerability for the drinking water and sewerage system of El Arrozal Locality, Salas Province - Lambayeque. The methodology and guidelines suggested in the PMBoK guide of the Project Management Institute (PMI) were followed. In addition, the results were taken for the qualitative evaluation. In this context, the risk and vulnerability analysis was designed for the potable water and sewerage system of El Arrozal Locality. To start, the hazards, vulnerabilities and the degree of risk are identified. Finally, a response plan is developed. The result of the investigation indicates that the potable water and sewage system is exposed to a high risk in reference to natural phenomena and exposed to an average vulnerability according to physical, political and institutional, operational, socio-cultural, economic and environmental diagnoses. hygiene; it has a medium resilience that is, it can cope with any event and has a medium degree of risk to which the drinking water and sewerage system is exposed

**Keywords:** Analysis, risks, vulnerability and mitigation

### **3.0. INTRODUCCION**

Según el taller de reducción de vulnerabilidad en sistema de agua potable – plan de acción 2005-2015 en el marco de la conferencia mundial sobre reducción de desastres promovido por la ONU (Kobe-Japón, 2005), se elaboró un plan de acción que recomienda a aquellas zonas expuestas a amenazas naturales, se considere el análisis y gestión del riesgo en las etapas de planeación, ejecución de los servicios de agua y saneamiento, evitando poner innecesariamente en riesgo estos sistemas, haciendo incansable la meta de desarrollo del milenio relacionado al sector.

A partir del Decenio Internacional para la reducción de desastres (1990-1999), se impulsa un nuevo enfoque de desarrollo que prioriza la reducción de vulnerabilidades asociadas a peligros naturales. La Estrategia de Yokoham plantea la prevención, mitigación, preparación y recuperación de desastres son cuatro elementos que contribuyen a la aplicación de políticas de desarrollo sostenible, incorporadas al sector agua y saneamiento.

En el Perú, la evaluación de las experiencias en países miembros frente al fenómeno el niño (1997-1998) concluye en un mandato de la XI reunión del consejo presidencial andino, el cual la CAF apoya la creación y funcionamiento del PREANDINO, cuyo objetivo es “impulsar y apoyar la formulación de políticas sectoriales de prevención y mitigación de riesgos, orientadas a incorporar el enfoque en la planificación del desarrollo”.

En la costa norte del Perú se encuentra ubicada una localidad llamada Salas, es un distrito que se ha visto afectado por los fenómenos naturales, ya que presenta un alto grado de vulnerabilidad.

El propósito de la investigación es analizar, sobre la base del sistema de agua potable y alcantarillado de la localidad El Arrozal – Provincia de Salas – Lambayeque, al que expuesto ante peligros naturales, vulnerabilidad y riesgos de la zona. Con esta experiencia verificar ciertas tendencias que advierten en el contexto nacional sobre la situación de deterioro de la infraestructura y su relación con fenómenos naturales que generan desastres.

Objetivo principal analizar el grado de riesgo y vulnerabilidad al que expuesto el sistema de agua potable y alcantarillado en la Localidad, que de acuerdo al Decreto Supremo N° 002-2002-vivienda, ROF del MVCS-modificado. Artículo 8. Funciones generales i. formular, proponer y ejecutar políticas de prevención de riesgos frente a fenómenos naturales.

### **3.1.Objetivos**

#### **3.1.1. Objetivo del Proyecto**

Analizar el grado de riesgo y vulnerabilidad que enfrenta el sistema de agua potable y alcantarillado de la localidad El Arrozal, distrito de Salas, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque.

#### **3.1.2. Objetivos Específicos**

1. Identificar los tipos de peligros y vulnerabilidades que enfrenta el sistema de agua potable y alcantarillado de la localidad El Arrozal.
2. Identificar la metodología para el análisis de riesgo y vulnerabilidad que enfrenta el sistema de agua potable y alcantarillado de la localidad El Arrozal para elaborar un mapa de zonificación de Peligros.
3. Desarrollar un plan de respuesta al grado de riesgo identificado para el sistema de agua potable y alcantarillado de la Localidad El Arrozal.

### **3.2. Antecedentes del Problema**

#### **3.2.1. A nivel internacional**

(Gavilanes, 2018, p. 3), en su tesis maestra “Efectos por la incorporación de los servicios de agua potable y saneamiento en la regeneración de barrios. Caso de estudio: parroquia de Calderón”, manifiesta que los estudios sobre regeneración urbana, casi siempre, concentran sus esfuerzos únicamente en los impactos producidos por centros afianzados, los que le dan dinámica a la economía de un sector específico, sin embargo la teoría abarca un marco en donde los servicios de agua potable y saneamiento básico son un potencial detonante que describe al crecimiento poblacional como parte de la regeneración urbana. Es por ello que este estudio para solucionar la pregunta: ¿El implementar servicios de Agua Potable y Alcantarillado en un sector genera incremento en la valoración de los inmuebles, el crecimiento poblacional y la calidad de vida vinculada a la salubridad de su población? Se ha realizado un levantamiento de campo cuantitativo en el sector de estudio que responden a estos tres objetivos. Esta investigación produjo aportes importantes en una nueva línea de investigación relacionada con los servicios básicos y la regeneración urbana, resultando que más del 80% de encuestados consideran que, en Calderón, se han generado condiciones idóneas para que los hospitales, centros comerciales, UPCs, guarderías, locales comerciales se hayan

consolidado como parte de regeneración urbana, gracias a los servicios de agua potable y alcantarillado.

(Sánchez, 2013, p. xviii), en su tesis ingenieril “Propuesta para mejorar la eficiencia y eficacia en la empresa sistemas de agua potable Quelle S.A.”, indica que su proyecto de tesis se desarrolla en la empresa “Sistemas de Agua Potable Quelle S.A.”, refiere que esta empresa se dedica al comercio al por mayor y menor de materiales y piezas para instalaciones hidrosanitarias, encontrándose que su problema principal radica en la no aplicación de ningún medio o sistema de control relacionado con los aspectos financieros y de personal, generando cuantiosas pérdidas respecto a su rentabilidad económica. Con la implementación del Cuadro de Mando Integral en Quelle S.A. se pretende instaurar una herramienta de medición que realizará un seguimiento a los procesos internos orientados de acuerdo a los lineamientos estratégicos de la empresa. Este cuadro de mando integral se desarrollará teniendo en cuenta cuatro perspectivas tradicionales como los son la Financiera, Clientes, Procesos Internos, Aprendizaje; en donde los objetivos de cada unidad de negocio se conviertan en resultados financieros que conlleven a la creación de valor de la organización.

### **3.2.2. A nivel nacional**

(Sotelo, 2016, p. 5), en su tesis titulada “El Impacto del Acceso a los Servicios de Agua y Saneamiento sobre la Desnutrición Crónica Infantil: evidencia del Perú”, indica que en el Perú, la política pública del sector de los servicios de agua y saneamiento ha estado orientada a satisfacer las necesidades de las zonas urbanas, dejando desatendidas por un largo tiempo a las comunidades del ámbito rural. Esta situación ha generado diferencias significativas en el acceso a los servicios de agua y saneamiento, poniendo en riesgo la salud de las familias, que básicamente se ve reflejada en los altos índices de desnutrición crónica. Esto afecta sobre todo a la población vulnerable, como son los niños y niñas menores de 5 años, que ven limitadas sus posibilidades de crecimiento y desarrollo, a pesar de que en la mayoría de los casos son beneficiarios de programas sociales. En lo que viene, la investigación hace un análisis de la relevancia que tiene en nuestro país el acceso a los servicios de agua y saneamiento en la reducción del índice de desnutrición crónica infantil (DCI), considerando una evaluación a nivel nacional, como las diferencias que existen entre los niños de los ámbitos urbano y rural. Así, de

acuerdo a la revisión de la literatura, se intuye que el no acceso a los servicios de agua y saneamiento representa uno de los principales causantes por el que las políticas dedicadas a disminuir la desnutrición pierden eficacia. En esta línea, para el estudio, se utilizan los datos recogidos de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES), considerando dos años base de corte transversal- 2010 y 2015; asimismo, las afirmaciones que se plantean en la hipótesis se validan en la sección resultados con la metodología del Propensity Score Matching (PSM). Por último, en lo que respecta a la motivación por el que se realizó esta investigación, es conveniente señalar que el aumento del acceso a los servicios de agua y saneamiento no tiene la finalidad únicamente de contrarrestar los indicadores de la salud, pues es un derecho fundamental al cual todas las personas, hombres y mujeres- en este caso, niñas y niños- deben ejercer.

(Curtihuanca, 2017), en su tesis “Análisis de riesgo y vulnerabilidad para el sistema de agua potable y alcantarillado de la localidad de Sandia – provincia de Sandia – Puno”, refiere que su investigación tiene como objetivo analizar el grado de riesgo y vulnerabilidad para el sistema de agua potable y alcantarillado de la Localidad de Sandía, Provincia de Sandía - Puno. Este estudio es relevante ya que Sandia es la provincia con el menor número de sistemas de agua y el estado ha comenzado el desarrollo de proyectos de agua y saneamiento sostenible. Se siguió la metodología y las directrices sugeridas en la guía PMBoK del Project Management Institute (PMI). Además los resultados se tomaron para la evaluación cualitativa. En este contexto, se diseñó el análisis de riesgo y vulnerabilidad para el sistema de agua potable y alcantarillado de la Localidad de Sandia. Para empezar se identifica los peligros, vulnerabilidades y el grado de riesgo., finalmente se desarrolla un plan de respuesta. El resultado de la investigación indica que el sistema de agua potable y alcantarillado de la Localidad de Sandia está expuesto a un peligro alto en referencia a fenómenos naturales y expuesto a una vulnerabilidad medio de acuerdo a diagnósticos físico, político e institucional, operatividad, socio cultural, económica y ambiental e higiene en la localidad de Sandia; tiene una resiliencia medio es decir, puede hacer frente a cualquier evento y tiene un grado de riesgo medio al que está expuesto el sistema de agua potable y alcantarillado de la localidad de Sandía, se propone un plan de respuesta, plano de zonificación de peligros y actividades de concientización, capacitación y educación ambiental para conservar adecuadamente el sistema para prevenir y mitigar.

### 3.2.3. A nivel local

(Castillo, V. F., 2015), en su tesis “Evaluación de la calidad del agua de consumo humano en la población de la Localidad de Mórrope – Distrito de Mórrope – Departamento de Lambayeque en el periodo de Febrero 2015 – Agosto 2015”, manifiesta que en la actualidad, los servicios de agua y saneamiento en el distrito de Mórrope están pasando por una difícil situación, presentando fallas en la continuidad y calidad del servicio, debido al aumento de la población beneficiaria, la deficiencia en la gestión, el mal estado de infraestructura y equipos, deficiente mantenimiento, personal no capacitado, presencia del olor y sabor característicos de agua salobre, deficiencias que impiden garantizar una agua potable de óptima calidad, situación que compromete la salud de la población, quienes se ven expuestos a contraer enfermedades de origen hídrico e involucra descontento y malestar de los beneficiarios quienes han levantado su voz de protesta, presentado denuncias ante diversos órganos de justicia. Por lo tanto, el objetivo general del presente estudio, es evaluar la calidad del agua de consumo humano del sistema de abastecimiento de agua potable, en la población de la localidad de Mórrope, Distrito de Mórrope, Departamento de Lambayeque en el periodo Febrero 2015 – Agosto 2015. El Método de estudio es descriptivo, prospectivo y transversal. Se utilizó una ficha de recolección de datos de los valores obtenidos en los análisis fisicoquímicos y microbiológicos. La población comprende el agua suministrada del sistema de abastecimiento de la localidad de Mórrope, donde se realizó 14 análisis fisicoquímicos y 1 análisis microbiológico durante el periodo de 21 de Febrero del 2015 al 12 de Agosto del 2015. Se usó estadística descriptiva y analítica, con nivel de significancia  $p < 0,05$ , utilizando el programa estadístico SPSSv.23.0. Los resultados obtenidos sobrepasaron los valores establecidos en la norma peruana. Los valores promedios de los parámetros fisicoquímicos para el pozo antiguo fueron: 742 mg Cl. L-1 para cloruros, 1038 mg Cl. L-1 para sólidos disueltos totales y para el pozo nuevo fueron: 1312 mg Cl. L-1 para cloruros, 2455 mg Cl. L-1 para sólidos disueltos totales y 3274  $\mu\text{mho/cm}$  para conductividad. Los valores promedios de los parámetros microbiológicos fueron 78 UFC/100 ml a 35°C y 71 UFC/100 ml a 35°C para coliformes totales para el pozo antiguo y nuevo respectivamente. Por lo expuesto, la conclusión del presente estudio, me indica que la calidad de agua para consumo humano del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Mórrope, no cumple con

los valores establecidos en la normatividad peruana vigente. Los parámetros fisicoquímicos que sobrepasaron la norma fueron para el pozo antiguo: los cloruros y sólidos disueltos totales y para el pozo nuevo fueron: los cloruros, sólidos disueltos totales y conductividad. Para ambos pozos, el parámetro microbiológico que sobrepasó la norma fueron los coliformes totales. Para ambos pozos, no cumplen con la calidad química inorgánica para consumo humano, la cual requiere una concentración mínima de cloro residual libre (0.5mg/L) establecida en la normativa.

(López, 2014, p. 6), en su tesis “Diseño de las redes de agua potable y alcantarillado del CP. San Nicolás -Distrito de Zaña - provincia de Chiclayo - Región Lambayeque”, plantea una alternativa de solución para el mejoramiento de los servicios de agua potable y alcantarillado del C.P. San Nicolás- Distrito de Zaña- Región Lambayeque", para los próximos 20 años. En la actualidad El C.P. San Nicolás cuenta con un servicio de agua potable y saneamiento deficiente, por lo que es indispensable la elaboración de este proyecto. Se plantea la construcción de un tanque elevado con una capacidad de 205 m<sup>3</sup>, el cual será abastecido mediante un pozo tubular que cuenta con el caudal necesario para abastecer a la población (2.18 l/s). Se plantea la construcción de una Red de Alcantarillado, la cual contara con 02 cámaras de bombeo debido a que las aguas servidas no pueden ser evacuadas por gravedad, razón por la cual son indispensables estas cámaras para evacuar las aguas servidas hacia la laguna de estabilización. El presupuesto total del proyecto ha sido calculado al mes de agosto del 2014, el mismo que ha sido dividido en rubros de acuerdo a los componentes del sistema y en forma conjunta asciende así. 2, 193,008.35 SON: DOS MILLONES CIENTO NOVENTA Y TRES MIL OCHO CON 35/100 NUEVOS SOLES, que dolarizado al tipo de cambio de S/.2.90 nuevos soles por dólar da un total de\$ 756,209.77 dólares americanos. Con este proyecto se mejorara la calidad de vida de los pobladores del C.P. San Nicolás, ya que contarán con un mejor servicio de agua potable así como también con un tratamiento adecuado de las aguas servidas a través de las lagunas facultativas.

### 3.3. Bases teóricas

#### 3.3.1. Peligro.

##### 3.3.1.1. Definiciones

Para Frausto (2014), es la probabilidad que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presenta en un lugar específico, con una intensidad y un periodo de tiempo y frecuencia definitiva.

Según MCLCP (2012). Es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por el ser humano, potencialmente dañino, para un periodo específico y una localidad o zona conocida. Se identifica, en la mayoría de los casos, con el apoyo de la ciencia y la tecnología.

Según Lozano (2011). El peligro también llamado amenaza, es un evento con probabilidad de ocurrir por su magnitud y características puede ocasionar daños:

Con capacidad de producir daños físicos, económicos y ambientales.

Su origen puede ser natural, socio – natural o tecnológico.

Con intensidad, localización y tiempo.

Afecta adversamente a las personas, infraestructura, etc.

