

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ECONÓMICA Y CIENCIAS SOCIALES

SECCIÓN DE POST GRADO

MAESTRÍA EN PROYECTOS DE INVERSIÓN



**RIESGO Y VULNERABILIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS DE
AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO: CASO PROYECTO MEJORAMIENTO DEL
SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE OXAPAMPA.**

TESIS

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN PROYECTOS DE INVERSIÓN**

**ELABORADO POR:
ECONOMISTA VILMA SALINAS CASTRO
INGENIERA INDUSTRIAL MARITZA RUTH VENTURA ROSAS**

**LIMA, PERÚ
2,010**

DEDICATORIA:

A Dios, quien ha permitido que la sabiduría dirija y guíe mis pasos.

A la memoria de mi difunto padre Lendicio y a mi abnegada madre Angélica, quienes han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante, buscando siempre el mejor camino.

A Ladislao, por ser un gran compañero, apoyo y esposo.

A Christian Pierre y Lizbeth Fiorella, mis hijos, fuente de inspiración para la realización de la presente tesis, por su paciencia, por su comprensión y por haber sufrido las consecuencias de mi desatención por lo estudios de la maestría. Los incito a mantener una visión de éxito en sus vidas, mediante el estudio continuo.

A mis hermanos: Miriam Angélica, Lendicio Raúl, Ángel Adolfo, Lila Elisa y Jesús Walter, por contribuir a la unidad familiar que nuestros padres siempre han fomentado.

Vilma

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han fortalecido.

A mis queridos padres Feliciano y Maruja, por su comprensión, consejos y apoyo. Me han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor.

Para mis adoradas hermanas Judy y Miriam y para mi querido hermano Marco. Por su paciencia, comprensión y amor, porque siempre he contado con ellos para todo, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido.

Maritza

RECONOCIMIENTO.

En esta página queremos expresar nuestro profundo reconocimiento, a nuestros distinguidos profesores de la Maestría en Proyectos de Inversión, de la Universidad Nacional de Ingeniería, cuyos conocimientos impartidos han orientado nuestra labor profesional.

Nuestro reconocimiento al asesor de tesis y a los distinguidos miembros del jurado calificador, por compartir sus experiencias y por los consejos recibidos para el desarrollo y culminación de la tesis y que finalmente han podido valorar el esfuerzo realizado en su elaboración.

ÍNDICE

	<u>Pág.</u>
ÍNDICE.	iv
RESUMEN.	001
INTRODUCCIÓN.	002
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	
1.1 Descripción de la realidad problemática.	005
1.2 Formulación del problema.	017
1.2.1 Problema principal.	017
1.2.2 Problemas secundarios.	018
1.3 Objetivos de la investigación.	018
1.3.1 Objetivo principal.	018
1.3.2 Objetivos secundarios.	019
1.4 Formulación de hipótesis.	019
1.4.1 Hipótesis principal.	019
1.4.2 Hipótesis secundarios.	019
1.5 Operacionalización de variables.	020
1.6 Justificación e importancia de la investigación.	021
1.6.1 Justificación.	021
1.6.2 Importancia.	023
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.	
2.1 Antecedentes.	024
2.2 Bases teóricas.	025
2.2.1 Enfoques del riesgo.	025
2.2.2 Óptica de la investigación.	043
2.2.3 Riesgo ambiental en el Perú.	057
2.2.4 La vulnerabilidad en el Perú.	091
2.2.5 Incorporación de análisis de riesgo en los PIP.	098
2.3 Definiciones conceptuales.	103
CAPÍTULO III. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.	

3.1	Diseño metodológico.	109
3.1.1	Determinación del método.	109
3.1.2	Tipo de investigación.	109
3.1.3	Diseño de investigación.	110
3.1.4	Unidad de análisis.	111
3.2	Población y muestra.	112
3.2.1	Población.	112
3.2.2	Muestra.	112
3.3	Técnicas de recolección y análisis de datos.	112
3.3.1	Técnicas.	112
3.3.2	Instrumentos.	113
3.4	Pasos para la aplicación metodológica.	122
CAPÍTULO IV. APLICACIÓN METODOLÓGICA.		
4.1	Situación de riesgo y vulnerabilidad de la infraestructura de agua potable y saneamiento básico en el entorno nacional.	123
4.2	Aplicación metodológica – Análisis de riesgo en el proyecto de mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado de Oxapampa.	137
4.2.1	Caracterización general del distrito de Oxapampa.	139
4.2.2	Caracterización espacial del distrito de Oxapampa.	150
4.2.3	Situación del sistema de agua potable y alcantarillado.	158
4.2.4	Análisis de vulnerabilidad del sistema.	182
4.2.5	Análisis del peligro del sistema.	192
4.2.6	Riesgo del sistema de agua.	199
4.2.7	Evaluación del proyecto de mejoramiento de agua potable y alcantarillado de Oxapampa incorporando el análisis de riesgo.	206
CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS.		210
CONCLUSIONES.		217
RECOMENDACIONES.		224

FUENTES DE INFORMACIÓN	227.
ANEXOS.	232
Anexo 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.	233
Anexo 2: PASOS METODOLÓGICOS PARA LA REALIZACIÓN DE UN ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL SOBRE LA INFRAESTRUCTURA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL DISTRITO DE OXAPAMPA, PROVINCIA DE OXAPAMPA, REGION PASCO	235
Anexo 3: MATRIZ DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDADES Y RIESGOS UTILIZADOS PARA LA CONSULTA TÉCNICA.	238
Anexo 4: SISTEMA DE AGUA POTABLE.	243
Anexo 5: FICHA TÉCNICA 1: CUENCAS	245
Anexo 6: MATRIZ DE LOS EFECTOS GENERADOS SEGÚN ÁMBITO POR TIPO DE PELIGROS NATURALES.	246

Índice de cuadros.**Pág.**

Cuadro N° 01	Terremotos en el Perú 1921 – 2001.	064
Cuadro N° 02	Efectos de las precipitaciones generalizadas 1999.	078
Cuadro N° 03	Coberturas urbanas (% población) y mortalidad infantil (N° / 1000).	129
Cuadro N° 04	Municipios y población en los países andinos.	131
Cuadro N° 05	Cobertura y demanda potencial de agua y saneamiento en el área rural.	131
Cuadro N° 06	Nivel de sostenibilidad de los sistemas de agua y saneamiento.	133
Cuadro N° 07	Características del sistema de agua potable según región geográfica.	135
Cuadro N° 08	Problemas de administración en los servicios de las pequeñas y medianas ciudades.	136
Cuadro N° 09	Precipitaciones pluviales años 1985- 1992.	144
Cuadro N° 10	Registro de temperatura 1985 – 1992.	145
Cuadro N° 11	Registro de evaporación 1985 – 1992.	146

Índice de matrices.**Pág.**

Matriz N° 01	Evaluación de peligros.	113
Matriz N° 02	Impacto del peligro.	114
Matriz N° 03	Significación de los peligros.	114
Matriz N° 04	Vulnerabilidad interna.	115
Matriz N° 05	Vulnerabilidad externa.	117
Matriz N° 06	Estrategias de gestión o resiliencia.	118
Matriz N° 07	Evaluación de la vulnerabilidad interna del sistema de agua potable de Oxapampa.	186
Matriz N° 08	Vulnerabilidad por exposición del sistema de agua potable del Distrito de Oxapampa.	189
Matriz N° 09	Vulnerabilidad por dependencia y control del sistema de agua potable del distrito de Oxapampa.	190
Matriz N° 10	Vulnerabilidad externa del sistema de agua potable del distrito de Oxapampa.	191
Matriz N° 11	Estrategias de gestión.	192
Matriz N° 12	Peligros en la micro cuenca de Oxapampa relacionada con el sistema de agua potable y alcantarillado de la ciudad.	194
Matriz N° 13	De significación de los peligros naturales en el sistema de agua potable del distrito de Oxapampa.	196
Matriz N° 14	Evaluación del riesgo del sistema de agua potable del distrito de Oxapampa.	203

Índice de tablas.**Pág.**

Tabla N° 01	Operacionalización de variables.	021
Tabla N° 02	Calificación de la vulnerabilidad interna.	116
Tabla N° 03	Calificación de la vulnerabilidad externa.	118
Tabla N° 04	Calificación de resiliencia.	119
Tabla N° 05	Descripción de la infraestructura existente: el sistema de agua y saneamiento.	164
Tabla N° 06	Calificación de vulnerabilidad interna del sistema de agua Potable de Oxapampa.	187
Tabla N° 07	De calificación del riesgo.	204
Tabla N° 08	Metas del proyecto de mejoramiento del sistema de agua y alcantarillado de Oxapampa.	205

Índice de mapas.**Pág.**

Mapa N° 01	Zonas de actividad sísmica en el Perú.	069
Mapa N° 02	Zonas propensas a inundaciones en el País.	079
Mapa N° 03	Zonas propensas de huaycos en el País.	081
Mapa N° 04	Zonas propensas a aluviones en el País.	083
Mapa N° 05	Zonas propensas a deslizamientos en el País.	085
Mapa N° 06	Zonas propensas a sequías en el País.	087
Mapa N° 07	Zonas propensas a heladas en el País.	090
Mapa N° 08	Zonas de principales peligros naturales en el País.	097
Mapa N° 09	División Política de la Provincia de Oxapampa.	147
Mapa N° 10	Red Hidrográfica y curvas de nivel del Distrito de Oxapampa.	153
Mapa N° 11	Distribución poblacional y conectividad del Distrito de Oxapampa.	156

Índice de gráficos.**Pág.**

Gráfico N° 01	Evento meteorológico “transvase” en el Perú.	074
Gráfico N° 02	Presentación de las regiones afectadas por las precipitaciones del 15-16 de febrero de 1999.	075
Gráfico N° 03	Cuencas afectadas por las lluvias e inundaciones de abril a mayo de 1999.	077
Gráfico N° 04	Análisis transversal del riesgo.	098
Gráfico N° 05	Flujo de beneficios y costos asumidos en un proyecto sin análisis de riesgos.	101
Gráfico N° 06	Flujo de beneficios y costos asumidos en un proyecto sin análisis de riesgos ante la ocurrencia de un desastre.	102
Gráfico N° 07	Flujo de beneficios y costos asumidos en un proyecto con análisis de riesgos.	103
Gráfico N° 08	Esquema simplificado sistema agua potable ciudad Oxapampa.	159

Índice de fotografías.**Pág.**

Fotografía N° 01	Vista parcial de la plaza principal del distrito de Oxapampa	140
Fotografía N° 02	Vista parcial de la plaza principal del distrito de Oxapampa.	140
Fotografía N° 03	Vista de las montañas, 2800 msnm, fuente de la captación hídrica para el sistema de agua y saneamiento de Oxapampa: San Alberto y las Colinas.	160
Fotografía N° 04	Vista parcial de las montañas fuente de la captación San Alberto.	164
Fotografía N° 05	Vista parcial riachuelo San Alberto.	166
Fotografía N° 06	Captación riachuelo San Alberto.	166
Fotografía N° 07	Canal de conducción desde la captación al desarenador.	168
Fotografía N° 08	Desarenador /sedimentador.	169
Fotografía N° 09	Decantador y filtro lento (no operativo).	170
Fotografía N° 10	Decantador y filtro lento.	171
Fotografía N° 11	Cámaras de captación en manantial La Colina.	172
Fotografía N° 12	Reservorio apoyado de 690 m3.	174
Fotografía N° 13	Paredes del reservorio apoyado de 690 m3, con filtraciones.	175
Fotografía N° 14	Zanjas de aguas servidas en la vía pública.	178
Fotografía N° 15	Descarga de aguas servidas en el río Chontabamba.	180
Fotografía N° 16	Deforestación en el área de montaña del manantial La Colina.	197
Fotografía N° 17	Deforestación en la zona de captación.	197

GLOSARIO DE TÉRMINOS

BID. Banco Interamericano de Desarrollo.