##### 3.3.1.2. Clasificación

Según MCLCP (2012). Se pueden clasificar en: peligros de origen natural, que explica por procesos dinámicos en el interior como terremoto, tsunami; o en la superficie de la tierra como deslizamientos; por fenómenos meteorológicos y oceanográficos como el fenómeno del niño o biológicos como las plagas; peligros inducidos por la actividad del ser humano como incendios, derrames, explosiones, etc.

**Tabla 1.** *Clasificación de los peligros por origen*

| NATURALES          | SOCIO NATURALES | TECNOLOGICOS O ANTROPICOS                 |
|--------------------|-----------------|---|
| Sismo              | Deslizamiento   | Incendio                                  |
| Tsunami            | Huayco          | Derrame de sustancias químicas peligrosas |
| Erupción volcánica | Inundación      | Contaminación ambiental                   |
| Helada             |                 |   |
| Sequía             |                 |   |
| Nevada             |                 |   |
| Lluvia             |                 |   |

Fuente:

PREDES

(2013)



**Figura 1:** Amenazas naturales y antrópicos

Fuente: IEEE (2011)

### A. Peligros de origen natural

#### Sismo

Según Santillana (2015), son vibraciones pasajeras de la corteza terrestre originadas por la liberación de energía a manera de ondas como producto del movimiento de las placas tectónicas o de la actividad volcánica.

#### Tsunami

Según CENEPRED (2014), es un Fenómeno que ocurre en el mar, generando principalmente por un disturbio sísmico que impulsa y desplaza verticalmente la columna de agua originado un tren de ondas

largas, con un periodo que va de varios minutos hasta una hora, que se propaga a gran velocidad en todas direcciones desde la zona de origen.

### **Erupción volcánica**

Según CENEPRED (2014). El proceso eruptivo de un volcán se inicia con la existencia, por debajo de la superficie de la tierra de una cámara magnética en la cual existe roca fundida recibe el nombre de magma y que debido a su baja densidad asciende a la superficie a través de un conducto conocido como chimenea para luego ser expulsado por el cráter y que al fluir por la superficie recibe el nombre de lava.

### **Helada**

Según CENEPRED (2014). Se produce cuando la temperatura ambiental disminuye a valores cercanos o debajo de cero grados. Se genera por un exceso de enfriamiento del suelo, de origen Antártico y se presenta en la región de la sierra y con influencia en la selva, con mayor intensidad en el invierno.

### **Sequía**

Según Santillana (2015). Es un fenómeno climático cíclico provocado por una reducción en la precipitación, que se manifiesta en forma lenta y afecta a personas, actividades económicas, a la agricultura, al ambiente e incluso puede interferir en el desarrollo social y económico de los pueblos.

### **Nevada**

Según Santillana (2015). Es un fenómeno atmosférico que consiste en la precipitación de agua helada, en forma de cristales agrupados en copos blancos que provienen de la congelación de vapor de agua atmosférica. Las nevadas se registran encima de los 3800 a 4000 m.s.n.m.

### **Lluvia**

Según CENEPRED (2014). Es la precipitación de partículas de agua, en forma líquida, que cae de la nube. Para una determinada región existe una precipitación promedio, cuando supera dicho promedio y genera daños, se tipifica como una lluvia intensa.

## **B. Peligros socio naturales**

### **Deslizamiento**

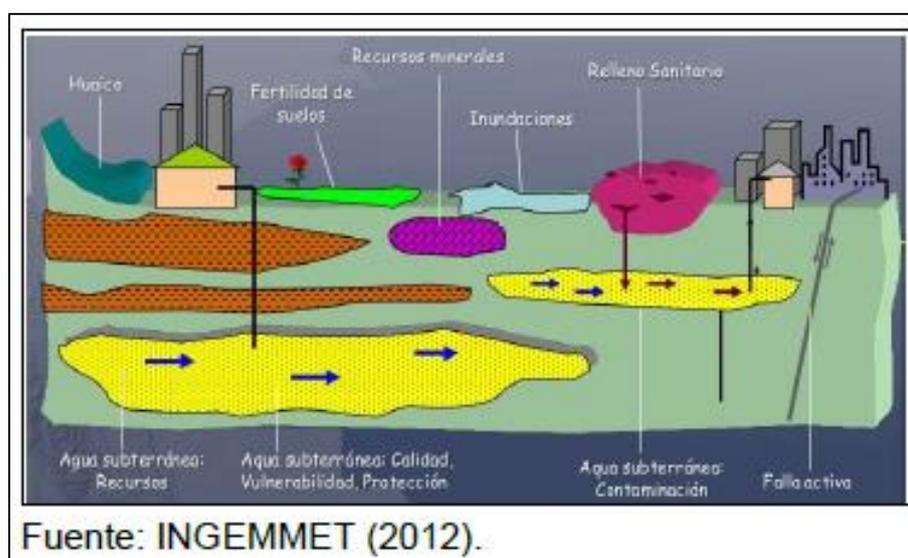
Según CENEPRED (2014). Consiste en el descenso masivo y rápido, que ocurre a través de una superficie que facilita la acción de la gravedad.

## Huayco

Según CENEPRED (2014). Es un tipo de aluvión de baja magnitud, se registran con frecuencia en las cuencas hidrográficas del país, durante el periodo de lluvias.

## Inundación

Según Santillana (2015). Son producidas por las lluvias intensas que sobrepasan la capacidad del nivel del suelo, el volumen máximo del río es superado y el cauce principal se desborda e inunda los terrenos circundantes.



*Figura 2:* Identificación de zonas inundables

## C. Peligros de origen tecnológico

### Incendio

Según Santillana (2015). Es la propagación libre y no programada del fuego, produciendo la destrucción total o parcial de las viviendas (casas o edificios) o establecimientos, existentes en las ciudades o centros poblados. Se pueden dividir en urbanos o domésticos y forestales.

### Derrame de sustancias químicas peligrosas

Según CENEPRED (2014). Es la descarga accidental o intencional de sustancias tóxicas, al presentarse una característica de peligrosidad: corrosiva, reactiva, explosiva, toxica, inflamable o biológico infeccioso.

### Contaminación ambiental

Según CENEPRED (2014). Son cantidad de partículas sólidas

suspendidas o gases presentes en el aire, partículas disueltas o suspendidas, bacterias y parásitos acumulados en el agua, concentraciones de sustancias que dañan el ecosistema.

### **3.3.2. Vulnerabilidad.**

#### **3.3.2.1. Definición**

Según INDECI (2012). Grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático, en particular la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad dependerá del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático a que se encuentre expuesto con sistema y de su sensibilidad y capacidad de adaptación.

Según Santillana (2015). Son las características y circunstancias variables de una comunidad, sistema o bien construido a través del tiempo y reforzada por sus prácticas sociales, culturales y ambientales, asociadas al grado de exposición y a su nivel de desarrollo, que los hacen susceptibles a sufrir daños por el impacto de una amenaza, afectando su capacidad de recuperación.

Según Lozano (2011). Es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. Es la facilidad como un elemento (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta y desarrollo político institucional, entre otros), pueda sufrir daños humanos y materiales.

#### **3.3.2.2. Tipos de Vulnerabilidad**

##### **A. Vulnerabilidad física**

Según INAA (2013). Estimación daños posibles en los componentes de la infraestructura debido a tres criterios: a) Nivel de exposición a las amenazas debido a la ubicación, b) calidad de su construcción y de los materiales utilizados y c) Potencial de daño que podría esperarse de ser afectado por un desastre.

Según INDECI (2012). Está relacionada con la calidad suelo y el lugar, tipo de material de construcción, establecimientos económicos y de servicios básicos e infraestructura socioeconómica para asimilar los efectos del peligro.

**Tabla 2. Vulnerabilidad física**

| VARIABLE  | NIVEL DE VULNERABILIDAD   |  |   |  |
|---|---|--|---|--|
|   | VB  | VM   | VA  | VMA  |
|   | <25%  | 26 A 50 %  | 51 A 75%  | 76 A 100%  |
| Material de construcción utilizado en viviendas     | Estructura sismo resistente con adecuada técnica constructiva (de concreto o acero) | Estructura de concreto, acero o madera sin adecuada técnica constructiva | Estructuras de adobe, piedra o madera sin refuerzos estructurales | Estructuras de adobe. Caña y otros de menor resistencia, en estado precario  |
| Localización de viviendas                           | Muy alejada > 5 km  | Medianamente cerca 1 - 5 km  | Cercana 0.2 - 1 km  | Muy cercana 0.2 - 0 km   |
| Características geológicas, calidad y tipo de suelo | Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas        | Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante        | Zona medianamente fracturada, suelos de baja capacidad portante   | Zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables (relleno, mapa freática alta, con turba, material inorgánico, etc.) |
| Leyes existentes                                    | Con leyes estrictamente cumplidas   | Con leyes medianamente cumplidas   | Con leyes sin cumplimiento  | Sin ley  |

Fuente: INDECI (2006)

### **B. Vulnerabilidad operativa**

Según INAA (2013). Valoración de capacidad permanente para prestar el servicio de agua potable y/o alcantarillado. Analizar cada componente interno de operación y mantenimiento, así como componentes externos.

### **C. Vulnerabilidad organizativa**

Según INAA (2013). Determinar la organización de la capacidad institucional y empresarial o administrativo de la comunidad, asociado a la experiencia y recursos en general al impacto de las amenazas o situaciones de emergencia.

Según INDECI (2012). Se analiza a partir del nivel de organización y participación que tiene una colectividad, para prevenir y responder ante situaciones de emergencia. Población organizada puede superar más fácilmente las consecuencias de un desastre. Como indica el cuadro:

**Tabla 3. Vulnerabilidad organizativa o social**

| VARIABLE   | NIVEL DE VULNERABILIDAD         |                             |                                  |                         |
|--|---------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-------------------------|
|  | VB                              | VM                          | VA                               | VMA                     |
|  | < 25%                           | 26 A 50 %                   | 51 A 75%                         | 76 A 100%               |
| Nivel de organización  | Población totalmente organizada | Población organizada        | Población escasamente organizada | Población no organizada |
| Participación de la población en los trabajos comunales              | Participación total             | Participación de la mayoría | Mínima participación             | Nula participación      |
| Grado de relación entre las instituciones y organizaciones locales   | Fuerte relación                 | Medianamente relacionados   | Débil relación                   | No existe               |
| Tipo de integración entre las organizaciones e instituciones locales | Integración total               | Integración parcial         | Baja integración                 | No existe integración   |

Fuente: INDECI (2006)

#### **D. Vulnerabilidad cultural y socioeconómica**

Según INAA (2013). La comunidad a la cual se presta los servicios, ya que el mal uso de los sistemas, la pobreza, nivel de escolaridad e inequidad de género contribuye a su vulnerabilidad.

Según INDECI (2012). Constituye el acceso que tiene la población de un determinado centro poblado a los activos económicos (tierra, infraestructura, servicios, empleo asalariado, entre otros), que se refleja en la capacidad para hacer frente a un desastre, según cuadro:

**Tabla 4. Vulnerabilidad económica**

| VARIABLE                                 | NIVEL DE VULNERABILIDAD  |  |  |   |
|--|--|--|--|---|
|  | VB   | VM   | VA   | VMA   |
|  | < 25%  | 26 A 50 %  | 51 A 75%   | 76 A 100%   |
| Actividad económica                      | Alta productividad y recursos bien distribuidos. Productos para el comercio exterior o fuera de la localidad | Medianamente productiva y distribución regular de los recursos. Productos para el comercio interior, a nivel local | Escasamente productiva y distribución eficiente de los recursos. Productos para el autoconsumo | Sin productividad y nula distribución de recursos |
| Acceso al mercado laboral                | Oferta laboral > Demanda   | Oferta laboral = Demanda   | Oferta laboral < Demanda   | No hay oferta laboral                             |
| Nivel de ingresos                        | Alto nivel de ingresos   | Suficiente nivel de ingresos   | Nivel de ingresos que cubre necesidades básicas  | Ingresos menores para cubrir necesidades básicas  |
| Situación de pobreza o desarrollo humano | Población sin pobreza  | Población con menor porcentaje de pobreza  | Población con pobreza mediana  | Población con pobreza total o extrema             |

Fuente: INDECI (2006)

### **E. Vulnerabilidad ambiental.**

Según INAA (2013). Estimación de datos sobre la microcuenca, calidad de agua.

Según INDECI (2012). Es el grado de resistencia del medio natural y de los seres vivos que conforman un determinado ecosistema, ante la presencia de la variabilidad climática, como indica la Tabla 05:

**Tabla 5. Vulnerabilidad ambiental**

| VARIABLE                                 | NIVEL DE VULNERABILIDAD  |  |  |   |
|--|--|--|--|---|
|  | VB   | VM   | VA   | VMA   |
|  | < 25%  | 26 A 50 %  | 51 A 75%   | 76 A 100%   |
| Condiciones atmosféricas                 | Niveles de temperatura al promedio normales  | Niveles de temperatura ligeramente superiores al promedio normal   | Niveles de temperatura superiores al promedio normal   | Niveles de temperatura superiores estables al promedio normal   |
| Composición y calidad del aire y el agua | Sin ningún grado de contaminación  | Con un nivel moderado de contaminación   | Alto grado de contaminación  | Nivel de contaminación no apto  |
| Condiciones ecológicas                   | Conservación de los recursos naturales, crecimiento poblacional planificado, no se practica la deforestación y contaminación | Nivel moderado de explotación de los recursos naturales, ligero crecimiento de la población y del nivel de contaminación | Alto nivel de explotación de los recursos naturales, incremento de la población y del nivel de contaminación | Explotación indiscriminada de los recursos naturales, incremento de la población fuera de la planificación, deforestación y contaminación |

Fuente: INDECI (2006)

### 3.3.3. Resiliencia.

Según FAO (2015). La capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuesta a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones.

Según SANBASUR-COSUDE (2012). La capacidad con el cual una sociedad es capaz de auto-organizarse para aprender de desastre pasados, logrando una mejor protección en el futuro y mejorar las medidas que reduzcan los riesgos.

### 3.3.4. Riesgo.

Según FAO (2015). La combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas. Tales como muertes, lesiones, propiedad, medios de vida, interrupción de actividad económica o deterioro ambiental, como resultado de interacciones entre las amenazas naturales o antropogénicas y las condiciones de vulnerabilidad.

Según MEF (2015). Se define como probabilidad de que la unidad social o sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia del impacto de un peligro. El riesgo es función de un peligro o amenaza que tiene unas determinadas características y la vulnerabilidad de una unidad social (personas, familias, comunidad, sociedad), estructura física o actividad económica, a dicho peligro.

### 3.3.5. Estimación de riesgo.

#### 3.3.5.1. Definición

Según INAA (2013). Consiste en estimar las pérdidas probables para los diferentes eventos peligrosos posibles. Evaluar el riesgo es relacionar las amenazas y las vulnerabilidades con el fin de determinar las consecuencias sociales, económicas y ambientales de un determinado evento. Con una fórmula  $R = A * V$ , como se muestra en el cuadro:

**Tabla 6.** *Estimación de riesgo*

| NIVEL DE RIESGO       |              |              |              |              |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Amenaza</b>        | <b>Alto</b>  | <b>Alto</b>  | <b>Alto</b>  | <b>Medio</b> |
|                       | <b>Medio</b> | <b>Alto</b>  | <b>Medio</b> | <b>Medio</b> |
|                       | <b>Bajo</b>  | <b>Medio</b> | <b>Medio</b> | <b>Bajo</b>  |
|                       |              | <b>Alto</b>  | <b>Medio</b> | <b>Bajo</b>  |
| <b>VULNERABILIDAD</b> |              |              |              |              |

Fuente: INAA (2013)

Según INDECI (2012). Es un conjunto de acciones y procedimientos que se realizan en un determinado área geográfica, con el fin de levantar información sobre la identificación de los peligros naturales y/o tecnológicos y el análisis de las vulnerabilidades, para calcular el nivel de riesgo esperado (probabilidades de daños: pérdidas de vida e infraestructura).

Se evaluara en función del peligro (P) y la vulnerabilidad (V), a través de la fórmula siguiente:  $R = P * V$ .

**Tabla 7.** *Evaluación del peligro y vulnerabilidad*

|                         |                            |                             |                            |                                |
|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| <b>Peligro Muy Alto</b> | <b>Riesgo Alto</b>         | <b>Riesgo Alto</b>          | <b>Riesgo Muy Alto</b>     | <b>Riesgo Muy Alto</b>         |
| <b>Peligro Alto</b>     | <b>Riesgo Medio</b>        | <b>Riesgo Medio</b>         | <b>Riesgo Alto</b>         | <b>Riesgo Muy Alto</b>         |
| <b>Peligro Medio</b>    | <b>Riesgo Bajo</b>         | <b>Riesgo Medio</b>         | <b>Riesgo Medio</b>        | <b>Riesgo Alto</b>             |
| <b>Peligro Bajo</b>     | <b>Riesgo Bajo</b>         | <b>Riesgo Bajo</b>          | <b>Riesgo Medio</b>        | <b>Riesgo Alto</b>             |
|                         | <b>Vulnerabilidad Baja</b> | <b>Vulnerabilidad Media</b> | <b>Vulnerabilidad Alta</b> | <b>Vulnerabilidad Muy Alta</b> |

Fuente: INDECI (2006)

Leyenda: Riesgo Bajo (< de 25%)      Riesgo Medio (26% al 50%)  
 Riesgo Alto (51% al 75%)      Riesgo Muy Alto (76% al 100%)

### **3.3.6. Gestión del riesgo de desastres.**

#### **3.3.6.1. Definición**

Según Lozano (2011). Es un proceso social cuyo fin último es la prevención, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo ante situaciones de desastre, considerando las políticas nacionales con especial énfasis en aquellas relativas a materia económica, ambiental, de seguridad, defensa nacional y territorial de maneras sostenibles. Con la finalidad de proteger la vida de la población y el patrimonio.

#### **3.3.6.2. Componentes de la gestión del riesgo de desastres**

Según Lozano (2011). Los componentes de la gestión del riesgo de desastres son los siguientes:

Gestión Prospectiva (Prevención): Conjunto de acciones que se planifican y realizan con el fin de evitar y prevenir la conformación del riesgo a futuro.

Gestión correctiva (mitigación): Conjunto de acciones que se planifican y realizan con el objeto de corregir o mitigar el riesgo existente.

Gestión Reactiva: Conjunto de acciones y medidas destinadas a enfrentar los desastres ya sea por un peligro inminente o por la materialización del riesgo.

#### **3.3.6.3. Proceso de las gestión de riesgo de desastres**

Según Lozano (2011). Se logra mediante el planteamiento. Organización, dirección y control de las actividades y acciones relacionadas con los siguientes procesos:

Estimación del riesgo: Comprende las acciones y procedimientos que se realizan para generar el conocimiento de los peligros, vulnerabilidad y establecer nivel de riesgo que permita tomar decisiones.

Prevención del Riesgo: Comprende las acciones que se orientan a evitar la generación de nuevos riesgos en la sociedad en el contexto de la gestión del desarrollo sostenible.

Reducción del riesgo: Comprende las acciones que se realizan para reducir las vulnerabilidades y riesgos existentes en el contexto de la gestión del desarrollo sostenible.

Según Lozano (2011). Los componentes de la gestión del riesgo de desastres son los siguientes:

Gestión Prospectiva (Prevención): Conjunto de acciones que se planifican y realizan con el fin de evitar y prevenir la conformación del riesgo a futuro.

Gestión correctiva (mitigación): Conjunto de acciones que se planifican y realizan con el objeto de corregir o mitigar el riesgo existente.

Gestión Reactiva: Conjunto de acciones y medidas destinadas a enfrentar los desastres ya sea por un peligro inminente o por la materialización del riesgo.

Según Lozano (2011). Se logra mediante el planteamiento. Organización, dirección y control de las actividades y acciones relacionadas con los siguientes procesos:

Estimación del riesgo: Comprende las acciones y procedimientos que se realizan para generar el conocimiento de los peligros, vulnerabilidad y establecer nivel de riesgo que permita tomar decisiones.

Prevención del Riesgo: Comprende las acciones que se orientan a evitar la generación de nuevos riesgos en la sociedad en el contexto de la gestión del desarrollo sostenible.

Reducción del riesgo: Comprende las acciones que se realizan para reducir las vulnerabilidades y riesgos existentes en el contexto de la gestión del desarrollo sostenible.

### **3.4. Análisis de riesgo para proyectos de agua y saneamiento.**

#### **3.4.1. Análisis de peligros.**

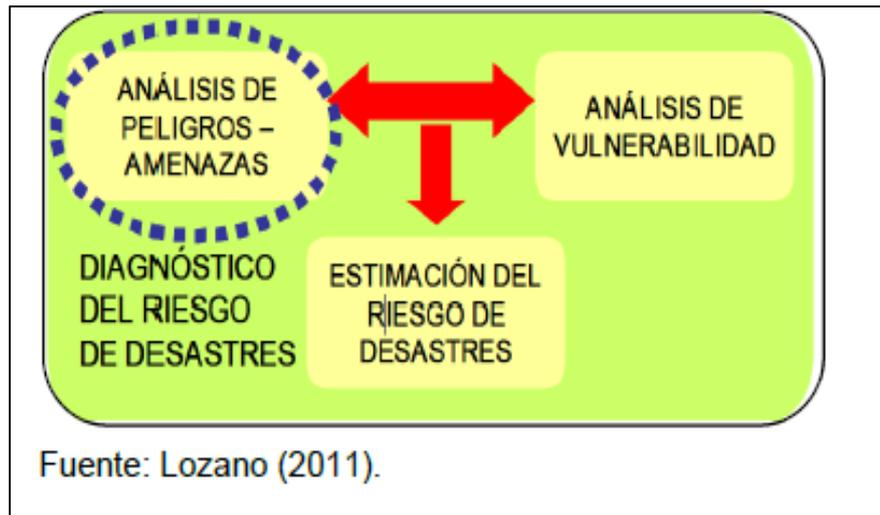
##### **3.4.1.1. Definición**

Según Lozano (2011). Describe y evalúa la probabilidad de nivel de ocurrencia de un fenómeno natural extremo en un determinado lugar, realizando identificación, zonificación de los peligros. Comprende lo siguiente:

Identificación del tipo de peligro en el ámbito de estudio.

Mapeo o Zonificación de los peligros.

Nivel de peligro.



*Figura 3:* Diagnóstico del riesgo de desastres

### 3.4.1.2. Evaluación del Peligro

Según SANBASUR – COSUDE (2012). El criterio es descriptivo se basa en realizar una matriz, para tal efecto se requiere antecedentes de los eventos naturales para determinar los niveles de probabilidad de ocurrencia del peligro.

**Tabla 8.** Calificación para la evaluación del peligro

| CALIFICACIÓN            | Rango AG            | Rango AP |
|-------------------------|---------------------|----------|
| <b>Peligro muy alto</b> | Alto = 3, Medio > 3 | Si > 2   |
| <b>Peligro alto</b>     | Alto = 2, Medio ≥ 3 | Si = 2   |
| <b>Peligro medio</b>    | Alto = 1, Medio = 2 | Si = 1   |
| <b>Peligro bajo</b>     | Alto = 0, Medio = 1 | Si = 0   |

Fuente: SANBASUR – COSUDE (2012)

### 3.4.2. Análisis de vulnerabilidad

#### 3.4.2.1. Definición

Según Lozano (2011). Es el análisis de todos los procesos para el diagnóstico del ámbito de intervención del plan que se elabora, en la medida que la vulnerabilidad depende de la forma como la población desarrolla sus actividades, las características de la infraestructura, los niveles de organización, etc. Comprende lo siguiente:

Identificar y analizar los factores que influyen en la vulnerabilidad:

Físico, operativo, social, económico, ambiental y otros.

Determinar el grado de vulnerabilidad.

### 3.4.2.2. Análisis de las capacidades de autoprotección de indicadores.

Según SANBASUR – COSUDE (2012). Identificada y analizara las vulnerabilidades a los que se está expuesto el proyecto. El criterio es descriptivo se basa en el uso de una matriz y será con una calificación.

**Tabla 9.** *Calificación para la evaluación de la vulnerabilidad*

| CALIFICACIÓN            | Rango               |
|-------------------------|---------------------|
| Vulnerabilidad muy alta | Entre 0.75 y 1.00   |
| Vulnerabilidad alta     | Entre 0.50 y < 0.75 |
| Vulnerabilidad media    | Entre 0.25 y < 0.50 |
| Vulnerabilidad baja     | Entre 0 y < 0.25    |

Fuente: SANBASUR – COSUDE (2012)

### 3.4.3. Análisis de resiliencia

#### 3.4.3.1. Definición

Según Lozano (2011). La capacidad de reaccionar con efectividad y rapidez a los efectos de los desastres.

#### 3.4.3.2. Evaluación de Resiliencia

Según SANBASUR – COSUDE (2012). Identificada y analizar la resiliencia donde está expuesto el proyecto y los factores determinantes como los impactos de peligros, condiciones de riesgo para el proyecto. Criterio descriptivo basado en el uso de una matriz y será con una calificación.

**Tabla 10.** *Calificación para la evaluación de la resiliencia*

| CALIFICACIÓN         | Rango  |
|----------------------|--------|
| Resiliencia muy alta | Si = 0 |
| Resiliencia alta     | Si = 1 |
| Resiliencia media    | Si = 2 |
| Resiliencia baja     | Si > 2 |

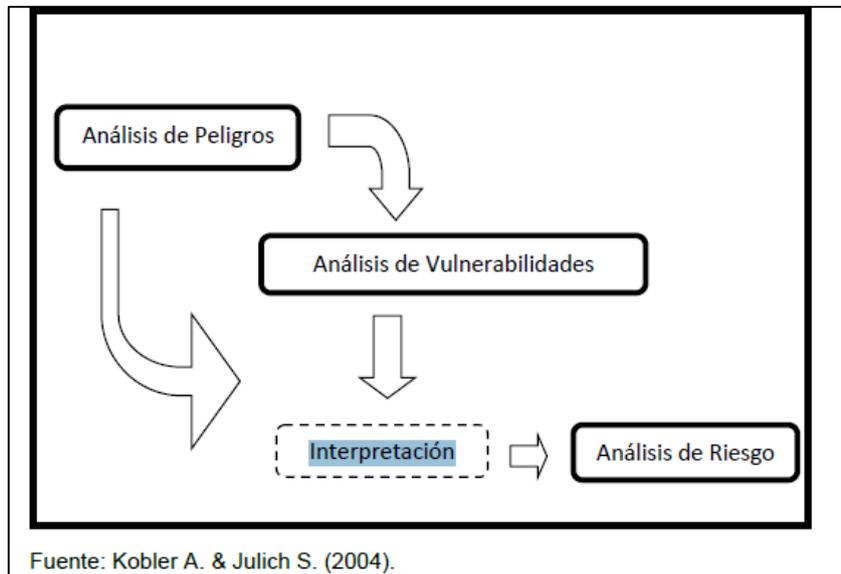
Fuente: SANBASUR – COSUDE (2012)

### 3.4.4. Análisis de riesgos

#### 3.4.4.1. Definición

Según Lozano (2011). Es un proceso de estimación de daños ocasionado por peligros naturales cuyo fin es la prevención, la reducción y el control

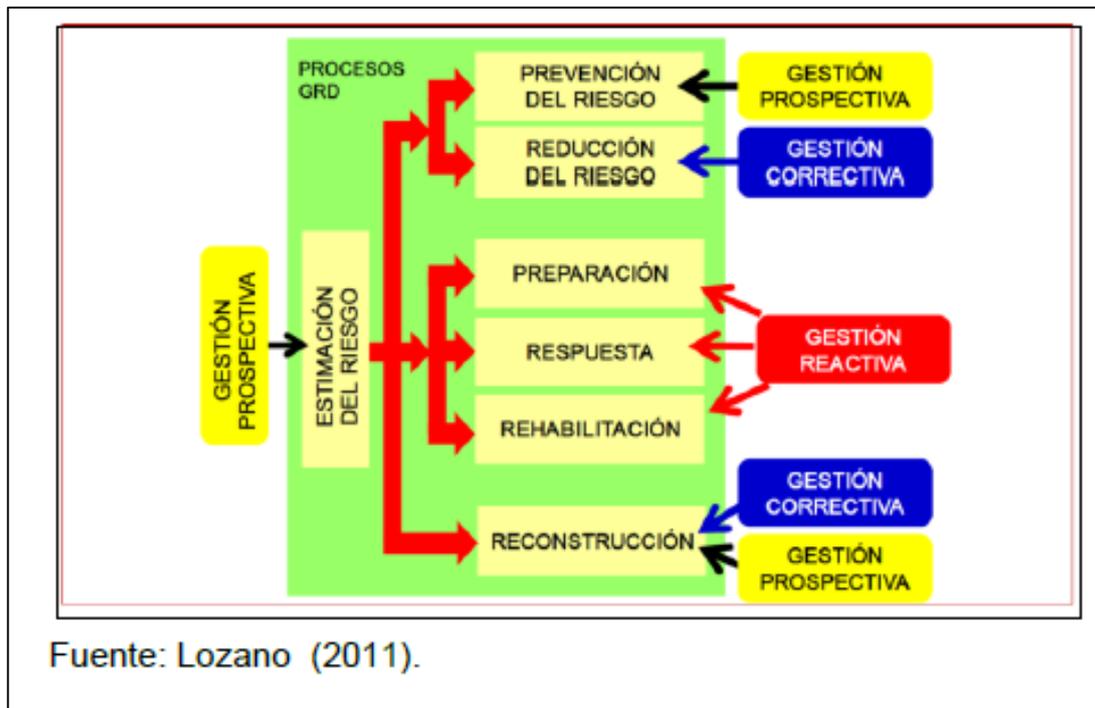
permanente de los factores de riesgo ante situaciones de desastre, con énfasis en materia económica, ambiental, de seguridad, defensa civil y territorial de manera sostenible.