CAF. Corporación Andina de Fomento.

CEPAL. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

DIGESA. Dirección General de Salud Ambiental.

DesInventar ITDG. Soluciones Prácticas (Tecnologías Desafiando la Pobreza).

EIRD. Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas.

EPS. Empresas Prestadoras de Servicio de Saneamiento.

FONAVI. Fondo Nacional de Vivienda del Perú.

FONCODES. Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social del Perú.

INDECI. Instituto Nacional de Defensa Civil.

INEI. Instituto Nacional de Estadística e Informática.

INIAA. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial.

IRD. Institut de Recherche pour le developpement - Francia.

IPCC. Panel Intergubernamental sobre Cambios Climáticos.

MINSA. Ministerio de Salud del Perú.

OMS. Organización Mundial de la Salud.

ONU. Organización de las Naciones Unidas.

OPS. Organización Panamericana de la Salud.

PNUD. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

SEDAPAL. Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima.

SENAMHI. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.

UNDRO. United Nations Disaster Relief Coordinator.

UNICEF. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia.

RESUMEN

La investigación que hemos realizado constituye un acercamiento, desde la óptica del desarrollo sostenible, a la problemática que plantea los desastres naturales relacionados con el ámbito de la infraestructura de agua potable y saneamiento básico del territorio nacional, afectando la rentabilidad social de la inversión pública, y generando retrocesos en el desarrollo de los pueblos. Toma como referencia teórica las principales aportaciones que sobre el tema realizan autores en el campo de los riesgos ambientales, su gestión y administración, en el marco del ordenamiento del territorio y el ambiente.

Presentamos un enfoque metodológico, complementando lo planteado por el Sistema Nacional de Inversión Pública, que permita la adopción de políticas, estrategias y prácticas orientadas a reducir los riesgos asociados a peligros o minimizar sus efectos, en las infraestructuras de agua potable y saneamiento básico.

INTRODUCCIÓN

En el Taller Reducción de Vulnerabilidad en Sistemas 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, donde se **recomienda que en aquellas zonas expuestas a amenazas naturales, se considere el análisis y gestión del riesgo en las etapas de planeación y ejecución de los servicios de agua y saneamiento**, evitando poner innecesariamente en riesgo a estos sistemas, haciendo inalcanzable la Meta de Desarrollo del Milenio relacionado al sector. En ese sentido, requerimos incorporar a las obras de desarrollo del sector agua y saneamiento la gestión de riesgo de desastres a fin de garantizar la sostenibilidad de los servicios.

El propósito es analizar, sobre la base de una infraestructura de agua y saneamiento básico, los riesgos y vulnerabilidades que enfrenta estos sistemas, ante peligros naturales y sociales, propios de la zona. A partir de esta experiencia verificar ciertas tendencias que se advierten en el contexto nacional sobre la situación de deterioro de la infraestructura de agua y saneamiento y su relación con fenómenos naturales que generan desastres. Así mismo proponer planteamientos que contribuyan, a

tomar medidas de prevención para afrontar los riesgos de desastres, bajo la orientación del desarrollo sostenible.

El documento tiene cinco capítulos, la primera trata sobre el planteamiento del problema, el segundo capítulo se refiere al marco teórico y el tercer capítulo es referente al planteamiento metodológico; es una explicación del plan de investigación que ha guiado el trabajo y que constituye una referencia para comprender los pormenores y conclusiones de la investigación. Planteamos la motivación que generó la elección de la investigación, que se resume en constatar las situaciones de conflicto en que se encuentran la infraestructura de agua potable en el distrito de Oxapampa. El conflicto social observado es de tipo socio ambiental, pues se manifiesta en el reclamo que realiza la población, a través de organizaciones de base, por la poca participación que el gobierno regional y municipal permite en las decisiones de planeamiento y ejecución de la obra, así como la no consideración efectiva de los riesgos ambientales en la construcción de este tipo de infraestructura social lo cual le otorga una alta vulnerabilidad.

El capítulo cuatro es la **aplicación de la metodología y explicación de los resultados de la investigación**. En este sentido se describe el contexto ambiental al que está sometido el territorio nacional, destacando los impactos ambientales vinculados a la infraestructura de agua potable y saneamiento básico; esto permite comprender tendencias que se pueden verificar analizando una infraestructura en particular. Para el efecto la metodología permite analizar las vulnerabilidades y riesgos de la infraestructura de agua potable y saneamiento básico de Oxapampa,

En el capítulo cinco se analizan los resultados. Se finaliza con las conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO I.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1 Descripción de la realidad problemática.

Importancia del agua.

De la afirmación categórica de que el agua es vida, se desprende la conclusión de que el agua está en el origen de toda la problemática humana de la sobre vivencia. Está antes de la educación, antes del trabajo, antes de la salud, antes de todo lo que signifique el avance y perfección de la vida. El agua sana, procesada, mejorada, es un imperativo categórico de la vida sin embargo no se ha puesto especial atención de la pertinencia de la infraestructura de agua para todos los seres humanos, menos aún en la vulnerabilidad de estos sistemas, ante eventos naturales causantes de desastres que pueden afectar la continuidad del servicio, generando costos sociales y económicos irreparables. Es de interés analizar las relaciones existentes entre los riesgos ambientales y la infraestructura de agua y saneamiento y sus efectos en el desarrollo de las localidades.

En relación a los riesgos ambientales, es plenamente demostrable que en el país los deshielos de grandes montañas andinas es una realidad, fruto de la elevación de la temperatura del ambiente a causa del cambio climático. Este fenómeno está afectando al caudal del sistema hidrográfico, generando una expectativa de escasez del agua, con efectos catastróficos en el futuro, por lo menos en tres aspectos: Escasez de agua para la agricultura, escasez para la generación de energía hidráulica y la restricción de la fuente de abastecimiento del sistema de agua potable.

Por otro lado el agua fuente de vida, también puede ser una amenaza ambiental, es decir como producto de las variaciones climáticas se originan altas precipitaciones, sobre todo en la sierra y la selva del país, y provocan desastres por deslizamientos en laderas, huaycos, inundaciones; afectando la infraestructura económica y social del territorio y específicamente a la infraestructura de agua y saneamiento.

El cambio climático es una realidad en el mundo y nuestro país no es ajeno a este fenómeno ambiental. Es más, el Perú es considerado como uno de los territorios más vulnerables ante esta transformación del medio ambiente. En un reciente informe del Banco Mundial¹ recuerda que de los diez países más vulnerables del mundo, cinco son Latinoamericanos, Ecuador, Colombia, Brasil, México y Perú. Nuestro país es uno de los diez países con mayor

¹ Banco Mundial, *“Desarrollo con menos carbono: respuestas latinoamericanas al desafío del cambio climático”*2009

biodiversidad en el mundo y su alta complejidad ecológica le añade un riesgo adicional, por la alta sensibilidad a los cambios repentinos.

El cambio climático se manifiesta en la elevación de la temperatura y el incremento violento de las precipitaciones pluviales, con la consiguiente modificación en las fuerzas del agua (tormentas), viento y tempestades (huracanes). Fundamentándose en el análisis de datos recientes sobre la evolución de la temperatura global, el deshielo generalizado de nieves y hielos, y la elevación del nivel del mar, el Panel Intergubernamental sobre Cambios Climáticos (IPCC, por su sigla en inglés) ha declarado que “el calentamiento del sistema climático es inequívoco”, ha concluido con un 95% de certeza que una de las principales causas del cambio climático global ha sido el incremento antropogénico, es decir producido por el hombre, en la concentración de Gases de Efecto Invernadero (GEI). En especial, las temperaturas de la superficie de la tierra, han aumentado durante estos últimos 50 años al doble de velocidad que lo observado durante la primera mitad del siglo XX. (Ob. citada, 1)

“Es altamente probable que la superficie terrestre sufra un incremento de temperaturas de cerca de dos grados centígrados para 2050 y de hasta cuatro grados para finales de este siglo. Un aumento de esta magnitud no tiene ningún precedente histórico”.

“Perú ya está padeciendo algunas de las consecuencias atribuidas al cambio climático, y por eso es importante mantener y profundizar todas las medidas de mitigación y adaptación²

Sostenibilidad física.

Es conocido que el Perú está ubicado en una zona muy activa de interacción tectónica y volcánica que genera condiciones de alta sismicidad como efecto de la colisión y subducción de la placa Nazca por debajo de la placa Sudamericana. Así mismo, la alteración de las condiciones océano atmosféricas ocasionan fenómenos recurrentes muy destructivos (EL Niño) y la existencia de la cordillera de los andes determina una variada fenomenología de geodinámica externa que amenaza permanentemente al país³.

Las Naciones Unidas en su informe “De la emergencia al desarrollo, 2005” afirma, “...se ha constatado repetidamente en América Latina en los últimos 50 años, que los fenómenos naturales agudos pueden borrar algunos logros del desarrollo e intensificar la pobreza y la desigualdad. En el caso peruano, su variada y rica naturaleza, así como su geografía accidentada le genera una gran proclividad a sufrir desastres naturales...el foro del Acuerdo Nacional, conformado por las diferentes fuerzas políticas, gremiales e institucionales de

² FAJNZYLBER, P. economista sénior del Banco Mundial, *Foro sobre Cambio climático*, Lima Comunicado de prensa No. 2009/001/PE. LIMA, Perú, 17 de febrero de 2009

³ Instituto Nacional de Defensa Civil INDECI - Perú - *Plan Nacional de Prevención y Atención de Desastres*-Tomo I.

la sociedad civil, han incluido el tratamiento de los riesgos ambientales como una política de Estado”⁴

Intervención participativa para la gestión y sostenibilidad del sistema.