**Figura 4:** Concepto de análisis de riesgo

### 3.4.4.2. Estimación de Riesgo

Según Lozano (2011). Se ha logrado mediante el planteamiento, organización, dirección y control de las actividades y acciones relacionadas con lo siguiente:



**Figura 5:** Relación entre componentes y procesos de GRD

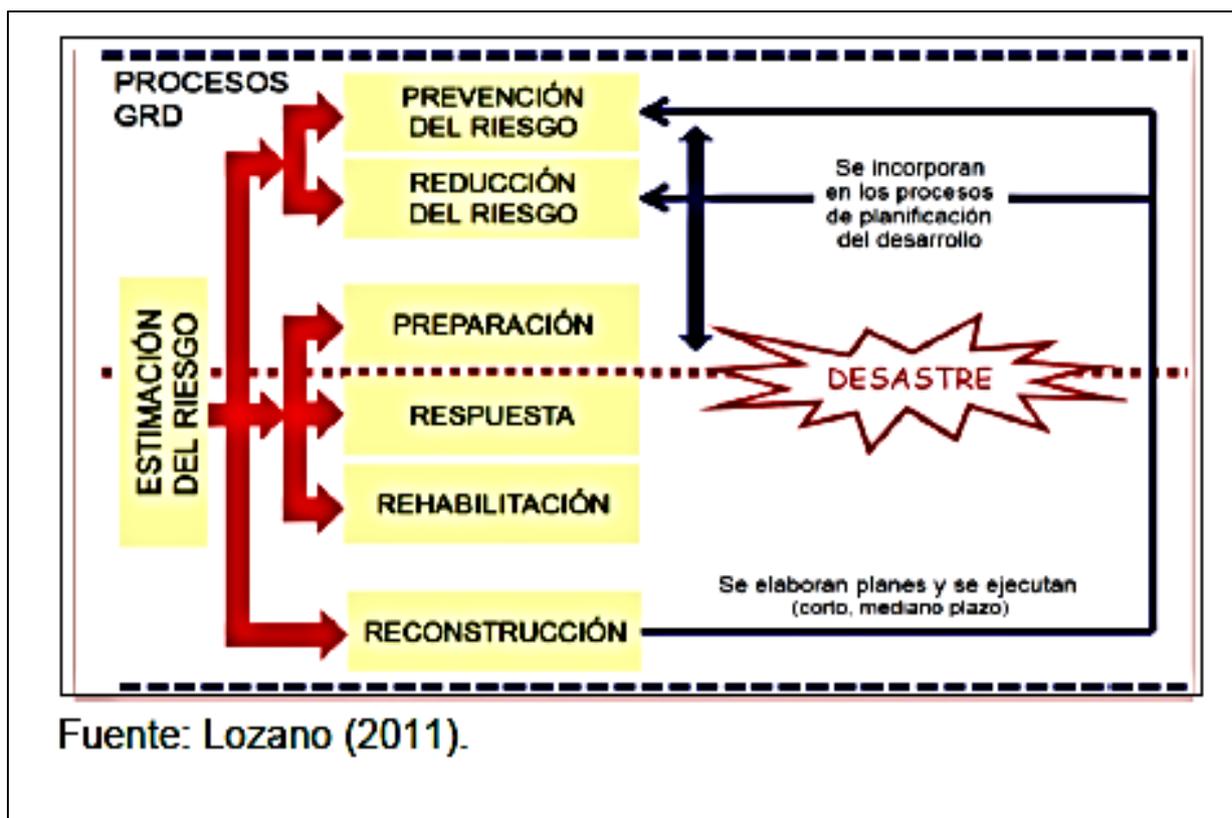


Figura 6: Procesos de GRD con relación a la ocurrencia de un desastre

Según SANBASUR – COSUDE (2012). Se procede a una evaluación conjunta para calcular el riesgo, es decir estimar la probabilidad de pérdidas y daños esperados (personas, bienes materiales, recursos económicos) ante la ocurrencia de un fenómeno de origen natural, antrópicos u otro. El criterio matemático, se basa en el uso de la ecuación siguiente:  $R=P \times V$

Dónde: R = Riesgo, P = Peligro o Amenaza y V = Vulnerabilidad

Tabla 11. Parámetros de evaluación del riesgo

|               |                 |              |              |                 |                 |
|---------------|-----------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|
| <b>RIESGO</b> | <b>Muy alto</b> | <b>Alto</b>  | <b>Alto</b>  | <b>Muy Alto</b> | <b>Muy Alto</b> |
|               | <b>Alto</b>     | <b>Medio</b> | <b>Medio</b> | <b>Alto</b>     | <b>Muy Alto</b> |
|               | <b>Medio</b>    | <b>Bajo</b>  | <b>Medio</b> | <b>Medio</b>    | <b>Alto</b>     |
|               | <b>Bajo</b>     | <b>Bajo</b>  | <b>Bajo</b>  | <b>Medio</b>    | <b>Alto</b>     |
|               | <b>P x V</b>    | <b>Bajo</b>  | <b>Medio</b> | <b>Alto</b>     | <b>Muy alto</b> |

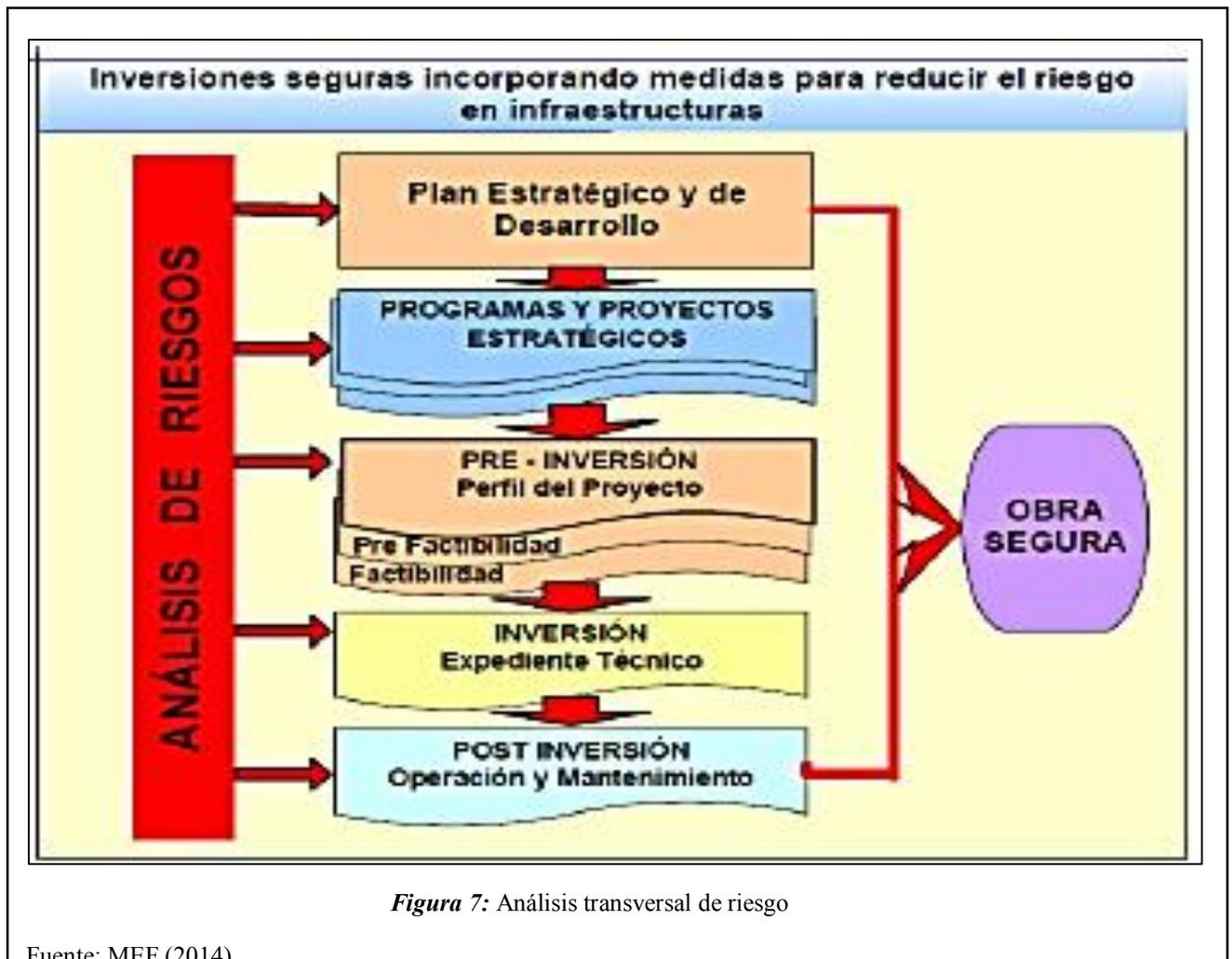
Fuente: SANBASUR – COSUDE (2012)

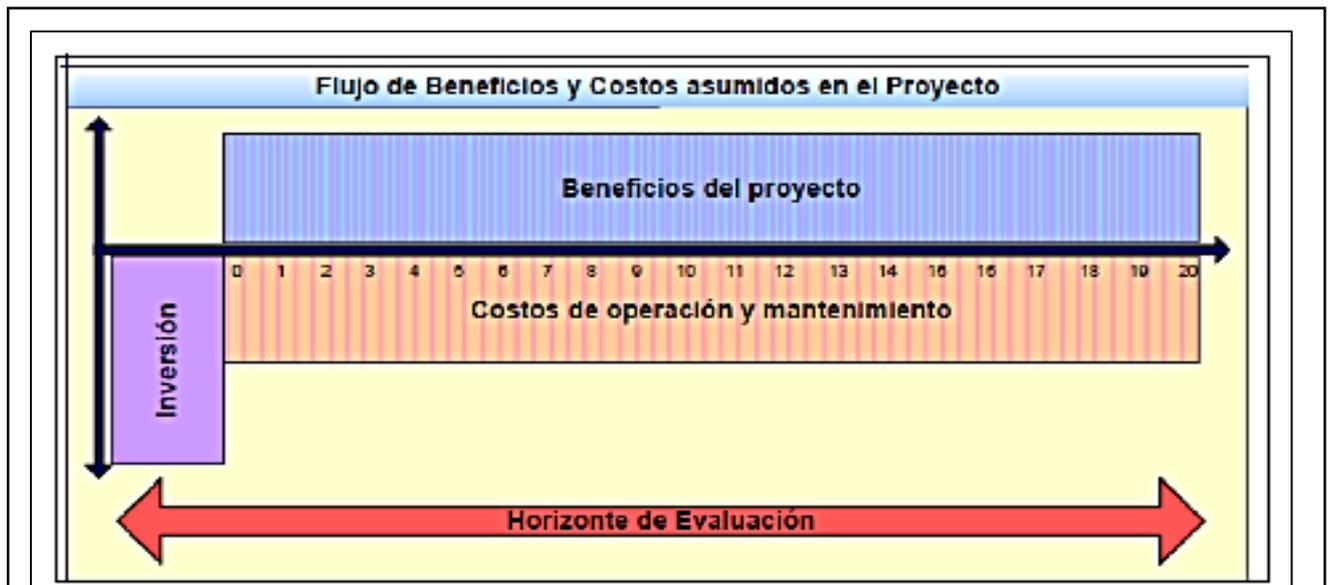
### 3.5. Incorporación del análisis de riesgos en proyectos de agua y saneamiento

Según MEF (2014). Se realiza desde los aspectos generales que definen el proyecto analizando la participación de las entidades involucradas y beneficiarios y sus

compromisos para gestionar el riesgo.

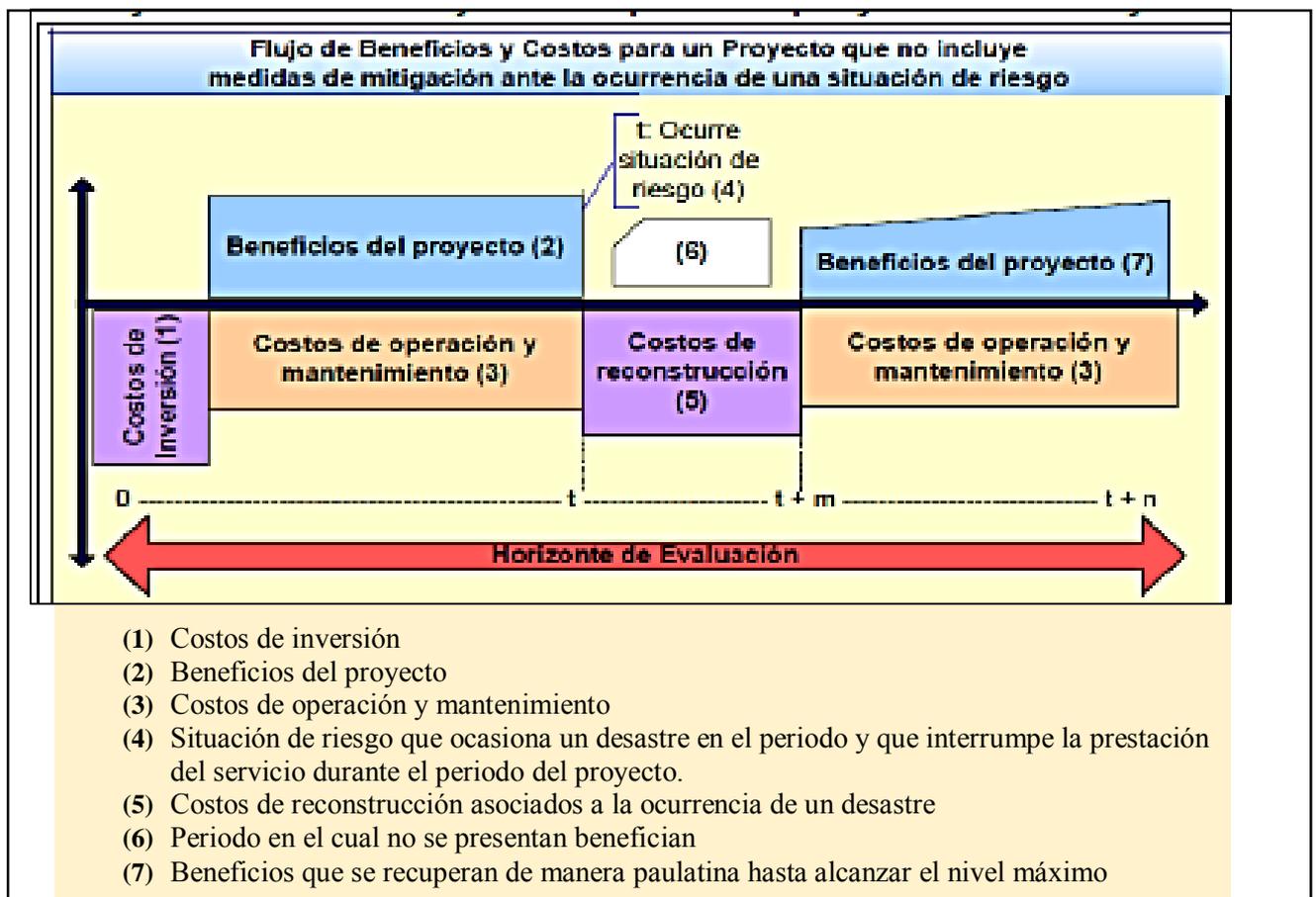
Realizar el diagnóstico del área de influencia, identifica el impacto producido por los desastres ocurridos, así mismo las vulnerabilidades en la situación sin proyecto, que determinan los riesgos y definir las alternativas que reducirían la vulnerabilidad.





**Figura 8:** Flujo de beneficios y costos asumidos para un proyecto sin análisis de riesgos

Fuente: MEF (2014)



- (1) Costos de inversión
- (2) Beneficios del proyecto
- (3) Costos de operación y mantenimiento
- (4) Situación de riesgo que ocasiona un desastre en el periodo y que interrumpe la prestación del servicio durante el periodo del proyecto.
- (5) Costos de reconstrucción asociados a la ocurrencia de un desastre
- (6) Periodo en el cual no se presentan beneficios
- (7) Beneficios que se recuperan de manera paulatina hasta alcanzar el nivel máximo

**Figura 9:** Flujo de beneficios y costos para un proyecto no incluye medidas de mitigación

Fuente: MEF (2014)

### 3.6. Importancia del análisis de riesgos en proyectos de agua y saneamiento

Según MEF (2015). Busca la asignación eficiente de recursos a los proyectos de mayor rentabilidad social, mejorando la calidad de la inversión propiciando la asignación de recursos acordes a las prioridades nacionales. Contemplando de manera integral el ciclo de vida de los proyectos, sobre todo en la etapa de pre inversión, implica la elaboración de estudios de perfil, pre-factibilidad y factibilidad hasta que los proyectos son ejecutados y entran en operación.

Se entiende por proyectos de agua potable y saneamiento a los recursos que destina el sector público para crear, incrementar, modernizar, reponer, reconstruir y mejorar la capacidad del país para producir bienes y servicios, con el propósito de incrementar el bienestar de la sociedad.