El agua es de todos y por tanto los sistemas de agua y saneamiento debe ser responsabilidad de todos. Al respecto el PNUD afirma “Se dice que la naturaleza genera fenómenos naturales y que la mano del hombre los convierte en desastres. Algunos podrán pensar que este argumento no es válido. Sin embargo, al revisar con cuidado los efectos de los mismos, en muchos casos se va encontrar que es pertinente. Cuando no se respeta la naturaleza, se la contamina, depreda o explota inadecuadamente, se sienta las bases para que futuros fenómenos naturales tengan mayor impacto negativo sobre el territorio y las poblaciones allí establecidas. En consecuencia, prepararse individual y colectivamente para una convivencia armónica con el ambiente y para responder de mejor manera a las agresiones climáticas agudas implica formular y aplicar mecanismos y normas en esa dirección...”⁵

Racionalidad en la asignación de recursos.

En este contexto, la vulnerabilidad que se observa ante peligros como sismos, inundaciones, fenómeno el niño, deslizamientos, aluviones, entre otros, ponen

⁴ Programa de Naciones Unidas. *De la Emergencia al Desarrollo, La gestión del Cambio Climático con un enfoque de Desarrollo Sostenible* 2005. Serie Desarrollo humano N° 8

⁵ PNUD Programa de Naciones Unidas. *De la Emergencia al Desarrollo, La gestión del Cambio Climático con un enfoque de Desarrollo Sostenible* 2005. Serie Desarrollo humano N° 8

en alto riesgo las obras de desarrollo y por ende la infraestructura de los sistemas de agua potable y saneamiento básico, agravando aún más la situación crítica ya existente en este tipo de servicio estratégico para el desarrollo, lo que obliga a una mayor intervención de los actores sociales del territorio en búsqueda de la sostenibilidad de la infraestructura de agua potable y saneamiento básico. La incidencia de eventos naturales que podrían causar los desastres es un factor que está relativamente fuera del control humano, mientras que la vulnerabilidad si puede ser controlada; por esta razón, es importante conocer las vulnerabilidades de los componentes del sistema a fin de mitigar los impactos negativos.

Fenómenos naturales: Un riesgo para la sostenibilidad del sistema de agua potable y saneamiento básico.

América Latina es el segundo continente más frecuentemente afectado por desastres naturales. Sólo en el sector agua y saneamiento, el número de sistemas afectados y las pérdidas económicas asociadas a estos muestran una tendencia creciente en los últimos años. Estimaciones en base a información elaborada por CEPAL y otras instituciones, en los últimos 30 años se registra:

- 2,112 sistemas urbanos dañados
- 4,545 sistemas rurales afectados
- 28,000 pozos perdidos
- 173,000 letrinas abandonadas

A un costo estimado de US\$ 750 millones. (CEPAL, 2000).

A menudo, el desarrollo de sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento no toma en cuenta el entorno físico y social en el cual estos se desarrollan. Debido a ello, cuando alguna amenaza natural se manifiesta, los sistemas que no han contemplado estas condiciones, resultan dañados en distinta magnitud y el servicio que brindan se ve disminuido, llegando incluso al colapso.

En el ámbito rural, la recuperación de estos sistemas está directamente influenciada por las capacidades de la comunidad afectada, las cuales son insuficientes a medida que la gravedad de los daños aumenta, retrocediendo en los logros que se pretenden alcanzar con la implementación de los sistemas.

En el Perú, el impacto de los fenómenos naturales sobre los sistemas de agua y saneamiento rurales, fueron de considerable afectación a la infraestructura:

- Fenómeno del niño 97-98 y su impacto en la infraestructura de agua y saneamiento.

Fenómenos recurrentes en zonas específicas del Perú como el fenómeno El Niño, provocó gran impacto al sector de agua y saneamiento durante el periodo 1997-1998.

Según información recopilada por el Ministerio de Salud y la OPS/OMS⁶, se reportaron en zonas rurales el colapso de 199 sistemas de abastecimiento de agua que servían a una población de 156.000 personas. A raíz de los daños en los sistemas de alcantarillado y letrinas en la zona afectada por el fenómeno del niño, el MINSA / DIGESA reportó la instalación de 3,532 letrinas que beneficiaron a una población de 17.600 habitantes.

- Terremoto Moquegua, Junio 2001.

A raíz del terremoto que afectó a los departamentos de Arequipa, Ayacucho, Moquegua y Tacna, el 23 de junio del año 2001, fueron evaluados 335 sistemas de abastecimiento de agua, de los cuales se reportaron como destruidos 48 sistemas (14.3%) y 103 sistemas (30,7%) con algún grado de afectación, algunos de los cuales luego de 2 años de ocurrido el sismo siguen sin funcionar o lo hacen en condiciones desfavorables.

En cuanto a sistemas de alcantarillado de 40 sistemas evaluados, 5 resultaron con daños de consideración que los obligó a salir de funcionamiento y 19 sistemas fueron parcialmente dañados, con lo cual el 60% de los sistemas evaluados presentó algún nivel de daño. Así mismo, se reportó la necesidad de 719 letrinas para atender las necesidades provocadas por el sismo. (CEPIS, n.d.).

⁶ *Crónica de desastres – Fenómeno del Niño 1997-1998, OPS/OMS, 2000 Desarrollo Sostenible 2005. Serie Desarrollo humano N° 8*

El día 07 de marzo del 2009 en la Provincia de Jaén, casi 80 mil habitantes de distintas zonas de esta ciudad fueron afectados más de 15 días en el consumo de agua potable, debido al colapso de los canales de riego, causados por los deslizamientos de tierra y huaycos. Se han obstruido los canales que proveen agua a los sectores de la población. (El Comercio, 2009).

El 13 de abril de 2009, el alcalde de la provincia de Jauja (Junín), declaró en situación de emergencia el abastecimiento de agua potable, por el colapso de dicho sistema en la zona a consecuencia de un deslizamiento de lodo y piedras. El fenómeno –registrado en la víspera- provocó la rotura de tuberías de redes primarias, perjudicando a más de 30 mil pobladores de un sector de la provincia que actualmente tienen un servicio restringido. (ANDINA, 2009).

Según estudios realizados en consultoría del Banco Mundial en el año 1999, en el sistema de provisión de agua en el área rural del Perú, el resultado de sus análisis indica que sólo el 31.7% de los sistemas son sostenibles, por lo tanto se deduce que el **68.3 % tiene el carácter de insostenibles, marcados por el deterioro y el colapso.**

Actualmente en la provincia de Oxapampa se está ejecutando el proyecto "Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Oxapampa - Oxapampa" el cual viene siendo **afectado por los diferentes peligros naturales** existentes en la zona, el proyecto tiene una inversión de 8.7 millones de soles y cuyo objetivo central

es preservar la salud, disminuyendo la incidencia de enfermedades diarreicas y parasitarias y, mejorar la calidad de vida de la población de Oxapampa. En forma específica, por el lado del sistema de agua potable se trata de mejorar la calidad del agua racionalizando la producción y el consumo, por el lado del alcantarillado, el objetivo específico es eliminar el alto grado de contaminación en las calles de la ciudad y del río Chontabamba, eliminando las descargas actuales mediante un interceptor, un emisor y un sistema de tratamiento. Esto finalmente permitirá el mejoramiento de la calidad del servicio de alcantarillado que, en la actualidad es muy deficiente por su baja cobertura y alto nivel de contaminación.

Necesidad del análisis del riesgo.

En la actualidad, en diversos países se viene incorporando el análisis de riesgo a los proyectos, considerando que se vive en un mundo globalizado y altamente competitivo el Perú no puede quedarse atrás por lo que el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) viene incorporando lineamientos en sus guías con la finalidad de tener proyectos sostenibles, haciéndose necesario que las instituciones que financian proyectos cuenten con mecanismos y herramientas que les permita verificar si efectivamente en el diagnóstico, formulación y evaluación de estudios de pre-inversión se ha tenido en cuenta las amenazas o peligros y las vulnerabilidades.

En tal sentido, la incorporación del análisis de riesgo a los estudios de pre inversión de saneamiento básico, vendría a significar un gran aporte a la

reducción de vulnerabilidades en este tipo de infraestructura para el Perú, Además al ser un tema transversal, el análisis de riesgo, se deberá considerar en el diagnóstico formulación y evaluación, de tal forma que se contribuya a la sostenibilidad de las inversiones con recursos públicos y por ende el beneficio de la población.

El reconocimiento de la existencia de fragilidades en la infraestructura de agua potable y alcantarillado frente a desastres naturales y antrópicos, y dada su importancia de este activo social en la vida y desarrollo de la población y el país, ha permitido identificar tres problemas a investigar con el fin de hacer algunos alcances de mejoramiento para mitigar el impacto negativo de las amenazas ambientales.

Es la activa geomorfología y variedad de clima lo que nos permite formular un latente problema que es necesario reconocerlo y que consiste en considerar que:

a) El impacto que los desastres naturales han ocasionado en la infraestructura económica y social del país es de magnitud considerable. Es el caso de la infraestructura relacionada a los sistemas de agua y saneamiento, que han sido vulnerables, afectando la capacidad de servicio que tienen estos sistemas para la salud y mejora de la calidad de vida de la población. En este contexto es necesario conocer cual es la situación general en que se encuentra la infraestructura de agua y saneamiento del país, cuáles

son sus principales restricciones en relación a las amenazas naturales registradas.

b) Por otro lado, hay en la actualidad un gran interés por parte de la sociedad política y civil por impulsar la cobertura de este servicio, no hay duda que la declaración del milenio es un condicionante para este despertar. Sin embargo todo parece indicar que estas inversiones no modifican sustantivamente la vulnerabilidad de los sistemas de agua potable y saneamiento, ante los riesgos ambientales. Es por esta razón, que se ha tomado la infraestructura de agua y alcantarillado del distrito de Oxapampa, como caso de estudio para verificar las tendencias que ya existen a nivel global, pero sobre todo verificar las vulnerabilidades específicas y riesgos de la actual infraestructura y de su proyecto de mejoramiento.

c) En consecuencia, prepararse individual y colectivamente para una convivencia armónica con el ambiente y para responder de mejor manera a las agresiones climáticas agudas implica formular y aplicar mecanismos y normas en esa dirección. El servicio de agua potable y alcantarillado y el riesgo ambiental a que está sometida la infraestructura, compromete a toda la población, lo que está obligando a una mayor intervención de los actores sociales, aún todavía desorganizada, en la búsqueda de mecanismos y procedimientos de participación que den sostenibilidad al servicio de agua y saneamiento.

El sistema Nacional de Inversión Pública, con su serie: Sistema Nacional de Inversión Pública y la Gestión de Riesgo de Desastres, ha establecido: Pautas Metodológicas para la incorporación del análisis del riesgo de desastres en los proyectos de inversión pública y conceptos asociados a la gestión de riesgos de desastres en la planificación e inversión para el desarrollo, documentos importantes publicados en el año 2007, sin embargo aún sus recomendaciones metodológicas son generales , razones por la cuales es conveniente **establecer una metodología más práctica** que permitan manejar la gestión de riesgos en infraestructuras de agua potable y saneamiento básico.