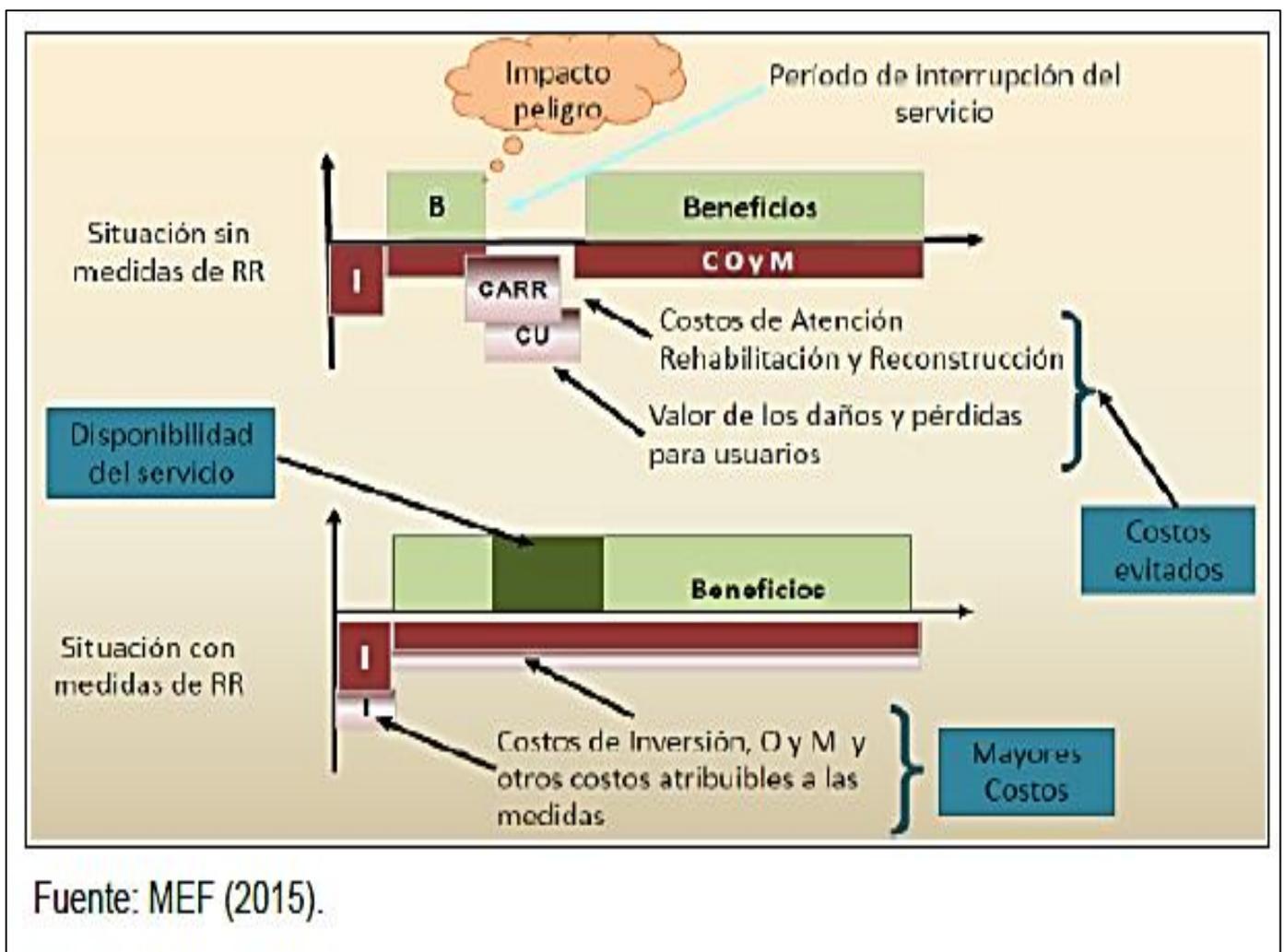


Figura 10: Comparación de la situación sin con medidas y con medidas de prevención

## **4.0. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **4.1.1. Métodos de Investigación**

**4.1.1.1. Deductivo:** Se refiere cuando se utiliza el razonamiento para obtener conclusiones generales para explicaciones generales, en este proyecto obtenemos conclusiones siguiendo los reglamentos dados para el sistema de Agua Potable y Alcantarillado. (Hernández Sampieri 2014, p. 260).

**4.1.1.2. Analítico:** En esta investigación se empleó este método ya que cada uno de los componentes se trabajaron individualmente ya sea el Sistema de Agua Potable y el Sistema de Saneamiento, los cuales son los servicios básicos que van de la mano para la sociedad, pero cada uno trabaja individualmente. (Hernández Sampieri 2014, p. 260)

**4.1.1.3. Sintético:** También se usó el método de síntesis ya que en la investigación se procedió de lo simple a lo complejo, de la causa a los efectos, de la parte al todo, de los principios a las consecuencias. (Hernández Sampieri 2014, p. 260).

#### **4.1.2. Técnica de recolección de datos**

**4.1.2.1. Análisis Documental:** Con esta técnica, se obtuvo información mediante el estudio de documentos que contenían datos, símbolos, procedimientos, etc. (Hernández Sampieri 2014, p. 260).

#### **4.1.3. Instrumentos de recolección de datos**

**4.1.3.1. Fichas y Formatos:** Se utilizará fichas, resumen, bibliográficos y formatos para ordenar la información.

La metodología utilizada para llevar a cabo el análisis riesgo y vulnerabilidad para el sistema de agua potable y alcantarillado en la Localidad El Arrozal, se realizó siguiendo los lineamientos establecidos por el PMI en la guía PMBOK 5ta edición. El análisis en general y las recomendaciones derivadas del análisis, garantizando la aplicabilidad.

**Tabla 12.**

*Formato de plan de análisis de riesgo*

|   | <b>Entrada</b>  | <b>Herramientas y técnicas</b>   | <b>Salidas</b>   |
|---|---|--|--|
| <b>1. Planificación</b>                 | <b>1. Plan de investigación</b><br>Planificación previa del estudio, objetivos, recursos.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de investigación.</li> <li>• Técnicas analíticas.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de investigación.</li> </ul>   |
| <b>2. Identificación</b>                | <b>2. Información y análisis</b><br>Información hidrológica, geológica, antecedentes de desastres naturales, socioeconómico y cultural de la zona donde se ubica la zona.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de documentos.</li> <li>• Técnicas de recopilación de información.</li> <li>• Observación directa.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de todas las información necesaria.</li> </ul>   |
| <b>3. Análisis cualitativo</b>          | <b>3. Análisis de los peligros.</b><br><b>4. Análisis de vulnerabilidad.</b><br>Antecedentes históricos sobre la infraestructura, descripción de las vulnerabilidades.<br><b>5. Análisis de riesgo.</b><br>Grado de riesgos para el sistema de agua potable y alcantarillado. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de peligros.</li> <li>• Evaluación de probabilidad de impacto del riesgo.</li> <li>• Matriz de peligros, vulnerabilidad, resiliencia y riesgos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matriz de peligros.</li> <li>• Matriz de vulnerabilidad.</li> <li>• Matriz de resiliencia.</li> <li>• Matriz de análisis de riesgos.</li> </ul> |
| <b>4. Planificación de la respuesta</b> | <b>6. Plan de reducción de riesgo.</b><br>Análisis de riesgos.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrategias de respuesta para la prevención y mitigación.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de prevención y mitigación.</li> </ul>   |

PMI (2013)

#### 4.1.2. Metodología para la evaluación cualitativa de los riesgos.

Identificación de los peligros, vulnerabilidades y el grado de riesgo, se debe determinar la importancia de cada uno de estos, es decidir cuáles serán sujetos de un análisis.

Esta importancia se asigna en base a un análisis cualitativo, donde el riesgo se le asigna una probabilidad de ocurrencia y un impacto en caso de ocurrir y con estas variables se le asigna un grado de riesgo

##### 4.1.2.1. Definiciones de evaluación

Identificado el peligros y vulnerabilidades presentes en el sistema de agua potable y alcantarillado, para evaluar el grado de riesgo con la siguiente formula:  $R = P * V$ , dónde:

P = Peligro o amenaza; V = Vulnerabilidad; R = Grado de riesgo

##### 4.1.2.2. Definición de impactos

El impacto define los posibles efectos sobre los objetivos de la investigación, es una forma cualitativa de medir importancia sobre la investigación. En el cuadro se muestra la clasificación asociada a cada impacto y la definición que representa cada categoría. A cada riesgo identificado debe asociársele una categoría de impacto.

**Tabla 13.** *Definición de impactos*

| <b>Impacto</b> | <b>Definición</b>  |
|----------------|--|
| Muy Alto       | Impacto crítico: Fallas en proyecto e incumplimiento de los requerimientos mínimos aceptables.                       |
| Alto           | Impacto serio: Incremento severo en costos y el tiempo, los requerimientos secundarios probablemente no se alcancen. |
| Medio          | Impacto moderado: Incremento moderado en costos y tiempos pero los requerimientos aún pueden lograrse.               |
| Bajo           | Impacto menor: Causa incrementos bajos en costos y tiempo.   |

Fuente: SANBASUR – COSUDE (2012)

**4.1.2.3. Calificación de los riesgos:** Como resultado del análisis cualitativo donde se considera el impacto, probabilidad y categoría, también se deben clasificar según la prioridad que debe dársele a su análisis y posterior atención. En el cuadro se enlistan los 4 tipos de clase en los que se puede clasificar el grado de riesgo.

**Tabla 14.** *Clasificación del riesgo*

| <b>Calificación</b> | <b>Sigla</b> |
|---------------------|--------------|
| <b>Muy Alto</b>     | <b>MA</b>    |
| <b>Alto</b>         | <b>A</b>     |
| <b>Medio</b>        | <b>M</b>     |
| <b>Bajo</b>         | <b>B</b>     |

Fuente: SANBASUR – COSUDE (2012)

#### **4.1.3. Plan de respuesta a los riesgos.**

El plan de respuesta a los riesgos, determina qué acciones deben tomarse para disminuir el riesgo; planificar medidas para prevenir o mitigar en planes no muy costosos para poderlos llevar a un grado satisfactorio o confiable.

##### **4.1.3.1 Estrategia de respuesta**

La respuesta de riesgo está en función a una serie de variables de peligro y vulnerabilidad del entorno asociado al proyecto. En las estrategias se puede mencionar la mitigación, la transferencia o la aceptación.

##### **4.1.3.2 Desarrollo del plan de respuesta**

Identificar el grado de riesgo, con las áreas afectadas, causas y posible afectación para su plan de mitigación y prevención.

- o Riesgo identificado, con su respectiva descripción.
- o Estrategias de respuesta acordadas.
- o Plan de prevención y mitigación.

#### 4.1.4. Matriz de análisis de peligros.

Registra los aspectos generales sobre la ocurrencia de peligros en la zona, utiliza como referencia los antecedentes de los desastres naturales que ocurrió en la zona.

**Tabla 15.** *Formato de matriz de análisis de peligros*

| <b>Amenaza o Peligro</b>                       | <b>Calificación</b> | <b>Observación</b> |
|--|---------------------|--------------------|
| a) Geofísica, geológicos e hidrometeorológicos |                     |                    |
| b) Antrópicos                                  |                     |                    |
| c) Otras amenazas                              |                     |                    |

Fuente: SANBASUR – COSUDE (2012)

Para obtener el nivel de peligro que está expuesto el sistema de agua potable y alcantarillado de la localidad El Arrozal, se utilizó para su calificación.

#### 4.1.5. Matriz de análisis de vulnerabilidad.

Consiste en analizar tipos de vulnerabilidades que puedan encontrarse en la zona de estudio:

**Tabla 16.** *Formato de matriz de análisis de vulnerabilidad*

| <b>Vulnerabilidad en Área/ Zona del Proyecto</b> | <b>Calificación</b> | <b>Observación</b> |
|--|---------------------|--------------------|
| 1. Vulnerabilidad física                         |                     |                    |
| 2. Vulnerabilidad política institucional         |                     |                    |
| 3. Vulnerabilidad operativa                      |                     |                    |
| 4. Vulnerabilidad socio cultural                 |                     |                    |
| 5. Vulnerabilidad económica                      |                     |                    |
| 6. Vulnerabilidad ambiental y de higiene         |                     |                    |

Fuente: SANBASUR – COSUDE (2012)

Para estimar el nivel de vulnerabilidad al que está expuesto el sistema de agua potable y alcantarillado de la localidad El Arrozal, se utilizó para su calificación.

**Tabla 17.** *Formato de estimación de grado de vulnerabilidad*

|    | <b>Factores</b>                       | <b>Calificación</b> | <b>Ponderación</b> | <b>Promedio</b> |
|----|---------------------------------------|---------------------|--------------------|-----------------|
| 1. | Vulnerabilidad física                 |                     |                    |                 |
| 2. | Vulnerabilidad política institucional |                     |                    |                 |
| 3. | Vulnerabilidad operativa              |                     |                    |                 |
| 4. | Vulnerabilidad socio cultural         |                     |                    |                 |
| 5. | Vulnerabilidad económica              |                     |                    |                 |
| 6. | Vulnerabilidad ambiental y de higiene |                     |                    |                 |
|    |                                       |                     | <b>100%</b>        |                 |

Fuente: SANBASUR – COSUDE (2012)

#### **4.1.6. Matriz análisis de resiliencia.**

Demostrara la capacidad de una ciudad expuesta a desastres de adaptarse mediante la resistencia o cambiando el orden para alcanzar o mantener un nivel de aceptable de funcionamiento y de estructura.

**Tabla 18.** *Formato de matriz de análisis de resiliencia*

|                                       | <b>Existe</b> | <b>Observación</b> |
|---------------------------------------|---------------|--------------------|
| a) Impacto de las amenazas o peligros |               |                    |
| b) Condiciones de riesgo              |               |                    |
| c) Aspectos complementarios           |               |                    |

Fuente: SANBASUR – COSUDE (2012)

Para obtener el nivel de resiliencia que tiene la localidad de El Arrozal donde está el sistema de agua potable y alcantarillado.

#### 4.1.7. Matriz de análisis de riesgo.

Demostrará el grado de riesgo que tiene que exponerse el sistema de agua potable de la localidad El Arrozal.

**Tabla 19.** *Formato de matriz de análisis de riesgo*

|                                 | <b>Existe</b> | <b>Observación</b> |
|---------------------------------|---------------|--------------------|
| a) Ubicación del proyecto       |               |                    |
| b) Comunidades y medios de vida |               |                    |
| c) Capacidad de resiliencia     |               |                    |

Fuente: SANBASUR – COSUDE (2012)

## **5.0. RESULTADOS**

### **5.1. Estudio de la población**

#### **5.1.1. Ubicación.**

El distrito de Salas, es un pequeño pueblo ubicado al norte del Perú, en la región Lambayeque, provincia de Lambayeque, siendo su ubicación geográfica 06° 09' 03" latitud Sur y 79° 42' 51" longitud Oeste, con un clima caluroso, dada su cercanía al Ecuador. Salas como Distrito se encuentra ubicado en: la parte central y oriental de la provincia de Lambayeque, retirado del mar y más cercano a los Andes, dentro de la región natural Chala. Sus límites son: al Norte y Oeste, con el distrito de Cañarís; al Este, con los de Incahuasi; al Sur, con los de Jayanca.

La localidad de Arrozal se encuentra ubicado al norte oeste de la ciudad de Salas a 55 Km, al norte de la ciudad de Chiclayo, capital del departamento de Lambayeque (ciudad de la Amistad). Entre las coordenadas UTM E: 642300.000 y N: 9323100.00.

Limitando de la siguiente manera:

Por el Norte: Con el caserío corral de piedra.

Por el Sur: Con la trocha carrozable Motupe-Colaya.

Por el Este: Con el caserío de Huaratara.

Por el Oeste: Con el centro Poblado de Colaya

Su relieve es accidentado con pendiente pronunciada, de tierras de alta calidad pero con agua insuficiente.

En la Localidad de Arrozal, se encuentra ubicado aproximadamente a una altura de 1450.00 m.s.n.m., en promedio.

La provincia abarca una superficie de 9 346,63 Km<sup>2</sup> (0.70% de la superficie total del país y 65.7% de la Región Lambayeque), siendo Olmos el distrito más grande, cuya superficie representa el 57% de la superficie provincial; luego están los distritos de Mórrope con un 11% y Salas con un 10.6% de la superficie provincial respectivamente.

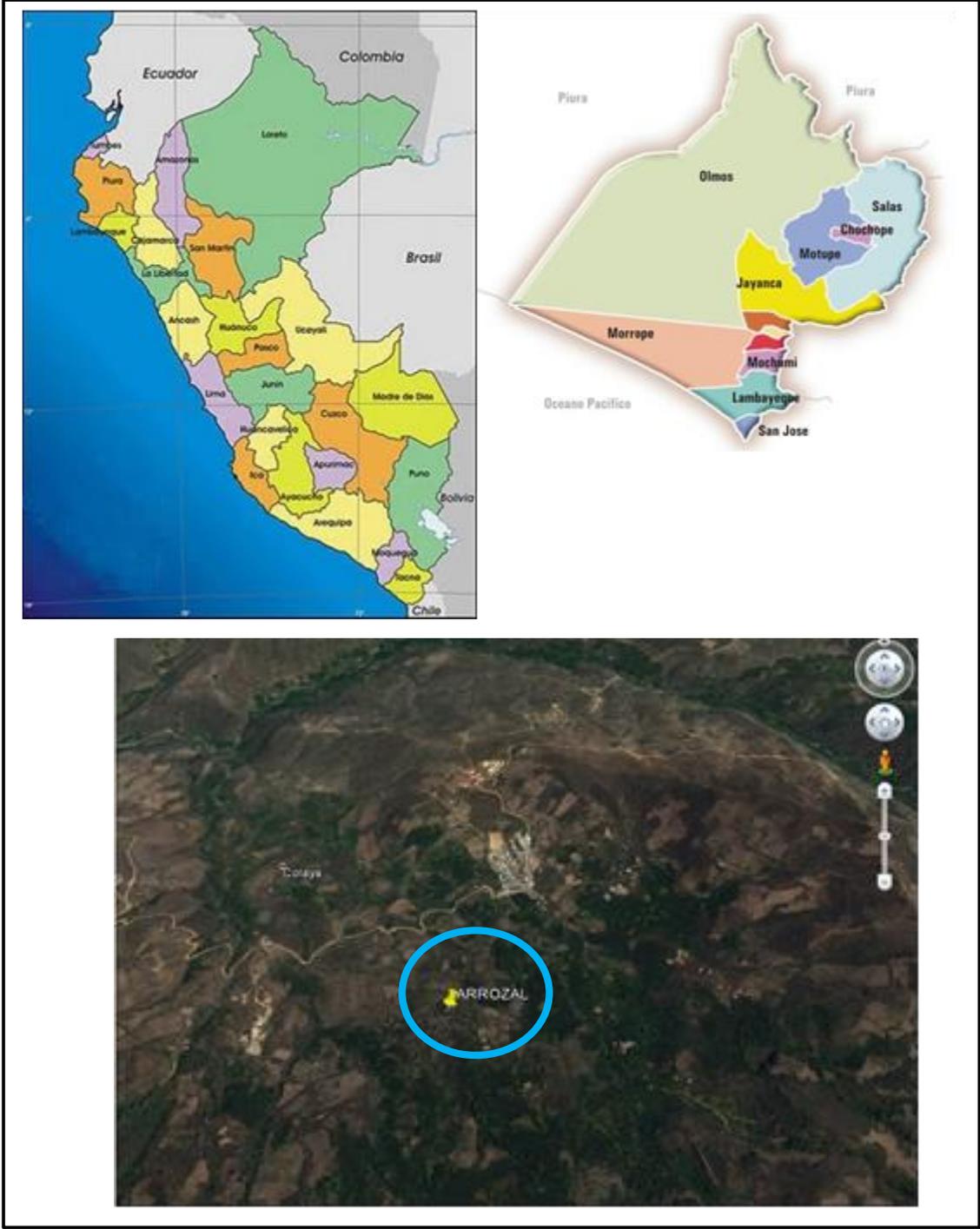


Figura 11: Ubicación del proyecto

### **5.1.2. Clima.**

El área de influencia del proyecto, presenta un clima que le corresponde a una zona de sierra, con fuertes precipitaciones pluviales entre diciembre y marzo y bajas temperaturas en períodos de invierno.

La temperatura en verano fluctúa según datos de la Estación Reque entre 25.59 °C (Dic) y 28.27° C (Feb), siendo la temperatura máxima anual de 28.27 °C., considerando la influencia de las demás estaciones); la temperatura mínima anual de 15.37°C, en el mes de Setiembre, con la influencia de las demás estaciones y con una temperatura media anual de 21°C.

Es cálido – seco, similar al clima de la ciudad de Salas. La Temperatura fluctúa: 35 °C máx. - 15°C min. (prom. = 25°C), casualmente, en épocas de sequilla y de altas temperaturas es cuando justamente se aprecian los incendios forestales, intencionales o naturales, que ocasionan grandes pérdidas en las zonas rurales de Salas. La humedad relativa varía entre el 55% y 60%; las precipitaciones pluviales son de 170 mm. Anuales, en época normales y mayor a 600 mm en épocas de fenómeno del niño.

### **5.1.3. Aspectos socio económicos de la zona de estudio y sus recursos potenciales.**

Las actividades económicas en las localidades son los ejes de desarrollo y sustento de una población en esta situación tan difícil que viene atravesando todas las zonas rurales del Perú.

La base económica de la población de la zona es la agricultura, la mayoría de la población se dedica a la agricultura, la misma que es complementada con la crianza de aves en menor escala y crianza de ganado vacuno.

Las principales actividades económicas que realizan los pobladores en la Localidad de arrozal, como actividad principal es la agrícola 91% y otras actividades 9%, seguida de la crianza de animales menores, los sembríos se caracterizan por campaña grande o de verano con cultivos temporales como el maíz, frutales; y la campaña chica o de invierno son dedicadas a cultivos de legumbres como frijoles.

#### **5.1.4. Vivienda**

Las viviendas están construidas en su mayoría con material de la zona, con paredes de adobe y techos de calamina, con la arquitectura típica del lugar. Predominándose en la mayoría la mala distribución.

En cuanto al caserío de Arrozal encontramos que el material de construcción predominante en la vivienda en un 100% es de adobe, y el techo corresponde a un 90% de calamina, en un 10% techo de barro y caña.

Por ser localidades rurales las viviendas son construidas de material rústico y de la zona, los que los hace vulnerables cuando se presentan cambios climatológicos. Las principales características de las viviendas del área de influencia del proyecto son construcciones rústicas cuyo material predominante es el adobe, demostrando esto la precariedad de los pobladores en la que se encuentran, es por eso se requiere la intervención directa del estado para poder mejorar su nivel de vida de cada uno de ellos.

#### **5.1.5. Servicios públicos.**

El acceso a los servicios básicos para la población es uno de los aspectos donde se evidencia la condición de atraso en que se vive en pleno Siglo XXI, en adelante se realiza un breve análisis del acceso a los servicios básicos fundamentales como es el agua potable y la electricidad, entre otros.

#### **5.1.6. Educación**

De acuerdo con la Unidad de Estadística Educativa del Ministerio de Educación, en la provincia de Lambayeque existen en total 652 instituciones educativas, ello incluye instituciones educativas de gestión pública y privada, y considera instituciones educativas de todos los niveles y modalidades hasta la educación superior no universitaria.

El distrito con mayor cantidad de instituciones educativas es Olmos, alcanzando el 25% del total, seguido de Lambayeque (13.8%), Mórrope (12.4%) y Salas (10.0%); los distritos con menor cantidad de instituciones educativas son Íllimo (3.7%), San José (3.2%) y Chóchope (0.8%).

### **5.1.7. Energía eléctrica**

La localidad del arrozal no cuenta con energía eléctrica.

### **5.1.8. Agua**

La fuente de agua es el manantial que abastece a la población a través de una acequia que recorre desde el manantial hasta cerca de las viviendas.

### **5.1.9. Desagüe**

No existe sistema de desagüe

El sistema de desagüe más utilizado en la localidad de estudio es el "Pozo ciego o negro/ letrina" pues está presente en casi la mitad de las viviendas; el resto "No tiene" ningún sistema, por lo tanto utiliza las chacras o cualquier lugar tanto para arrojar las aguas de la cocina o limpieza, como para realizar sus necesidades biológicas.

### **5.1.10. Vías de acceso al lugar del proyecto.**

Para llegar a la localidad de Arrozal, tomando como punto de partida la ciudad de Chiclayo se hace a través de la vía asfaltada panamericana hasta la ciudad de Lambayeque, de Lambayeque a Motupe a través de la vía asfaltada Fernando Belaunde Terry (Antigua Panamericana Norte) y a 55 km se encuentra la localidad El Arrozal a través de una trocha carrozable.

Carreteras:

De Chiclayo - Lambayeque, con 12 Km. Vía asfaltada.

De Lambayeque a Motupe, con 67 Km. Vía asfaltada.

De Motupe - Colaya, con 57 Km. Vía trocha carrozable.

De colaya – arrozal camino de herradura durante 30 minutos

Para la comunicación en la localidad, hay señal telefónica se comunican mediante celulares, el cual permite realizar comunicación a todo nivel (local, nacional, internacional).

Las principales vías que se llegan a la localidad se indican en la tabla siguiente:

**Tabla 20.***Vías de acceso a la zona del proyecto*

| <b>Desde</b> | <b>Hasta</b> | <b>Tipo de Vía</b>                  | <b>Medio de transporte</b> | <b>Distancia (Km)</b> | <b>Tiempo (minutos)</b> |
|--------------|--------------|-------------------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Chiclayo     | Lambayeque   | Asfaltada – Panamericana norte      | Vehículo motorizado        | 12                    | 10                      |
| Lambayeque   | Motupe       | Asfaltada – Fernando Belaunde Terry | Vehículo motorizado        | 67                    | 70                      |
| Motupe       | Colaya       | Trocha carrozable                   | Vehículo motorizado        | 57                    | 90                      |
| Colaya       | El Arrozal   | Camino de herradura                 | Acémila                    | 3                     | 30                      |

Fuente: Elaboración propia

**5.1.11. Topografía y tipo de suelo.****5.1.3.1. Topografía**

La mayor parte de la superficie de la región Lambayeque se localiza en la zona costera, excepto a lo correspondiente a los distritos de Kañaris, que se asienta en las elevaciones cordilleranas a una altitud superior a los 2000 m.s.n.m. e Inkahuasi que se ubica en la ceja de Selva flanco oriental de la cordillera.

Por el flanco oriental del departamento atraviesa de Norte a Sur la Cordillera de los Andes donde presenta las zonas de más baja altitud y donde los Andes se inclinan marcadamente al territorio costero.

La continuidad del desierto se ve alterada por la presencia de las estribaciones de la Cordillera de los Andes que dan al territorio una ligera inclinación de Este a Oeste, es decir, desde la cordillera en dirección al mar; y por la presencia de los lechos de ríos y valles, formados en los conos de deyección o contrafuertes de la Cordillera Occidental de los Andes.

Lambayeque comparte con Piura el desierto de Sechura, conformando la superficie más extensa de tierras áridas del Perú. La Pampa de Olmos se ubica al norte del departamento en la Provincia de Lambayeque y abarca más de la mitad del área total del departamento.

Su relieve es poco accidentado, relativamente llano, con pequeñas lomas y

planicies elevadas llamadas pampas, formadas por ríos extrazonales que nacen en los contrafuertes andinos. La zona de estudio presenta una topografía accidentada propia de la zona de sierra.

#### **5.1.3.2. Características del suelo**

La clasificación de suelos según su capacidad de uso mayor, se basa en información sobre las características morfológicas, físicas y químicas de los suelos así como de las condiciones ambientales en las que se han desarrollado.

Según su capacidad de uso mayor, los suelos del área de estudio se clasifican en cuatro grandes grupos: tierras para cultivo en limpio, tierras para reforestación, tierras para pasturas y tierras de protección, siendo estos dos últimos grupos los predominantes.

Los usos de los suelos en la zona de estudio se delinearón de acuerdo con el sistema de la Unión Geográfica Internacional (UGI), debido a su carácter internacional. En el área de estudio, las categorías de uso identificadas corresponden a terrenos con praderas naturales, terrenos con bosques (bosques, matorrales), terrenos con vegetación cultivada y terrenos sin uso y/o improductivos, siendo la categoría principal la que corresponde a los terrenos con pradera naturales.

En la zona de estudio, predomina un suelo en su mayoría arcilloso y franco arcilloso, el suelo es estable.

Los suelos se caracterizan por presentar una superficie conformada por lomas, pampas y planicies de tierra árida. Ciertas áreas están cubiertas por ligera vegetación arbórea y arbustiva; y, en época de lluvias, el suelo también se cubre de hierbas.

La textura predominante de los suelos es ligera del tipo arenoso con tendencia franco arenoso y arena franca a una mayor profundidad. El análisis de las muestras revela suelos de reacción neutra, cuyo pH de 7.40 en promedio, favoreciendo en un alto porcentaje la absorción de macro y micro elementos. Los resultados de laboratorio presentan un nivel bajo de sales solubles y cuya conductividad eléctrica fluctúa entre 0.20 a 2.05 mmhos/cm, lo que permite instalar una gran variedad de cultivos.

**Tabla 21.**

*Instituciones educativas en los Distritos de la Provincia de Lambayeque por nivel y modalidad educativa*

| Distrito               | Total IE   | Inicial - Jardín | Primaria Menores | Primaria Adultos | Secundaria Menores | Secundaria Adultos | Educación Especial | Centros Educación Ocupacional | Institutos Superiores |
|------------------------|------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|-----------------------|
| <b>Total Provincia</b> | <b>652</b> | <b>120</b>       | <b>379</b>       | <b>13</b>        | <b>93</b>          | <b>15</b>          | <b>1</b>           | <b>21</b>                     | <b>10</b>             |
| <b>Lambayeque</b>      | 90         | 26               | 31               | 4                | 12                 | 4                  | 1                  | 9                             | 3                     |
| <b>Chóchope</b>        | 5          | 2                | 2                | 0                | 1                  | 0                  | 0                  | 0                             | 0                     |
| <b>Illimo</b>          | 24         | 5                | 10               | 1                | 4                  | 1                  | 0                  | 1                             | 2                     |
| <b>Jayanca</b>         | 38         | 9                | 20               | 1                | 6                  | 1                  | 0                  | 1                             | 0                     |
| <b>Mochumi</b>         | 46         | 9                | 26               | 1                | 8                  | 1                  | 0                  | 1                             | 0                     |
| <b>Mórrope</b>         | 81         | 19               | 49               | 0                | 11                 | 0                  | 0                  | 2                             | 0                     |
| <b>Motupe</b>          | 64         | 7                | 36               | 2                | 12                 | 2                  | 0                  | 2                             | 3                     |
| <b>Olmos</b>           | 163        | 21               | 114              | 3                | 20                 | 2                  | 0                  | 2                             | 1                     |
| <b>Pacora</b>          | 21         | 2                | 15               | 0                | 2                  | 1                  | 0                  | 1                             | 0                     |
| <b>Salas</b>           | 65         | 10               | 47               | 0                | 7                  | 1                  | 0                  | 0                             | 0                     |
| <b>San José</b>        | 21         | 5                | 11               | 0                | 3                  | 1                  | 0                  | 1                             | 0                     |
| <b>Túcume</b>          | 34         | 5                | 18               | 1                | 7                  | 1                  | 0                  | 1                             | 1                     |

Fuente: Municipalidad Provincial de Salas

Existe un bajo porcentaje de analfabetismo en la población, existiendo varios centros educativos primarios, y poco a poco se va dando igualdad de oportunidades tanto a varones como a las mujeres para estudiar.