1.2 Formulación del problema.

1.2.1 Problema principal.

¿Cuál es el nivel de riesgo y vulnerabilidad de las infraestructuras de agua potable y saneamiento básico, en el entorno nacional, con relación a las amenazas naturales y decisiones antrópicas; y aplicado al caso del proyecto “Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Oxapampa”?

1.2.2 Problemas secundarios.

- ¿En qué medida se ha realizado el estudio de riesgos y vulnerabilidad en el proyecto “Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Oxapampa”?
- ¿Existe una metodología, que permita identificar y analizar la vulnerabilidad a los peligros de origen natural, para el diseño de políticas y estrategias más eficaces en la reducción de riesgos en las inversiones de infraestructura de agua potable y saneamiento básico?

1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1 Objetivo principal.

Identificar los tipos de amenazas ambientales y la vulnerabilidad a que esta sometido las inversiones de infraestructura de agua potable y saneamiento básico a nivel nacional y con aplicación al proyecto “Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de Oxapampa”.

1.3.2 Objetivos secundarios.

- Identificar y analizar los riesgos y vulnerabilidad a que está sometido el proyecto “Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Oxapampa”.
- Hacer recomendaciones metodológicas para analizar las vulnerabilidades y generar comprensión sobre el nivel de riesgo de las infraestructuras de agua potable y saneamiento básico.

1.4 Formulación de hipótesis.

1.4.1 Hipótesis principal.

Es considerable el grado de riesgo y vulnerabilidad al que está sometido el territorio nacional, en las infraestructuras de agua potable y saneamiento básico, a causa de desastres naturales y decisiones antrópicas; como en el caso del proyecto “Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de Oxapampa”.

1.4.2 Hipótesis secundarios.

- El proyecto “Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Oxapampa”, presenta características que lo tipifican como una inversión de alto riesgo y vulnerabilidad.

- Existen vacíos metodológicos para identificar y analizar la vulnerabilidad de la infraestructura de agua potable y saneamiento básico, frente a los peligros ambientales.

1.5 Operacionalización de variables.

VARIABLES INDEPENDIENTES:

- Peligro.
- Vulnerabilidad interna.
- Vulnerabilidad externa.
- Estrategia de gestión.

VARIABLES INTERVINIENTES:

- Contexto ambiental global del país
- Contexto local urbano: Ordenamiento territorial.

VARIABLE DEPENDIENTE:

- Grado de riesgo.

Las variables desarrolladas se han operacionalizado con indicadores cualitativos y con medición ordinal según lo muestra la Tabla N° 01.

Tabla N° 01. Operacionalización de variables.

VARIABLES	INDICADORES	MEDICIÓN
Peligro	A. Frecuencia	Ordinal: bajo, medio, alto
	B. Severidad	Ordinal: bajo, medio, alto
	C. Impacto	Ordinal: bajo, medio, alto
Vulnerabilidad Interna	A. Ubicación	Ordinal: bajo, medio, alto
	B. Estado de conservación.	Ordinal: bajo, medio, alto
	C. Tipo de suelo	Ordinal: bajo, medio, alto
	D. Pendiente	Ordinal: bajo, medio, alto
	E. Mantenimiento	Ordinal: bajo, medio, alto
	F. Obras de protección	Ordinal: bajo, medio, alto
	G. Nivel de organización	Ordinal: bajo, medio, alto
Vulnerabilidad externa	A. Exposición	Ordinal: bajo, medio, alto
	B. Dependencias	Ordinal: bajo, medio, alto
	C. Capacidad de control	Ordinal: bajo, medio, alto
Estrategia de gestión.	A. Preparación para crisis	Ordinal: bajo, medio, alto
	B. Alternativas de funcionamiento	Ordinal: bajo, medio, alto
Grado de riesgo	Riesgo	Ordinal: bajo, medio, alto
Contexto Ambiental global del país.	Descripción de peligros ambientales del país y vulnerabilidad de la infraestructura de agua y saneamiento nacional: Indicadores físicos, económicos y sociales	Valores físicos y monetarios
Contexto local urbano: Ordenamiento territorial.	Cartografía	Valores espaciales y ambientales.

FUENTE: Tabla elaborado por los investigadores – 2009.

1.6 Justificación e importancia de la investigación.

1.6.1 Justificación.

La incorporación del análisis de riesgo en los estudios de preinversión **incrementaría la efectividad de las inversiones** de la infraestructura de agua potable y saneamiento básico, vendría a significar un buen aporte a la reducción de vulnerabilidades en este tipo de infraestructura

para el país, En tal sentido, la presente investigación presenta las siguientes justificaciones:

a. De orden económico y social.

Es importante, porque incorporando el análisis de riesgos en el diagnóstico, formulación y evaluación de estudios de preinversión de infraestructura de agua y saneamiento básico, permitirá el uso racional de la inversión pública mediante proyectos sostenibles que incrementen el nivel de seguridad de la infraestructura reduciendo la exposición a peligros mediante la adopción de medidas para disminuir las vulnerabilidades e incrementar la resiliencia frente a dichos peligros; y de esta manera dotar a la población beneficiada con un servicio eficiente y de mejor calidad, que garantice su sostenibilidad..

b. De aporte a la planificación regional.

En la planificación es importante que se incorpore el análisis de riesgo con el fin de reducir vulnerabilidades que a corto o largo plazo pueden desencadenar desastres ante la presencia de eventos peligrosos para la infraestructura de agua y saneamiento básico, debido a que no es posible un desarrollo sostenible si no existe una estrategia efectiva de prevención y reducción del riesgo desde la perspectiva de la planificación.

1.6.2 Importancia.

La investigación es importante porque el territorio peruano en su totalidad se encuentra constantemente expuesto a diversos fenómenos y amenazas naturales, lo que representa un constante peligro para sus habitantes. Por lo tanto, merecen especial interés los sectores que brindan servicios básicos como la provisión de agua para consumo humano y saneamiento básico, que reviste una importancia vital para mejorar el nivel de vida de la población.

Si consideramos que los efectos negativos de un fenómeno natural en los sistemas de agua potable de zonas urbanas y rurales pueden traducirse en pérdidas económicas y sociales, por la destrucción física de sus componentes y la suspensión del servicio, con efectos en la funcionalidad de la ciudad y su entorno de articulación urbana, es imprescindible adoptar medidas preventivas del riesgo en todos los planes de desarrollo de infraestructura. Es preciso que se incluya la variable del análisis de riesgos y la prevención en la planificación general de los servicios y que se considere que este tipo de eventos efectivamente pueden ocurrir, para que no se tome desprotegidos a la población y a los operadores, tanto en las áreas técnicas como administrativas.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO.

2.1 Antecedentes.

Revisado en forma exhaustiva las investigaciones más importantes que se ha realizado, desde el punto de vista de su actualidad y valor teórico sobre el tema, no se han encontrado trabajos de investigación sobre riesgo y vulnerabilidad en infraestructuras de servicios de agua potable y saneamiento básico en el país, por la que se considera la tesis inédita.

Sin embargo sobre el tema de riesgo y vulnerabilidad en otra clase de infraestructuras se ha conseguido la siguiente información:

- **Ing. Viviana Saavedra Gómez.** Tesis “Estudio de Preinversión de Infraestructura Vial Urbana Incorporando el Análisis de Riesgo y Determinación de su Rentabilidad Social y Económica en la Ciudad de El Alto – Talara”. Del año 2007, para optar el grado académico de magíster en Planificación Regional con mención en Gestión del Riesgo, en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Piura. Guarda una relativa relación con el trabajo de investigación, en la medida que

determina la rentabilidad social y económica en estudios de preinversión de infraestructura vial urbana, mediante la incorporación del análisis de riesgo en el diagnóstico, formulación y evaluación.

- **Ing. Jaime Puicón Carrillo.** Tesis “Contribución del Análisis del Riesgo (AdR) al Proceso de Planificación para la Competitividad Territorial del Distrito de Morropón, en su Dimensión Económica”, Del año 2007, para optar el grado de magíster en Planificación Regional con mención en Gestión del Riesgo en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Piura. Tiene una relativa relación con el trabajo de investigación ya que realiza un análisis participativo y aporta alternativas puntuales para reducir la fragilidad de sus diferentes componentes a fin de tomar medidas de carácter correctivo y prospectivo para reducir el riesgo.

2.2 Bases teóricas.

2.2.1 Enfoques del riesgo.

La temática de la investigación se inscribe en el debate que sobre el desarrollo sostenible se lleva a cabo desde la década del ochenta, en ámbitos académicos, gubernamentales y no gubernamentales de la sociedad.

La toma de conciencia en todo el mundo de la necesidad de proteger el medio ambiente como factor insoslayable para favorecer el desarrollo de los pueblos, determinó la realización de importantes investigaciones,

publicaciones y foros internacionales, que han influido en el pensamiento Latinoamericano sobre el desarrollo.

Entre la década del setenta y el ochenta empieza adquirir importancia el enfoque del “eco desarrollo” (término usado por primera vez en 1973 por Maurice Strong) para dar a entender una idea de desarrollo económico social que tome en cuenta la variable ambiental (Salinas, 1998). Este enfoque tuvo una vida muy corta pues rápidamente fue absorbido por el concepto de “desarrollo sostenible” impulsado a partir del Informe Brudtland “Acción para un futuro común” en 1987. En 1990 los países latinoamericanos con el auspicio del PNUD y el BID, proponen un documento titulado “Nuestra propia agenda sobre desarrollo y medio ambiente” en el cual se hace un diagnóstico de la realidad del continente y se propone las bases para la construcción de una estrategia de desarrollo sostenible.

El enfoque del desarrollo sostenible se resume en las frases que indican “utilizar los recursos naturales y ambientales para lograr el bienestar de la sociedad sin dañar el bienestar de las futuras generaciones “. A partir de este pensamiento se deriva todo un cuerpo teórico y orientaciones de políticas sobre las cuales los países según sus realidades pueden planificar su desarrollo sostenible. La sostenibilidad está en considerar siempre el bienestar futuro de las nuevas generaciones. Se invoca a una alta responsabilidad social con

la naturaleza para construir el presente económico y social, esto implica muchas dimensiones de análisis y roles de parte de los actores sociales de un territorio.

El punto de inflexión fue la Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro, Brasil, en 1992. Esta convención sentó las bases para una nueva visión mundial del desarrollo sostenible y de las convenciones globales sobre temas emergentes, tales como la diversidad biológica y el cambio climático⁷

Como parte de este proceso, la conciencia sobre los aspectos ambientales del desarrollo, fue penetrando gradualmente en los ambientes públicos y políticos. El Camino a Río y la propia conferencia contaron con una amplia participación de organizaciones de la sociedad civil, al reunir a más de 18 mil ciudadanos de todo el mundo⁸. Esto se reflejó en la creación de instituciones y la formulación de estrategias y políticas gubernamentales para la promoción del desarrollo sostenible, así como en la inclusión del tema en la educación, la cultura y los medios de comunicación. Más recientemente, también se ha incorporado en los acuerdos de

⁷ CEPAL- PENUMA. *La sostenibilidad del desarrollo en América Latina y el Caribe: desafíos y oportunidades 2001- informe previo a la cumbre de la tierra*, 2002

⁸ Véase Bárcena (1999), donde se analiza la importancia de la participación de organizaciones de la sociedad civil tanto en la Cumbre de la Tierra como en otras conferencias globales

cooperación subregional y en las prácticas de los agentes económicos, en particular a las grandes empresas ⁹

Al cabo de cinco años de la celebración de la Cumbre de la Tierra, se llevó a cabo un período extraordinario de sesiones de la Asamblea General de las Naciones Unidas para evaluar los progresos alcanzados desde 1992; esta conferencia ha sido conocida popularmente como “Rio+5” (Nueva York, 23 a 28 de junio de 1997). Representantes de cerca de 180 países, incluidos 44 Jefes de Estado y de Gobierno, participaron en dicha reunión, cuyos resultados fueron considerados poco satisfactorios para muchos, confirmando así que con los acuerdos de Río se habían logrado modestos avances, más en el terreno del desarrollo de capacidades que de un efectivo freno a las tendencias del deterioro ambiental global.

En virtud de la resolución 55/199 de la Asamblea General de Naciones Unidas, la comunidad internacional preparó una nueva Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, que se celebró en Johannesburgo, Sudáfrica, en septiembre del 2002, diez años después de la Cumbre de la Tierra. Se consideró como una ocasión propicia para realizar un alto en el camino, analizar lo sucedido en ese decenio, evaluar los avances, visualizar las tareas pendientes y explorar nuevas formas de

⁹. Véase CEPAL (2000a, capítulo 13), donde se analiza la importancia de la Cumbre de Río en la gestión ambiental de la región.

cooperación que permitan acelerar la transición hacia un desarrollo sostenible.

La Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible celebrada en Johannesburgo (Sudáfrica-2002) establece, en la llamada Declaración del Milenio aprobada por 191 naciones entre ellas el Perú, el reto de alcanzar ocho objetivos para lograr el desarrollo humano. En el Objetivo 7 de las Metas del Milenio, se enfatiza la importancia del acceso al agua como derecho humano, la necesidad de servicios de agua y saneamiento como eje para el desarrollo. El valor del agua como un bien económico, son plenamente reconocidos por la comunidad internacional; y al respecto, la ONU ha establecido como meta “Reducir a la mitad, de aquí al año 2015, la proporción de personas que carecen de un **acceso sostenible** a un suministro adecuado y económicamente asequible de agua potable”.

Pero también en esta declaración se reconoce el riesgo que los desastres naturales significan para el desarrollo (impactos en la infraestructura económica y social). En dicha sección se plantea el objetivo de “intensificar la cooperación con miras a reducir el número y los efectos de los desastres naturales y de los desastres provocados por el hombre”.

En virtud de estos antecedentes relacionados con la preocupación mundial sobre el desarrollo sostenible y considerando que dentro de

esta problemática se ha inscrito como ejes temáticos los riesgos ambientales (traducidos en desastres naturales recurrentes) y el valor del agua en general y en particular del acceso sostenible a agua potable, es que presentaremos el debate teórico y nuestra óptica propia para guiar la investigación.

La revisión de la historia nos muestra que la humanidad siempre ha estado expuesta a desastres naturales y antrópicos de todo tipo, con consecuencias económicas y sociales que han generado retrocesos en el desarrollo y crecimiento de los pueblos. Pero es solo a partir de la década del ochenta, en Europa, se toma conciencia de la magnitud de los hechos para el desarrollo de la humanidad. Esta conciencia de fenómenos y hechos no solo se manifiesta por los desastres naturales, sino y sobre todo por los desastres antrópicos, es decir los ocasionados por el hombre debido a la tecnología. El caso típico, entre otros, es el de Chernovil con 36 mil contaminados. Maskrey¹⁰ nos hace recordar que el alemán Ulrich Beck en 1998, en su libro “La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad” recorre la historia y llega a la conclusión que “La sociedad moderna es una fábrica de riesgos”. Se puede afirmar que con los aportes de Beck, se instala el enfoque del riesgo ambiental en toda su complejidad. Esto aunado al debate que sobre el medio ambiente en la Cumbre de Río (1992) y la de

¹⁰ Maskrey, Andrew (Editor). ITDG / LA RED; 1998. *Navegando entre brumas*. La aplicación de los sistemas de información geográfica al análisis de riesgo en América Latina.

Johannesburgo (2002), ha generado un auténtico interés en investigadores y operadores de la política por encarar científica y técnicamente los desastres y su prevención.

La investigación sobre los riesgos ambientales es una práctica que está en camino. Antes de hacer una explicación del enfoque teórico que asumimos en este trabajo, es útil hacer una sintética semblanza del estado del arte en este tema, lo cual nos permitirá ir dilucidando términos y conceptos que organicen y direcciones la investigación.

En la conformación del cuerpo teórico sobre riesgo, desastres y vulnerabilidad, se ha incorporado aportes de las ciencias naturales, ciencias aplicadas y ciencias sociales. Se han generado diversos enfoques que influyen decisivamente en las estructuras y estrategias para la gestión y análisis de los riesgos.

Enfoque de las ciencias naturales

Inicialmente, en un primer periodo, la investigación de riesgos se nutrió de los aportes de las ciencias naturales. Se consideraba a los desastres como sinónimos de eventos físicos extremos (terremoto, inundaciones, huracanes, derrumbes, u otros eventos extremos) nominados desastres naturales y su magnitud estaba en función de la severidad, frecuencia e intensidad del evento físico (Lavell, 1992)¹¹. La

¹¹ Lavell Alan, Eduardo Fonseca, editores, *Estado, sociedad y gestión de desastres en América latina. En busca de un paradigma perdido*. La Red; FLACSO y soluciones prácticas para la pobreza (ITDG-PERU) Lima -Perú 1996.

investigación se centraba en el estudio de procesos geológicos, climatológicos, hidrológicos, y otros procesos físicos que generaban amenazas naturales, esta última definida como la probabilidad de ocurrencia de un evento natural extremo, en un lugar y periodo determinado.

En este enfoque se elude la responsabilidad social o política en los riesgos. Los desastres son productos inevitables de fuerzas de la naturaleza, que interrumpen procesos políticos, sociales y económicos “normales”. Son eventos discretos desconectados de la sociedad, cuya ocurrencia se deben predecir con la mayor exactitud (el Banco Mundial, asume este enfoque).

Enfoque de las ciencias aplicadas.

Observaciones de la realidad comenzaron a cuestionar el enfoque anterior. Por ejemplo se aducía que un terremoto de gran magnitud no necesariamente causaría un desastre si es que ocurriera en un desierto no habitado. Al margen de modificaciones al paisaje, no habría impacto físico, económico o social medible, es decir no habría desastre, el desastre natural terremoto no causaba ningún desastre.

Bajo la influencia de la ciencia aplicada, como la ingeniería, la investigación dio un salto importante. Los desastres ahora son eventos no esperados, que causan alteraciones intensas a elementos expuestos. Se introduce el concepto de vulnerabilidad. Los eventos

extremos pueden ser catalizadores que transforman una condición vulnerable en desastre.

El riesgo (R) se define como función tanto de la amenazas (A) como de la vulnerabilidad (V), es decir **$R = f(A, V)$** .

Mientras los modelos de riesgo de las ciencias naturales fueron básicamente modelos de amenazas, las ciencias aplicadas presentaron modelos conceptuales incorporando la vulnerabilidad (Maskrey, 1998, ídem). En este marco, en 1980 el grupo de trabajo del UNDRO¹² intentó desarrollar un modelo conceptual de riesgo más preciso:

$$R = Re * EI$$

$$Re = A * V$$

Donde:

A = amenaza natural, es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural, potencialmente peligroso, dentro de un periodo determinado en un área dada.

V = vulnerabilidad, es el grado de pérdida experimentado por un elemento o grupo de elementos, debido a la ocurrencia de un fenómeno natural de una determinada magnitud, expresada en

¹² UNDRO, 1980, *Desastres Naturales y Análisis de Vulnerabilidades*, Office of the United Nations Disaster Relief Coordinator

una escala de 0 (sin daños o vulnerabilidad cero) a 1 (destrucción total o altamente o totalmente vulnerable).

EI = elementos en riesgo, es la población, edificaciones, obras civiles, actividades económicas, servicios públicos como infraestructura de agua y saneamiento, en riesgo, en un área determinada.

Re = riesgo específico, es el grado de pérdida esperado de un fenómeno natural particular, como un producto de la amenaza y la vulnerabilidad.

R = riesgo, significa el número de vidas perdidas, personas heridas, daños a propiedades y interrupción de actividades económicas, esperado a raíz de un fenómeno natural determinado y, por ende como producto del riesgo específico y elementos en riesgo (UNDRO, 1980, ídem).

Así como este modelo, otros modelos fueron presentados, buscando precisión en la terminología y los conceptos (Cardona, 1992)¹³. Pero este enfoque, que centra su investigación en el impacto y efectos de los eventos relacionados con las amenazas y no en el evento mismo, considera que las amenazas siguen siendo la causa de los desastres,

¹³ Cardona, Omar Darío, 1992, *Evaluación de la Amenaza, la Vulnerabilidad y el Riesgo* en Maskrey, Andrew, 1993, *Los Desastres no son naturales*, LA RED, Bogotá

mientras que el concepto de vulnerabilidad está utilizado para explicar el daño, las pérdidas y otros efectos.

En este sentido la gestión de riesgos se ha encaminado al diseño de medidas estructurales para mitigar las pérdidas causadas por eventos extremos y lograr que la sociedad sea segura. Defensas ribereñas para reducir impacto de inundaciones, planificación urbana en base a zonificación sísmica, son típicas medidas de gestión de riesgos inspiradas en este enfoque. Este enfoque reconoce la existencia de la responsabilidad social y políticas para evitar las pérdidas. Se exhorta tanto a gobierno como a la sociedad civil a implementar medidas de reducción de riesgos, es decir como algo importante pero complementario y externo. Pero no logra explicitar la causa de la vulnerabilidad y el rol endógeno de la responsabilidad de la organización social en la vulnerabilidad.

Enfoque de las ciencias sociales.

Simultáneamente con la investigación ingenieril sobre vulnerabilidad, en la década del 70, la investigación social, en los EEUU, ya había enfocado el impacto de eventos asociados con amenazas en la organización social (Quarantelli, 1978)¹⁴ cuestionando la rigidez del concepto vulnerabilidad, manejado por el enfoque de la ciencia aplicada. El impacto social de las amenazas enfocó cambios en la

¹⁴ Quarantelli, 1978, Desastres: Teoría e Investigación. Studies Internacional Sociology 13, California

interacción social a diferentes niveles: el individuo, la familia, la comunidad y la sociedad más amplia. Sin embargo, para algunos autores como Maskrey, 1998, la investigación sociológica norteamericana no representa una ruptura fundamental con el enfoque de las ciencias aplicadas. Se consideraba que los eventos extremos causan diferentes tipos de cambios y interrupciones en estructuras sociales normales, en el contexto de un sistema social determinado, implicando que, al igual que en las ciencias ingenieriles, los desastres se catalogan como eventos sociales anormales.