Siendo las Instituciones Educativas un medio importante para lograr el aprendizaje de todos los niños, adolescentes y adultos; en la Localidad de arrozal no existe ninguna Institución Educativa, por lo que los alumnos asisten a l centro poblado de colaya.

### **5.1.12. Situación del sistema de agua potable y alcantarillado**

#### **A. Situación del servicio**

##### **Servicios de Saneamiento**

La población de la Comunidad El Arrozal no cuenta con los servicios básicos de Agua Potable en buen estado, ni Saneamiento básico, por lo cual la carencia de agua es alarmante puesto que por falta de agua no pueden vivir en la zona habitable.

##### **Servicios de Salud**

Las autoridades locales mencionan que no se realizan análisis de agua por falta de presupuesto. Se tiene conocimiento que el agua no es tratada adecuadamente y esporádicamente se clarifica utilizando el cloro en los reservorios, pero esta actividad no se realiza constantemente.

#### **B. Situación de la infraestructura**

##### **Captación**

Existe actualmente una captación. Se tiene el ojo manantial de agua con un volumen de 1.25 Lit/seg.

##### **Línea de conducción**

Existe línea de conducción en mal estado.

##### **Reservorio**

Existe estructura para el almacenamiento y regulación del volumen de agua, pero en condiciones no óptimas.

##### **Línea de aducción y redes de distribución**

No tiene dichas redes de distribución en buen estado.

##### **Conexiones domiciliarias**

No cuenta con conexión domiciliaria en buen estado.

### **5.1.13. Diagnóstico situacional del servicio de saneamiento.**

#### **A. Situación del servicio**

No cuenta con la cobertura del servicio de agua potable en buen estado y saneamiento (100%), esto hace que las enfermedades infecciosas tenga una importancia de prevalencia en la localidad, la salud de los lugareños se ve

desquebrajada debido a las inadecuadas prácticas de higiene por parte de la población, que trae consigo enfermedades que afectan principalmente a los niños del lugar y esta a su vez influye directamente en la economía de los hogares, al destinar más recursos económicos en la compra de medicamentos lo cual deteriora la calidad de vida de cada familia de la localidad

## **B. Situación de la infraestructura**

### **Redes colectoras**

No cuenta con redes colectoras en buen estado.

### **Buzones de red colectoras**

No cuenta con buzones de red colectora adecuados.

### **Conexiones Domiciliarias**

Existen actualmente 137 usuarios de familias sin el servicio de saneamiento.

### **Red emisor**

No tiene.

### **Otros**

No cuenta con ningún tipo de servicio de saneamiento.

## **C. Diagnóstico de la operación y mantenimiento**

Para la operación del sistema de agua potable, está como responsable la Municipalidad distrital de Salas, y se encarga de verificar la captación del agua, coordina para la limpieza de los reservorios.

Para el mantenimiento de los sistemas de agua potable y saneamiento, no se cuentan con procedimientos establecidos formalmente. En caso de necesitarse reparaciones o intervenciones en los sistemas de agua y saneamiento, se recurrirá a la municipalidad.

## **5.2. Plan de análisis de riesgo**

### **5.2.1. Identificación de los interesados, sus roles y responsabilidades.**

Se han identificado a todos los interesados en el proyecto los cuales se describen a continuación:

Área técnica distrital, es una oficina que pertenece a la Municipalidad Distrital de Salas, encargado de la operación y mantenimiento para un servicio eficaz y cuenta con un técnico que da asistencia técnica a la JASS de los centros poblados de su jurisdicción,.

Pobladores de la localidad El Arrozal.

Dirección de Infraestructura de Desarrollo Urbano y rural.

Defensa Civil, área encargada de la prevención y mitigación ante algunos desastres naturales.

### **5.2.2. Planificación de actividades desarrolladas.**

Para conseguir los objetivos establecidos, la secuencia realizada y planificada es la siguiente:

**Tabla 22.** *Plan de análisis de riesgo*

| <b>Actividad</b>  | <b>Fuente de información</b>   | <b>Aplicación</b>   |
|---|--|---|
| <b>1. Plan de investigación</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Plan de investigación.</li> </ul>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Gabinete</li> </ul>  |
| Planificación previa del estudio, objetivos, recursos.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Técnicas analíticas.</li> </ul>                         |   |
| <b>2. Información y análisis</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Planos para trabajo de campo.</li> </ul>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Visita a la localidad El Arrozal</li> </ul>                    |
| Información hidrológica, geológica, antecedentes de desastres naturales e información socioeconómica y cultural de la zona donde se ubica el sistema. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio hidrológico.</li> </ul>                         |   |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio geológico.</li> </ul>                           |   |
| Identificación de los peligros geofísicos, geológicos e hidrometeorológicos, antrópicos, otras amenazas.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Observación directa.</li> </ul>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Gabinete para elaborar la matriz de peligros.</li> </ul>       |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio Hidrológico de la zona de estudio.</li> </ul>   |   |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Antecedentes de desastres naturales.</li> </ul>         |   |
| <b>3. Análisis de los peligros.</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Observación directa.</li> </ul>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Gabinete para elaborar la matriz de vulnerabilidad.</li> </ul> |
| Identificación de los peligros geofísicos, geológicos e hidrometeorológicos, antrópicos, otras amenazas.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Matriz.</li> </ul>                                      |   |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Planos.</li> </ul>                                      |   |
| <b>4. Análisis de la vulnerabilidad.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Expediente técnico y observaciones directas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Gabinete para elaborar la matriz de riesgos.</li> </ul>        |
| Antecedentes históricos sobre la infraestructura.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Matriz.</li> </ul>                                      |   |
| Descripción del sistema de saneamiento.   |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Gabinete para elaborar el plan.</li> </ul>                     |
| Descripción de los tipos de vulnerabilidades del sistema de saneamiento.  |  |   |
| <b>5. Análisis del riesgo.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Matriz.</li> </ul>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Gabinete para elaborar el plan.</li> </ul>                     |
| Descripción del grado de riesgo a que se está sometido el sistema de saneamiento.   |  |   |
| <b>6. Plan de reducción de riesgo.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Plan de prevención y mitigación.</li> </ul>             |   |

Fuente: PMI (2013)

### 5.3. Identificación del peligro, vulnerabilidad y riesgo

#### 5.3.1. Análisis de peligros.

Consiste en identificar los peligros naturales y antrópicas que podrían darse en un espacio y en un tiempo determinado, con suficiente magnitud para producir daños físicos, económicos y ambientales en proyectos de agua y saneamiento.

**Tabla 23.** Matriz de análisis de peligro

| Descripción  | Calificación | Observaciones   |
|--|--------------|---|
| <b>A) Geofísicos, geológicos e hidrometeorológicos</b> |              |   |
| Deslizamientos, derrumbes o caída de bloques           | Alto         | Los desplazamientos son lentos y progresivos con una gran masa de tierra y piedras de las laderas de un cerro debido a la fuerte pendiente, presencia de fallas geológicas y ocurrencias de sismos.     |
| Heladas y granizadas                                   | Bajo         |   |
| Huaycos  | Medio        | Flujo muy rápido de aguas turbias, lodo, cargados de piedras, maleza y/o árboles que se desplazan a lo largo de un cauce definido de quebradas o riachuelos.  |
| Inundación   | Medio        | Emplazamiento paulatino o violento de las aguas en cantidades abundantes sobre una superficie determinante.   |
| Lluvias torrenciales y ventarrones                     | Alto         | A partir del mes de Noviembre prolongándose hasta Marzo.  |
| Sequías  | Bajo         |   |
| Sismos y/o terremotos                                  | Bajo         |   |
| <b>B) Antrópicos</b>                                   |              |   |
| Contaminación ambiental                                | Medio        | No cuenta con relleno sanitario, la mayoría de la población vota la basura a las riveras del río, en algunos casos son llevados a zonas donde hay casas pero dejadas a la intemperie en plenas laderas. |
| Contaminación por agroquímicos                         | Bajo         |   |
| Deforestación excesiva                                 | Bajo         |   |

|   |       |  |
|---|-------|--|
| Erosión por actividades mineras o en canteras           | Bajo  |  |
| Incendios forestales                                    | Medio |  |
| <b>C) Otras amenazas</b>                                |       |  |
| Delincuencia y vandalismo                               | Bajo  |  |
| <b>El proyecto o sus componentes están expuestos a:</b> |       |  |
| Huaycos y/o avalanchas                                  | NO    |  |
| Laderas con suelos inestables                           | SI    |  |
| Las fuentes de agua son susceptibles a sequias          | NO    |  |
| Nivel freático alto o zonas de inundación               | NO    |  |
| Pendientes de taludes mayores a 45°                     | SI    | Los cerros que rodean la localidad son de pendientes mayores a 45° |
| Zonas de contaminación ambiental                        | NO    |  |

Se realiza el conteo de las respuestas utilizando 02 criterios:

**Tabla 24.** Resultado del análisis del peligro

|                              | Valores | Conteo | Calificación        |
|------------------------------|---------|--------|---------------------|
| <b>Amenazas Generales</b>    | Alto    | 2      | <b>PELIGRO ALTO</b> |
|                              | Medio   | 3      |                     |
|                              | Bajo    | 8      |                     |
| <b>Amenazas Particulares</b> | SI      | 2      | <b>PELIGRO ALTO</b> |
|                              | No      | 4      |                     |

Fuente: SANBASUR – COSUDE (2012).

**Tabla 8.** Calificación para la evaluación del peligro

| CALIFICACIÓN            | Rango AG            | Rango AP |
|-------------------------|---------------------|----------|
| <b>Peligro muy alto</b> | Alto = 3, Medio > 3 | Si > 2   |
| <b>Peligro alto</b>     | Alto = 2, Medio ≥ 3 | Si = 2   |
| <b>Peligro medio</b>    | Alto = 1, Medio = 2 | Si = 1   |
| <b>Peligro bajo</b>     | Alto = 0, Medio = 1 | Si = 0   |

Fuente: SANBASUR – COSUDE (2012)

### Interpretación

Según análisis, el sistema de agua potable y alcantarillado de la localidad El Arrozal se expondrá a un nivel de peligro alto, de acuerdo al rango del cuadro N° 08. La presencia de amenazas generales como lluvias torrenciales (A partir del mes de Noviembre prolongándose hasta Marzo), posiblemente esto generaría áreas de deslizamiento leves con fuertes pendientes por los cerros que rodean la ciudad, áreas inundables.

### 5.3.2. Análisis de vulnerabilidad.

Tabla 25. Matriz de análisis de vulnerabilidad

| Vulnerabilidad en el área/zona del proyecto | Calificación         | Observación  |
|---|----------------------|--|
| 1. Vulnerabilidad física                    | Vulnerabilidad Media | Se identificaron zonas vulnerables en la captación y red de distribución   |
| 2. Vulnerabilidad política institucional    | Vulnerabilidad Media | Insuficientes recursos financieros para obras de mitigación/prevención de desastres en agua y saneamiento                            |
| 3. Vulnerabilidad operativa                 | Vulnerabilidad Media | La cuota para el servicio de administración, operación y mantenimiento no es suficiente.   |
| 4. Vulnerabilidad socio cultural            | Vulnerabilidad Media | Falta de participación, coordinación y organización entre la población e instituciones frente a la prevención de desastres naturales |
| 5. Vulnerabilidad económica                 | Vulnerabilidad Media | nivel de pobreza, analfabetismo y nivel de desempleo bajos   |
| 6. Vulnerabilidad ambiental y de higiene    | Vulnerabilidad Media | Desinterés en la implementación de acciones de conservación y cuidado del medio ambiente de la población e instituciones.            |

Fuente: SANBASUR – COSUDE (2012)

**Tabla 26.** *Estimación del grado de vulnerabilidad*

| Descripción                              | Factores    | Calificación                | Ponderación   | Promedio     |
|--|-------------|-----------------------------|---------------|--------------|
| 1. Vulnerabilidad física                 | 0.3         | Vulnerabilidad Media        | 12.66         | 3.80         |
| 2. Vulnerabilidad política institucional | 0.44        | Vulnerabilidad Media        | 18.57         | 8.17         |
| 3. Vulnerabilidad operativa              | 0.3         | Vulnerabilidad Media        | 12.66         | 3.80         |
| 4. Vulnerabilidad socio cultural         | 0.42        | Vulnerabilidad Media        | 17.72         | 7.44         |
| 5. Vulnerabilidad económica              | 0.5         | Vulnerabilidad Media        | 21.10         | 10.55        |
| 6. Vulnerabilidad ambiental y de higiene | 0.41        | Vulnerabilidad Media        | 17.30         | 7.09         |
| <b>TOTAL</b>                             | <b>2.37</b> | <b>Vulnerabilidad Media</b> | <b>100.00</b> | <b>40.85</b> |

Podemos observar que el promedio total se encuentra entre el rango:  $0.25 < 40.85 < 0.50$ , que califica una vulnerabilidad medio, según el Tabla N° 09.

**Tabla 9.** *Calificación para la evaluación de la vulnerabilidad*

| <b>CALIFICACIÓN</b>            | <b>Rango</b>                  |
|--------------------------------|-------------------------------|
| <b>Vulnerabilidad muy alta</b> | <b>Entre 0.75 y 1.00</b>      |
| <b>Vulnerabilidad alta</b>     | <b>Entre 0.50 y &lt; 0.75</b> |
| <b>Vulnerabilidad media</b>    | <b>Entre 0.25 y &lt; 0.50</b> |
| <b>Vulnerabilidad baja</b>     | <b>Entre 0 y &lt; 0.25</b>    |

Fuente: SANBASUR – COSUDE (2012)

### **5.3.3. Análisis de resiliencia.**

Se identifica la capacidad de la sociedad de auto organizarse para aprender de desastres pasados, logrando protección, medidas.

**Tabla 27. Matriz de análisis de resiliencia**

| Descripción                        |  | Existe | Observaciones |
|------------------------------------|--|--------|---------------|
| <b>a) Impacto de las amenazas</b>  |  |        |               |
| 1                                  | Las amenazas identificadas en el proyecto tienen un impacto significativo sobre el proyecto  | No     |               |
| 2                                  | Los componentes del proyecto se verán afectados y/o destruidos, interrumpiendo el suministro del servicio                            | No     |               |
| 3                                  | La seguridad de las personas, sus condiciones de salud y acceso a servicios de agua y saneamiento se verán limitados.                | No     |               |
| 4                                  | Los recursos naturales correspondientes al suelo y agua en caso de presentarse alguna amenaza serán afectados.                       | No     |               |
| <b>b) Condiciones de riesgo</b>    |  |        |               |
| 5                                  | La sensibilidad general sobre las amenazas y riesgos en el área es mínima  | No     |               |
| 6                                  | Los procedimientos probados de alerta temprana y evacuación son deficientes o no existen   | No     |               |
| 7                                  | El vínculo entre la localidad, comités de agua/JASS y las instituciones afines al sector son débiles                                 | No     |               |
| 8                                  | La capacidad técnica y de gestión en la localidad, para administración, operación y mantenimiento es limitada.                       | No     |               |
| 9                                  | Los estudios técnicos en gestión de riesgos (amenazas, vulnerabilidades) en la localidad son insuficientes                           | No     |               |
| <b>c) Aspectos complementarios</b> |  |        |               |
| 10                                 | Inexistencia de planes de respuesta ante desastres por parte de las autoridades comunales y locales.                                 | Si     |               |
| 11                                 | Existen conflictos sociales por la tenencia de tierras y libre disponibilidad del recurso hídrico                                    | No     |               |
| 12                                 | La localidad carece de herramientas y almacenes con materiales para realizar la rehabilitación inmediata de los componentes dañados. | Si     |               |
| 13                                 | La localidad carece de capacidades técnicas y adiestramiento para realizar las reparaciones y reposición del sistema afectado.       | No     |               |

Fuente: SANBASUR – COSUDE (2012).