Se asegura que un enfoque social de los desastres más profundo, lo realizó el geógrafo Gilbert White,¹⁵ en los años 60. El trabajo de White se centró en la percepción social de las amenazas, y cómo dichas percepciones influían en las decisiones que toma una población determinada para que su medio ambiente sea más seguro o más peligros. Por ejemplo si es que una población decide conscientemente vivir en la orilla del río, o en una zona inundable, su decisión tiene una valoración específica de la amenaza, y por tanto un entendimiento de su vulnerabilidad en relación a esa amenaza, que la compara con otras vulnerabilidades que posee vinculadas a otras amenazas.

En este enfoque se enfatiza que los desastres tienen causas humanas y no solamente naturales y que las sociedades y comunidades

¹⁵ White, G. F., 1961, Papers on Flood Problems, Research Paper No. 70. Departamento de Geografía, Universidad de Chicago.

expuestas a determinadas amenazas no son homogéneas, vale decir que diferentes grupos sociales realizan una gestión muy diferenciada de los riesgos que enfrenta, en dependencia de su capacidad de resistencia y recuperación; por tanto, la vulnerabilidad es un valor de carácter social, que no puede reducirse al grado de pérdida que sufriría determinado grupo o grupos expuestos a una amenaza. Se da el caso, que si ocurrieran niveles de pérdida similares en un país grande y en un país pequeño, las implicaciones serían muy diferentes, debido a las capacidades de las unidades sociales involucradas. Así, un nivel de destrucción que podría ser absorbido sin problemas, en un país como los Estados Unidos, probablemente sería catastrófico en una isla pequeña.

En estos términos, la definición de vulnerabilidad como un valor objetivo, representando pérdidas o daño, queda debilitada ante la inmensa problemática que abren las ciencias sociales subrayando el carácter de percepción social de la vulnerabilidad, en cuyo fundamento hay situaciones subjetivas pero vinculadas a las condiciones materiales de existencia de los grupos sociales.

Así planteada la vulnerabilidad, el concepto se inscribe en el complejo debate del desarrollo social. El proceso causal de la vulnerabilidad se analizó utilizando las teorías sociales de la marginalidad y la dependencia, en boga en los años 70 y por lo tanto se redefinió como

el grado en que factores socioeconómicos y sociopolíticos afectan la capacidad de una población para absorber y recuperarse del impacto de un evento asociado con una amenaza determinada. Se llegó, por lo tanto, a explicar los procesos de toma de decisiones de la población vulnerable en términos de la economía política.

La idea de amenazas afectando a sociedades “normales” se reemplazó con la idea de sociedades en crisis, afectadas por eventos previsibles y “normales”. La vulnerabilidad se ve como una realidad socialmente producida, donde la responsabilidad para la ocurrencia de desastres está en el centro del ámbito político, económico y social.

La investigación empezó a dar atención tanto a los procesos históricos, mediante los cuales surge la vulnerabilidad, como a las pérdidas y daños asociados con amenazas específicas.

Esta redefinición de la vulnerabilidad, de una medida objetiva de pérdida o daño, hacia una medida relativa de capacidad de una población de absorber y recuperarse de un daño o pérdida determinada, planteó limitaciones para los modelos conceptuales inspirados en las ciencias aplicadas, y llevó a intentos de analizar y clasificar la vulnerabilidad y formular nuevos modelos de riesgos.

Enfoque de escenarios de riesgo (hacia un enfoque holístico).

El enfoque social acerca más a la realidad el problema del riesgo, dando énfasis a las variables y procesos que configuran los patrones de vulnerabilidad. Sin embargo, como subraya Lavell, 1996 (ídem), al incidir tanto en las causas “sociales” de los riesgos tiende a perder de vista a las amenazas y las interrelaciones entre amenazas y vulnerabilidades. Las investigaciones recientes han vuelto a presentar mayor atención a las amenazas en una visión más holística del riesgo (Mansilla 1996)¹⁶

Se trata de construir un modelo de escenario de riesgo, que relacione tanto las amenazas y las vulnerabilidades, como las pérdidas y las estrategias de mitigación de las mismas. En este sentido, Winchester, 1992,¹⁷ definió el riesgo como una relación dinámica entre (1) vulnerabilidades, (2) amenazas, (3) pérdidas y daños, (4) estrategias de adaptación, en el marco de una determinada unidad social como el hogar. El riesgo deja de tener un valor objetivo y absoluto, pues incide en la percepción y valoración del riesgo por parte de la población y las estrategias de gestión que adoptan frente al riesgo determinarían el valor social del riesgo. Estas estrategias de gestión de la población están estrechamente relacionadas a la frecuencia, magnitud, predictibilidad y oportunidad de ocurrencia de las pérdidas y daños que

¹⁶ Mansilla, Elizabet (ed), 1966, *Desastres: modelo para armar*, LA RED, Lima

¹⁷ Winchester, Meter, 1992, *Power, Choice and Vulnerability: A case study in Disaster Mismanagement in South India*, James and James, London.

sufren, como resultado de la interacción entre amenazas y vulnerabilidad.

Como modelo, el concepto de escenario de riesgo enfatiza que la población no sólo es una víctima pasiva de amenazas naturales y vulnerabilidades estructurales, sino que activamente desarrolla estrategias de gestión de riesgos, que en el peor de los casos son estrategias de sobre vivencia, para mitigar las pérdidas y daños.

Tratando de sintetizar las amplias explicaciones que sobre el riesgo hace este enfoque, consideramos que el riesgo es el resultado del encuentro de procesos, tanto naturales como sociales, con las unidades sociales y sus estrategias de gestión. El riesgo deja de existir en términos puramente objetivos, el riesgo tiene un sujeto que lo experimenta, lo valora, lo acepta o lo rechaza y lo enfrenta de acuerdo a sus condiciones subjetivas y materiales de existencia. He ahí la importancia de las estrategias de gestión.

Las estrategias de gestión de riesgo de los grupos sociales pueden tener diferentes lógicas. En un intento por formalizarlas, varios autores proponen clasificaciones como la siguiente:

- a) Mitigación de amenazas, construcción de defensas ribereñas, estabilización de laderas, etc.

- b) Reducción de la vulnerabilidad física, técnica o de exposición, reubicación de asentamientos a lugares seguros, reforzamiento de estructuras,
- c) Reducción a la vulnerabilidad económica, facilitando el acceso a recursos, o a la diversificación de los medios de trabajo, diversificación de estrategias de producción o ingreso, etc.
- d) Reducción a la vulnerabilidad social o educación y salud.
- e) Reducción a la vulnerabilidad cultural, adoptando percepciones de amenazas, vulnerabilidades, y riesgo que facilite la evolución de estrategias positivas de mitigación, en vez del fatalismo.
- f) Reducción a la vulnerabilidad política, desarrollando formas de organización social y política que mejore la capacidad de negociación de la población para obtener acceso a servicios, créditos, activos, etc.

Diferentes combinaciones de estas estrategias pueden disminuir la exposición y aumentar la resistencia, resiliencia, aprendizaje y adaptación frente a diferentes patrones de pérdidas. Pero cuando los patrones de pérdidas se hacen más extremos, por acumulación acelerada de amenazas y vulnerabilidades, las opciones de gestión de riesgo se vuelven limitadas, reduciendo el espacio de maniobra de la población. En esta situación se aceptan ciertas pérdidas o “costos” y quizá “costo de oportunidad social”, es decir el costo de poder reducir y mitigar a otros. Las estrategias se vuelven defensivas o de sobre

vivencia. Esto no quita que en contextos más favorables las estrategias de gestión de riesgos puedan tener el carácter de “contraataque” combinando estrategias para reducir la pérdida.

Concluyendo, en el modelo de escenarios de riesgo, las amenazas están ubicadas en la confluencia de los procesos sociales y naturales, estos influyen tanto en la vulnerabilidad como en las amenazas. Las amenazas en su mayoría deberían describirse como socio naturales, particularmente aquellas como las inundaciones y deslizamientos, sequías, donde los patrones de intervención humana alteran de manera fundamental las características de las amenazas. Mientras las intensas precipitaciones pluviales o tempestades tropicales pueden considerarse como un evento natural, las inundaciones y deslizamientos que provocan serían determinados no sólo por factores, como la topografía y la geología, sino también por el tipo de cobertura vegetal y uso de la tierra, factores que son socialmente y no naturalmente determinados. La deforestación, extracción de agua subterránea, sobre pastoreo, minería a tajo abierto, destrucción de manglares y construcción de infraestructura, como represas y carreteras, son todos procesos que pueden generar nuevas amenazas y exacerbar los existentes.

2.2.2 Óptica de la Investigación

Nuestro interés no es hacer teoría de los riesgos, nuestro interés es actuar, intervenir en la solución de los problemas que se generan con los desastres y buscar mecanismos de reducción de las vulnerabilidades, es decir nuestro interés es hacer gestión de riesgos. Evidentemente para esto nos sirve la teoría que nos advierte de caminos y posibles resultados desde diferentes ópticas. En este sentido y dado los límites de nuestra investigación en términos de recursos y tiempos, adoptamos la siguiente estrategia de reflexión teórica:

En la teoría del riesgo.

Asumimos en sus aspectos más conceptuales el marco teórico planteado por el enfoque de escenarios de riesgo. Sólo para fines didácticos nos tomamos la libertad de simplificar simbólicamente en una expresión matemática el razonamiento de Winchester, 1992, porque la concepción del riesgo, para el autor, es una relación dinámica, procesal social, y las matemáticas están lejos de expresar con éxito estos procesos. El riesgo se entendería como:

$$R = A * V * P * E$$

A = Amenaza.

V = Vulnerabilidad.

P = Pérdida y daño.

E = Estrategia de gestión.

Destacamos el énfasis en el tema de la vulnerabilidad y su conceptualización como una percepción social que sopesa la amenaza en función de sus capacidades sociales tanto subjetivas como materiales, (cultura, ideología, capacidad económica, instrumentos o equipos y activos físicos, en otros términos diríamos, de su capital social, capital físico, capital tecnológico) y la magnitud del daño, con lo cuales le permiten generar respuestas permanentemente, en el extremo, de sobrevivencia. En esta conceptualización se puede tener como principio la búsqueda del cambio social, es decir no sólo de resistencia sino también de audacia para la transformación social. La conceptualización nos estaría dando un camino ordenado de planificación para apoyar el cambio. Sin embargo requeriría de la ampliación y afinamiento de algunos conceptos, como el de amenazas para que se comprenda su naturaleza de tipo físico como de tipo social.

Lo importante es el tema de la vulnerabilidad (V), es el tema matriz de la conceptualización del riesgo, y en este sentido los enfoques tanto de las ciencias aplicadas como el social lo consideran en su razonamiento, esto a nuestro entender, los hace útiles en función del sujeto, objeto y la escala de la investigación.

La amenaza (A) o peligro es otro tema importante que debemos saber traducir en el marco del enfoque de los escenarios. La amenaza debe

ser conceptualizada como socio natural, su causalidad tienen las dos dimensiones: naturales y sociales. Como explicábamos, las intensas precipitaciones pluviales pueden considerarse como un evento natural, pero las inundaciones y deslizamientos que provocan serían determinados por procesos sociales (deforestación) condicionados por factores físicos, como la topografía y la geología. La pérdida y daños (P) son aspectos que la percepción de los grupos sociales también realizan, quizá primariamente mediante la intuición de pérdidas altas, medianas o pequeñas, pero que al fin y al cabo se debe conocer para sopesar la capacidad de respuesta. En términos de la planificación del cambio, estos aspectos deben de medirse para asegurar la viabilidad de la respuesta: resistencia, cambio, adaptación, mitigación. En nuestro modelo esta variable la vamos omitir por facilidad informativa.

Las estrategias de gestión (E), es la aptitud y actitud del grupo o de los grupos sociales para enfrentar organizadamente las amenazas y en el extremo, el desastre. Este es un aspecto profundamente cultural y psíquico espiritual. Es un tema de la psicología y sociología social. Los patrones culturales son complejos y diversos, unos más motivadores que otros en función de objetivos y principios.

Lo anterior es la estimación del riesgo de manera puntual en un lugar determinado del espacio geográfico. Sin embargo este riesgo está condicionado por una realidad ambiental más global. El fenómeno del

Niño está determinado por condiciones climáticas globales, los terremotos son fenómenos globales, las precipitaciones pluviales, etc. Es decir los riesgos de cualquier micro región o localidad están condicionados por la geografía y la naturaleza ambiental del territorio nacional y este por las condiciones climáticas del planeta. El contexto ambiental global (CA) condiciona la existencia de los diversos riesgos ambientales locales y a su vez estos condicionan la evolución del contexto ambiental global. Por esta razón consideramos importante tener una variable interviniente (CA) que explique este proceso de condicionamiento (\leftrightarrow símbolo de condicionamiento)

Finalmente, a este marco conceptual debemos integrar el impacto del riesgo en el ordenamiento urbano (ordenamiento territorial). Siguiendo a Sebastián Hardy, del IRD, 2008, la vulnerabilidad de un sistema, por ejemplo el del agua potable, se transfiere a otros sistemas que conforman la funcionabilidad urbana, por ejemplo el sistema de salud, el de educación, el productivo industrial e inclusive el agrícola. Esto es ordenamiento urbano e interurbano. En la investigación estamos considerando la variable interviniente ordenamiento territorial, que es el contexto local o micro regional expresado en un tipo de ordenamiento territorial urbano que condiciona el nivel de riesgo de cualquier infraestructura pero que a su vez el riesgo específico condiciona el funcionamiento del área local o micro región.

De manera que nuestro modelo conceptual tendría la siguiente representación simbólica.

$$CA \leftrightarrow (R) \dots\dots\dots(1)$$

$$R = f (A * V * E) \dots\dots\dots(2)$$

$$OT \rightleftharpoons (R) \dots\dots\dots(3)$$

CA= Contexto Ambiental Global

R = Grado de Riesgo

OT= Contexto Local Urbano

La tarea es traducir todo esta conceptualización teórica en algo concreto, y para lo cual se ha elegido un caso: la infraestructura de agua potable en una localización específica con el fin de verificar las tendencias que se manifiestan a nivel global (país) tal como lo indican investigaciones ya realizadas por entidades publicas y privadas, así como las relaciones generales con el ordenamiento territorial local.

No se trata de una investigación exhaustiva del sistema de agua potable en sí. Se trata de un recurso metodológico para sopesar las tendencias del impacto de las amenazas sobre la infraestructura económica social y la capacidad de respuesta de los actores sociales.

En este sentido nos hemos auxiliado de los recursos metodológicos del profesor Hardy 2008, que con aplicación de matrices cualitativas y considerando que las vulnerabilidades de un sistema de agua potable pueden visualizarse de manera vertical como horizontal, se ha organizado la información tanto técnica como cualitativa que permita evaluar las variables más relevante de la formulación teórica y establecer una explicación estrictamente cualitativa del riesgo. En lo vertical, se entiende que las vulnerabilidades del sistema aguas arriba afecta los componentes aguas abajo por transmisión de la vulnerabilidad (la vulnerabilidad debido a factores intrínsecos y factores externos). En lo horizontal la vulnerabilidad del sistema puede afectar la vulnerabilidad de otros sistemas del entorno que forman parte de la funcionalidad urbana impactando el ordenamiento territorial urbano (educación, salud, producción, comercio).

En el enfoque de gestión de riesgos.

Como se ha indicado, el propósito es hacer análisis de riesgo y sugerir elementos para la gestión del riesgo. Esta ha tenido una evolución que ha seguido la evolución de los enfoques teóricos antes explicado. Actualmente esta técnica está alimentada por ese debate teórico y no puede ser todavía un producto acabado. Sin embargo es útil dar algunos antecedentes de su evolución y como se conceptualiza en nuestro marco teórico.

Evolución.

La gestión del riesgo es el proceso planificado, concertado, participativo e integral de reducción de las condiciones de riesgo de desastres, en la búsqueda del desarrollo sostenible (Chuquisengo y Gamarra, 2005). Este concepto que ha sido adoptado por la EIRD de las Naciones Unidas, nace en contraposición a la postura convencional que limitaba la reducción de desastres a las actividades de atención a emergencias y al enfoque físico en el análisis de riesgos (enfoque de las ciencias naturales). En consecuencia, la reducción del riesgo y de los desastres debe fundamentarse en la modificación o transformación de las condiciones que generan el riesgo y en el control externo de sus factores. Ello implica tomar decisiones colectivas sobre los niveles y formas de riesgo que una sociedad puede asumir como aceptables en un período determinado.

Es útil mencionar que el concepto: "Gestión de Riesgos" ha tenido una evolución permanente, como ya se ha indicado, y de ella se pueden destacar los siguientes episodios:

En los 70 y en la época anterior a ésta década, se concebía a los "desastres" como símil de "emergencias", y por ello se desarrolló muchos estándares y parámetros para la respuesta en situaciones de emergencia y para el apoyo a las víctimas. Se privilegiaba los enfoques de la cruz roja, de los bomberos, de los médicos, etc. El problema era

que no se entendía a los desastres en toda su magnitud y se creía que son eventos inevitables y de origen natural y divino. Entre los años 70 y 80 se planteó serios cuestionamientos al enfoque emergencista y se empezó a diferenciar la prevención de la preparación para emergencias. Desde entonces se empezó a hacer énfasis en la etapa antes del desastre y en la reducción de la ocurrencia de eventos catastróficos. Toda esta filosofía fue promovida por organismos internacionales como OEA, OPS, etc.

En los años 90 se produjeron graves crisis humanitarias a partir de los conflictos en África, Asia y Europa, y esto llevó a replantear aún más los enfoques tradicionales. Paralelamente, la Organización de las Naciones Unidas declara la década de 1990 al 2000 como el: "Decenio Internacional para la Reducción de Desastres (DFID)". Un avance sustancial fue que se empezó a entender la gestión de riesgos como parte elemental del desarrollo sostenible. Desde entonces se está realizando muchos esfuerzos por insertar la reducción de riesgos en las agendas de desarrollo.

Desde finales de los 90 e inicios del presente milenio, se introdujo el enfoque de Derechos en la gestión de riesgos, enfatizándose así la importancia del desarrollo de capacidades y de la participación local. Cada vez se reconoce más la importancia de las acciones y decisiones cotidianas en la transformación o eliminación de riesgos. Durante los

últimos años éste enfoque se ha fortalecido. En el año 2000, internacionalmente se aprobó una política de derechos humanos que considera tres componentes básicos: inclusión, participación y cumplimiento de obligaciones. Ello implica que se debe buscar: desterrar la exclusión e inequidad, promover la participación y la organización, hacer valer derechos pero también asumir obligaciones y responsabilidades, fomentar las alianzas entre los distintos actores para superar la pobreza, promover el diálogo intercultural, y desarrollar lo que actualmente se denomina capital humano y social.

No hay que olvidar que bajo el enfoque de gestión de riesgos, los desastres son una construcción social, porque la vulnerabilidad es un producto totalmente humano y es la causa principal de los desastres. Además, las amenazas cada vez son menos naturales, y las capacidades siempre dependen de las personas. Entonces, los desastres se pueden prevenir actuando sobre sus causas, para ello el centro de las acciones ya no debe ser el desastre sino las condiciones de riesgo existentes que pueden dar lugar a desastres.

Escenarios de riesgo.

Un modelo de gestión de riesgo consiste en construir la información mínima que permita calcular el riesgo que se va a asumir, y prever las reservas (financieras, sociales, psicológicas, emocionales, etc.) que permitirían la supervivencia en condiciones adecuadas, a pesar de la

ocurrencia de ciertos impactos probables en determinado período de tiempo. Ello, teniendo en cuenta los conflictos de intereses y los diferenciados niveles de conocimiento. Pero hay dos escenarios fundamentales en los que se debe trabajar: en el presente y en el futuro.

La gestión correctiva o compensatoria, que se refiere a la adopción de medidas y acciones de manera anticipada para promover la reducción de la vulnerabilidad. Se aplica en base a los resultados de los análisis de riesgos y teniendo en cuenta la memoria histórica de los desastres. Busca fundamentalmente revertir o cambiar los procesos que construyen los riesgos.

La gestión prospectiva, que implica adoptar medidas y acciones en la planificación del desarrollo para evitar nuevas vulnerabilidades o amenazas. Se desarrolla en función del riesgo "aún no existente" y se concreta a través de regulaciones, inversiones públicas o privadas, planes de ordenamiento territorial, etc. Hacer prospección implica analizar el riesgo a futuro para definir el nivel de riesgo aceptable. Y para que sea exitosa, se requiere un alto grado de voluntad política, compromiso social y conciencia pública. Lavell (2003), indica que los siguientes mecanismos deben aplicarse y se deben reforzar mutuamente.

- a) La introducción de normativas y metodologías que garanticen que todo proyecto de inversión analice integralmente los riesgos que enfrenta y genera.
- b) La creación de normativas sobre el ordenamiento territorial.
- c) La búsqueda de usos productivos alternativos para territorios peligrosos.
- d) La promoción de tecnologías accesibles y seguras, mediante normativas y programas.
- e) El fortalecimiento de los niveles locales de gobierno, sobretodo de sus capacidades.
- f) La continúa sensibilización y capacitación sobre gestión de riesgos, teniendo en cuenta las particularidades de cada actor (entes privados y estatales, cooperación internacional, organizaciones de la sociedad civil).
- g) El establecimiento de penas y estímulos eficaces para inducir comportamientos.
- h) La instrumentación de esquemas de uso de recursos naturales y ecosistemas que garanticen el desarrollo sostenible.
- i) La reforma de los currículos para la educación ambiental.
- j) El fomento de una cultura de seguridad con desarrollo.
- k) La creación de espacios de participación ciudadana y de vínculos más estrechos entre los tomadores de decisiones y los actores locales.