**Tabla 10. Calificación para la evaluación de la resiliencia**

| CALIFICACIÓN                | Rango            |
|-----------------------------|------------------|
| <b>Resiliencia muy alta</b> | <b>Si = 0</b>    |
| <b>Resiliencia alta</b>     | <b>Si = 1</b>    |
| <b>Resiliencia media</b>    | <b>Si = 2</b>    |
| <b>Resiliencia baja</b>     | <b>Si &gt; 2</b> |

Fuente: SANBASUR – COSUDE (2012)

Se obtiene un rango de resiliencia medio, de acuerdo a la Tabla 10, indicando que la localidad El Arrozal tiene capacidad para afrontar desastres naturales.

**Tabla 28. Matriz de análisis de riesgo**

| Descripción                            |   | Existe      | Observaciones |
|--|---|-------------|---------------|
| <b>a) Ubicación del proyecto</b>       |   |             |               |
| 1                                      | Contribuye la erosión o pérdida de estabilidad del suelo, debido al emplazamiento de alguno de sus componentes o mal diseño                 | No          |               |
| 2                                      | Aumenta la susceptibilidad a la sequía de las fuentes de agua, por sobreexplotación de acuíferos o fuentes superficiales                    | No          |               |
| 3                                      | Afecta en la calidad de la fuente de agua o favorece su contaminación   | No          |               |
| 4                                      | Incrementa la probabilidad de inundaciones debido a trabajos de encauzamiento aguas arriba de la zona de captación durante la construcción  | No          |               |
| 5                                      | Propicia la ocurrencia de huaycos y derrumbes   | No          |               |
| <b>b) Comunidades y medios de vida</b> |   |             |               |
| 6                                      | Afecta el funcionamiento o causa daños a otras obras de infraestructura existentes en la zona   | No          |               |
| 7                                      | Causa problemas de salud a la población usuaria o de zonas aledañas al proyecto   | No          |               |
| 8                                      | Contribuye a la generación de conflictos sociales dentro y fuera de la localidad  | No          |               |
| 9                                      | Genera impactos negativos adicionales sobre recursos naturales y ambientales  | No          |               |
| 10                                     | El proyecto en operación no respeta mantener un caudal ambiental (demanda de agua necesaria en la microcuenca)                              | No          |               |
| 11                                     | Influye sobre el comportamiento de la flora y fauna de la zona en gran medida   | No          |               |
| <b>c) Capacidad de resiliencia</b>     |   |             |               |
| 12                                     | Va en contra de la legislación vigente sobre uso del agua y suelo y contradice las estrategias de trabajo en saneamiento ambiental básico   | No          |               |
| 13                                     | La capacidad comunitaria para la gestión del proyecto (operación y mantenimiento), no es compatible con la tecnología del sistema propuesto | No          |               |
| 14                                     | Los costos por administración, operación y mantenimiento son mayores a la capacidad de pago de la localidad                                 | Si          |               |
| <b>Generan Riesgo</b>                  |   | <b>1.00</b> |               |

Fuente: SANBASUR – COSUDE (2012).

Se verifica la existencia de riesgo mediante criterios de ubicación de la comunidad, medios de vida y capacidad de resiliencia donde se encuentra el sistema de agua potable y alcantarillado. Se tiene como resultado SI=1, para su calificación de acuerdo al cuadro siguiente que está en el rango de riesgo medio.

**Tabla 29.** *Criterio de evaluación del riesgo*

| <b>Calificación</b>    | <b>Rango</b> |
|------------------------|--------------|
| <b>Riesgo muy alto</b> | Si > 2       |
| <b>Riesgo alto</b>     | Si = 2       |
| <b>Riesgo medio</b>    | Si = 1       |
| <b>Riesgo bajo</b>     | Si = 0       |

Fuente: SANBASUR – COSUDE (2012)

### **Interpretación**

De acuerdo al resultado y contrarrestando según la ecuación: peligro \* vulnerabilidad, indica un nivel de riesgo medio.

#### **5.4. Evaluación cualitativa**

A diferencia de una evaluación cuantitativa, se trata de una valoración realizada a través de las características que tienen como base un escenario de amenazas y generalmente está asociado a una calificación de los riesgos que utiliza como parámetros cualidades como alto, medio o bajo.

El sistema de agua potable y alcantarillado está expuesto a un nivel de riesgo medio, por esta razón se identifica cada evento según el peligro natural y vulnerabilidades presentes en la zona, para saber su impacto, probabilidad y categoría.

Se identifica los riesgos de acuerdo a los eventos presentes en la zona; su categoría se divide en muy alto representado por el color rojo, alto representado por el color naranja, medio indicado con el color amarillo, bajo representado con el color verde y muy bajo con un color verde claro, como se observa:

**Tabla 30. Identificación de eventos**

| N° | Evento   | Impacto | Probabilidad | Categoría |
|----|--|---------|--------------|-----------|
|    | <b>Peligros</b>  |         |              |           |
| 1  | Deslizamiento, derrumbes o caídas de bloques.  | ALTO    | MEDIO        | ALTO      |
| 2  | Inundación.  | MEDIO   | MEDIO        | MEDIO     |
| 3  | Lluvias Torrenciales.  | ALTO    | MEDIO        | ALTO      |
| 4  | Contaminación Ambiental.   | MEDIO   | MEDIO        | MEDIO     |
|    | <b>Vulnerabilidad</b>  |         |              |           |
| 1  | Según criterios de ubicación, calidad de material y daños probables está la captación, red de distribución, conexiones domiciliarias y red colectora de desagüe. | MEDIO   | MEDIO        | MEDIO     |
| 2  | Insuficientes recursos financieros para obras de mitigación/prevención para agua y saneamiento.  | MEDIO   | MEDIO        | MEDIO     |
| 3  | La tarifa de pago para la administración, operación y mantenimiento son insuficientes para cubrir con el servicio  | MEDIO   | MEDIO        | MEDIO     |
| 4  | Desinterés de participación comunitaria e institucional para prevenir desastres naturales.   | MEDIO   | MEDIO        | MEDIO     |
| 5  | El nivel de pobreza, analfabetismo y desempleo.  | MEDIO   | MEDIO        | MEDIO     |
| 6  | Desinterés en la implementación de acciones de conservación y cuidado del medio ambiente.  | MEDIO   | MEDIO        | MEDIO     |

Fuente: Parraguéz (2019)

Se encuentra en un rango medio de impacto moderado producirá costos y tiempos para su recuperación, pueden ser afrontados como se organice la Municipalidad Provincial de Salas.

## 6.0. CONCLUSIONES

1. El sistema de agua potable y alcantarillado de la localidad El Arrozal está expuesto a variables independientes:

El peligro indica que la infraestructura está expuesta a un peligro alto y la vulnerabilidad media.

Los peligros geofísicos, geológicos e hidrometeorológicos identificados son los deslizamientos lentos y progresivos con una gran masa de tierra y piedras, heladas y granizadas con poca incidencia, huaycos de flujo muy rápido de aguas turbias, lodo, cargados de piedras, maleza y/o árboles que se desplazan a lo largo de un cauce definido de quebradas o riachuelos, inundaciones con emplazamiento paulatino de las aguas en cantidades abundantes sobre una superficie determinante, lluvias torrenciales y ventarrones a partir del mes de Noviembre prolongándose hasta Marzo. Los peligros antrópicos hallados fueron la contaminación ambiental ya que el sistema no cuenta con relleno sanitario, contaminación por agroquímicos, deforestación excesiva con menor influencia, la erosión por actividades mineras o en canteras, incendios forestales. Así como otras amenazas como la delincuencia y vandalismo, en menor grado.

Las vulnerabilidades identificadas fueron los insuficientes recursos financieros para obras de mitigación/prevenición de desastres en agua y saneamiento, la cuota para el servicio de administración, operación y mantenimiento no es suficiente, falta de participación, coordinación y organización entre la población e instituciones frente a la prevención de desastres naturales, nivel de pobreza, analfabetismo y nivel de desempleo bajos, desinterés en la implementación de acciones de conservación y cuidado del medio ambiente de la población e instituciones.

El análisis de riesgo y vulnerabilidad para el sistema de agua potable y alcantarillado de la localidad El Arrozal está expuesto a un riesgo medio y la verificación según la fórmula:  $\text{Riesgo} = \text{peligro} * \text{vulnerabilidad}$  con el resultado de las variables. La localidad El Arrozal está con un nivel de resiliencia medio con una capacidad de auto organizarse.

2. La metodología utilizada para llevar a cabo el análisis riesgo y vulnerabilidad para el sistema de agua potable y alcantarillado en la Localidad El Arrozal, se realizó siguiendo los lineamientos establecidos por el PMI en la guía PMBOK 5ta edición. El análisis en general y las recomendaciones derivadas del análisis, garantizando la aplicabilidad.
3. Como plan de respuesta de riesgos tenemos que mejorar las capacidades de los autores analizados, definiendo roles, manejo de instrumentos y padrones actualizados de recursos humanos y logísticos, instalar servicios de agua y saneamiento alternativos, formular e implementar un Plan de Contingencia. Todo esto teniendo como guía a la Tabla 28 “Matriz de análisis del riesgo”, tomada de la metodología PMBOK 5ta edición.

## **7.0. RECOMENDACIONES**

- 1.** A las JASS la incorporación de las medidas de reducción de riesgo identificado, debe contribuir a evaluar las pérdidas probables que se generarían ante la ocurrencia de la situación de riesgo y por lo tanto permitirá estimar los beneficios de la prevención. Con el uso y el paso del tiempo, los sistemas de agua y alcantarillado se desgastan y dañan. Por eso es necesario que los municipios locales, provinciales y regionales desarrollen programas de renovación de tuberías, equipos de mantenimientos y otros elementos del sistema y garanticen la calidad del servicio.
- 2.** Es conveniente que la municipalidad de Salas, realice la planificación de ordenamiento territorial, como base para la elaboración de planes operativos y concertados. Procurar que este enfoque registre en su estructura conceptual y técnica el estudio y análisis del riesgo ambiental relacionado a la forma de uso y ocupación del territorio.
- 3.** A la Municipalidad Distrital de Salas realizar capacitación de educación sanitaria a la población y a su personal técnico, elaborar e implementar un plan de educación sanitaria en reducción de riesgo de desastres, planificar simulacros y talleres de sensibilización, contar con un plan de atención de emergencia que considere servicios alternativos de agua y saneamiento, propiciar que se incluyan obras de mitigación y/o prevención en los presupuestos participativos, realizar estudios de control y monitoreo de registro de caudales de la captación utilizada, en coordinación con la Autoridad Local del Agua, forestar e incrementar la cobertura vegetal del sitio, elevar el nivel topográfico con rellenos, instalar coberturas con pendientes a las captaciones, realizar drenajes, concientizar a la población de dar la cuota mensual para cubrir los costos de operación y mantenimiento.

## 8.0. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ CENEPRED. (2014). Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales (2da. Ed.). *Dirección norma y lineamiento*, Lima, Perú, 245 pág.
- ✓ Castillo, V. F. (2015). *Evaluación de la calidad del agua de consumo humano en la población de la Localidad de Mórrope – Distrito de Mórrope – Departamento de Lambayeque en el periodo de Febrero 2015 – Agosto 2015*. (Tesis Ingenieril). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias, Escuela Profesional de Ingeniería Química.
- ✓ Curtihuanca (2017). *Análisis de riesgo y vulnerabilidad para el sistema de agua potable y alcantarillado de la localidad de Sandía – Provincia de Sandía – Puno*. (Tesis de grado). Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería Agrícola, Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola.
- ✓ ENDES (2015). Perú: *Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2015*. Lima: INEI.
- ✓ FAO. (2015). *Análisis de sistema de gestión del riesgo de desastres, 4ta edición, publicaciones de medio ambiente, cambio climático y bioenergía*, Italia, 116 pág.
- ✓ Frausto M.O. (2014). *Monitoreo de riesgo y desastre asociados a fenómenos hidrometeorológico y cambio climático* (1ra. Ed.), Universidad de Quintana Roo, México, 92 pág.
- ✓ Gavilanes, V. P. (2018). *Efectos por la incorporación de los servicios de agua potable y saneamiento en la regeneración de barrios. Caso de estudio: parroquia de Calderón*. (Tesis Maestral). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Arquitectura, Quito, Ecuador. pp. 3. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/14853>
- ✓ Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación Científica*. México DF: McGraw Hill.
- ✓ INDECI (2012). *Manual básico para la estimación del riesgo* (versión 06), publicado por INDECI, Lima, Perú. 65 pág.
- ✓ INDECI (2006). *Manual básico para la estimación del riesgo – La directiva de normas para la programación y ejecución*, (1ra. Ed.). Publicado por INDECI, Lima, Perú. 85 pág.

- ✓ INAA (2013). *Guía para la reducción de la vulnerabilidad en sistemas de agua potable y saneamiento*, 2da edición, editoriales Ltda., Nicaragua, 37 pág.
- ✓ López, C. A. (2014). *Diseño de las redes de agua potable y alcantarillado del CP. San Nicolás -Distrito de Zaña - provincia de Chiclayo - Región Lambayeque*. (Tesis de Grado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú. pp. 5. Recuperado de: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/101>
- ✓ Lozano C.O. (2011). *Guía metodológica para incorporar la gestión del riesgo de desastres en la planificación del desarrollo*, 1ra. edición, publicado por agencia Suiza para el desarrollo y la cooperación, Lima, Perú, 114 pág.
- ✓ MCLCP. (2012). *La Gestión del riesgo de desastres en la planificación por resultados*, 2da edición, editorial Cecosami, Lima, Perú, 130 pág.
- ✓ MEF. (2014). *Guía general para identificación, formulación y evaluación Social de proyectos de inversión pública, a nivel de perfil*, 1ra edición, imprenta Exituno S.A., Lima, Perú, 315 pág.
- ✓ MEF. (2015). *Pautas metodológicas para la incorporación del análisis del riesgo de desastres en los proyectos de inversión pública*, 1ra edición, impresión Comunicas S.A.C, Lima, Perú, 97 pág.
- ✓ MEF. (2014). *Conceptos asociados a la gestión de riesgo en un contexto de cambio climático: aporte en apoyo de la inversión público para el desarrollo sostenible*, 1ra edición, Lima, Perú, 83 pág.
- ✓ MEF. (2015). *Línea de base sobre la gestión de riesgo y la adaptación al cambio climático en la inversión pública*, Lima, Perú, 85 pág.
- ✓ MVCS. (2013). *Guía de orientación para la elaboración de expedientes técnicos de proyectos de saneamiento*, Lima, Perú. 56 pág.
- ✓ PREDES. (2013). *Plan de evacuación ante inundación*, edición OXFAM GB, Puno, Perú, 23 pág.
- ✓ PMI. (2013). *Guía de los fundamentos para la Dirección de Proyectos -guía de PMBOK*, 5ta Edición, PMI Publications, Newtown Square, EE.UU, 596 pág.
- ✓ R.N.E. (2014). *II.3 Obras de saneamiento, OS. 010 captación y conducción de agua para consumo humano*, Lima, Perú. 439 pág.

- ✓ SANBASUR–COSUDE. (2012). Herramienta para integrar la reducción del riesgo de desastres en proyectos de agua y saneamiento rural, 2da edición, editorial LUCERO S.A.C., Cusco, Lima, 48 pág.
- ✓ Sánchez, N. P. (2013). *Propuesta para mejorar la eficiencia y eficacia en la empresa sistemas de agua potable Quelle S.A.* (Tesis Ingenieril). Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Económicas, Escuela de Estadística y Finanzas, Carrera de Finanzas. pp. xviii. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1833>
- ✓ Santillana S.A. (2015). Historia, geografía y económica 3, 1era edición, editorial Santillana, Lima, Perú, 319 pág.
- ✓ Sotelo (2016). *El impacto del acceso a los servicios de agua y saneamiento sobre la desnutrición crónica infantil: evidencia del Perú.* (Tesis de grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias Sociales, Carrera Profesional de Economía.