- l) La preparación para la respuesta a emergencias, que implica estar siempre alertados y bien preparados para cualquier eventualidad, de tal modo que los costos asociados a las emergencias sean menores, el cuadro de daños sea reducido y la resiliencia sea alta.

Actualmente se trata de privilegiar la gestión prospectiva porque ataca las causas de los desastres, y es el modo más eficiente para reducir los daños que se podrían generar. A pesar de ello, hasta ahora la mayor parte de políticas estatales en todo el mundo han dado más énfasis a la respuesta ante emergencias. El inconveniente de persistir en una política sesgada a ésta fase de la gestión de riesgos es que favorece el asistencialismo más no el desarrollo y además sólo logra un alivio temporal.

También es usual que exista mucho apoyo para los procesos de rehabilitación después de desastres. En realidad si dichos procesos están bien concebidos, representan una oportunidad para el fortalecimiento de las organizaciones locales y para fomentar un ordenamiento territorial más adecuado. La reconstrucción va ligada a la rehabilitación pues tiene fines similares pero su valor agregado es que pretende eliminar o reducir al máximo las limitaciones existentes antes del desastre, y por eso con ella se podría cerrar el ciclo de la gestión de riesgos mediante el planteamiento y la implementación de estrategias de prevención.

Todas las etapas de la gestión de riesgos son importantes, y el manejo de las mismas debe ser integral. Sin embargo existe déficit respecto a la capacidad organizativa y a las tecnologías apropiadas y disponibles para aplicar en cada etapa.

Nuestra posición en relación a la gestión del riesgo.

A modo de conclusión, asumimos la idea que si profundizamos con responsabilidad social la teoría de los riesgos ambientales que en el acápite anterior hemos formulado, podremos encontrar una gama de posibilidades motivadores para emprender una planificación del cambio social. En esta perspectiva la gestión de riesgo es estratégica en la transformación social. No hay que olvidar que la gestión de riesgos no se reduce a una obra o una acción concreta, se refiere al proceso por medio del cual un grupo humano toma conciencia del riesgo que enfrenta, lo analiza y lo entiende, considera las opciones y prioridades en términos de su reducción, considera los recursos disponibles y diseña las estrategias e instrumentos necesarios para enfrentarlo, negocia su aplicación y toma la decisión de implementarlas.

De otro lado, la gestión de riesgos en el ámbito empresarial ha evolucionado de manera veloz, pero está más relacionada a los sistemas integrados para el aseguramiento de la calidad, por ejemplo: en la producción, en lo que respecta a salud ocupacional, en la protección del medio ambiente y en lo referido a la responsabilidad

social. Sin embargo, el enfoque que adquiere la gestión de riesgos en el contexto empresarial en muchos casos se limita a minimizar la probabilidad de pérdidas y de accidentes ocupacionales, y a asumir una serie de compromisos para mejorar la imagen y el desempeño de cada área de la empresa. Esto desde ya es un gran avance, pero realmente son pocos los casos donde se aplica la gestión de riesgos con una perspectiva integral y de largo plazo. Fundamentalmente lo que suele faltar es el reconocimiento de la empresa como un actor clave para el desarrollo, y la interiorización de dicha idea entre los empleados.

Es interesante mencionar la experiencia que se está dando en Quito - Ecuador, para lograr sostenibilidad del sistema de agua potable y saneamiento de esta ciudad de más de dos millones de habitantes. Una ciudad a 3 mil msnm tiene riesgos ambientales muy altos en este tipo de infraestructura, sobre todo en las zonas de captación donde la deforestación y la contaminación de fuentes de agua es una dramática realidad. Aquí con la iniciativa de empresa transnacionales (cerveza y aguas minerales) y activa participación del gobierno municipal y la sociedad civil, se ha conformado un fideicomiso o fondo financiero de largo plazo para respaldar proyectos de inversión que reforesten y descontaminen, asegurando la sostenibilidad del activo (Seminario Taller sobre Fondo de Financiamiento para Agua Potable y Saneamiento, celebrado en Lima, 10 Feb. 2009).

El potencial de los sistemas integrados de gestión (la mayor parte de ellos, voluntarios) es que están basados en la mejora continua, en la promoción de la innovación, en la capacitación constante y en el cumplimiento de estándares que son fiscalizados permanentemente; y por lo tanto, tienen una gran flexibilidad para adoptar enfoques más completos. Sin embargo, existen aún dos retos importantes:

- a) Que el sector industrial incluya en sus sistemas integrados de gestión, el enfoque de gestión de riesgos, inclusive con la perspectiva de derechos, y que se reanalice el rol de la empresa en cada contexto y la contribución real de la misma al desarrollo humano sostenible.
- b) Que los diferentes entes del estado (responsables oficialmente de la gestión de riesgos) y en general todos los ciudadanos, obtengan lecciones de éstos sistemas y adopten algunos de sus principios, de tal modo que logren una eficiencia mayor en su accionar.

2.2.3 Riesgo ambiental en el Perú.

La problemática ambiental plantea un reto crucial, pues puede impedir el desarrollo sostenible del Perú e inflige un elevado costo a la sociedad, que afecta especialmente el sustento de la población pobre (51.0% de la población). Esta parte de la población, por ejemplo, es especialmente vulnerable a los desastres naturales, a las enfermedades transmitidas por el agua y la contaminación atmosférica

urbana e intradomiciliaria. En esta investigación interesa mostrar que el territorio peruano por su especial conformación geofísica está sometido a desastres ambientales permanentes que deben llamar la atención de la sociedad para mitigar sus costos y prevenir los efectos nocivos, en especial en la infraestructura económica-social, tal como los sistemas de agua y saneamiento, que de por sí presentan vulnerabilidades que contribuyen, entre otros aspectos, al deterioro de la salud.

La información y los desastres.

Curiosamente mientras más información sobre los desastres circula en el mundo, surgen mayores dudas acerca de su esencia y las causas que los originan. Para algunos, el desastre es simplemente un fenómeno de la naturaleza sobre el que no podemos adelantarnos y al que se debe responder una vez que se ha producido; mientras que para otros, el desastre es predecible y previsible. Al respecto, existe un gran debate acerca de cómo los seres humanos estamos contribuyendo a crear condiciones de riesgo de desastre al romper los equilibrios naturales (producto de la emisión de gases de efecto invernadero, el inadecuado manejo del agua y del suelo, la desertificación, etc.) y al aumentar la vulnerabilidad de grandes contingentes humanos. Nuestras decisiones no son naturales y están influyendo cada vez más en los riesgos de desastres.

Tampoco es fácil ponerse de acuerdo en cuanto a las cifras de desastres que ocurren cada año. Recientemente, el autor de un sugerente trabajo sobre la prevención de la pobreza (Chacaltana, Juan. ¿Se puede prevenir la pobreza? Lima 2006) comentaba, sobre la base de la información de una institución Norteamericana, que el Perú es un país que experimenta solo cuatro o cinco desastres al año, mientras que en la base de datos “Desinventar” del ITDG -soluciones prácticas, se tiene registrados más de novecientos desastres por año, cifra que coincide con la información que maneja el Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú. En parámetros tan amplios caben, por cierto, todas las posibilidades; pero, lo que queda claro es que no estamos entendiendo los conceptos de la misma manera.

En algunos estudios realizados en América Latina, se advierte, por ejemplo, que los pequeños desastres sumados están causando más impacto en la región que los de mayor magnitud. Las investigaciones sobre pobreza aportan conclusiones relevantes al plantear la tesis de que el salto hacia situaciones de pobreza se relaciona con los desastres locales puntuales que cambian la vida de mucha gente.

Pero el mayor problema que enfrentamos deriva de la insuficiencia de los estudios históricos, las cronologías y demás información que debería orientarnos sobre la recurrencia de los fenómenos destructivos y los contextos en que sucedieron. En la medida en que recurrimos a

diferentes fuentes para conocer la historia y naturaleza de los desastres naturales o antrópicos hemos encontrado desastres que por el número de víctimas deberían estar considerados entre los grandes desastres en el mundo, pero ni siquiera son conocidos en el Perú, pues no ocurrieron en las ciudades principales o fueron olvidados con el tiempo. Como ejemplo tenemos el terremoto de 1970, uno de los desastres más conocidos en el mundo, y que sirve para ilustrar los niveles de desinformación en que nos movemos. La cifra oficial indica que hubo 69.000 víctimas, que representaron casi el 10% de la población departamental de esa época; una ciudad desaparecida: Yungay, que ha quedado como el símbolo de la desgracia y grandes daños en Huaraz, Chimbote y otras localidades. Esto es lo que todos sabemos que ocurrió. Sin embargo lo que muy pocos conocen es el sufrimiento de las poblaciones rurales, aquí se verificó la desaparición de pueblos sin dejar rastros, algunos de los cuales ni se recuerdan porque no figuraban en los mapas. Los datos incompletos de la realidad tuvieron efectivamente sus consecuencias. El enorme esfuerzo de reconstrucción y recuperación se redujo a las concentraciones urbanas de la sierra y la costa, pero no se consideró a los distritos y caseríos rurales localizados en medio de los Andes.

Entender la dinámica económica, social y política de cada época es aproximarse a la materia de los riesgos de desastres. ¿Estamos construyendo un hábitat más seguro o estamos acrecentando los

riesgos con nuestras propias decisiones? Superar la mirada fatalista de que cada cierto tiempo debemos recibir la ira divina en forma de alguna alteración de la naturaleza es fundamental para poder prever y organizar respuestas, al desafío de vivir en una geografía accidentada y rebelde como la peruana.

Disponer de capacidad para reducir y manejar los riesgos es un objetivo que debe ser ganado trabajando sobre él. Estas son tareas de aprendizaje, organización, preparación y práctica continua, incluso cuando se desencadenen eventos de mayor peligro. Son muchas las vidas que se pueden salvar y los daños que pueden ser minimizados si tenemos en claro lo que nos amenaza y la manera de enfrentarlo. El principio de que una población capacitada, organizada y participante reduce el riesgo de desastres es el eje de todo cambio de actitud para desarrollar la sostenibilidad del hábitat.

Las amenazas de desastres en el Perú.

La amenaza ambiental es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino, derivado de condiciones naturales o de la propia acción del hombre, y que puede determinar serios estragos para la población o infraestructura ubicada en el lugar de ocurrencia (desastre). Para los fines de la investigación es conveniente tener un conocimiento general de las principales amenazas ambientales a que está sometido el territorio.

En el Perú, se demuestra que existe una amenaza constante de eventos destructivos. La compleja geografía del Perú es producto de intensos procesos geomorfológicos y de la acción de fuerzas naturales que han ido modelando el paisaje, creando escenarios de mucha belleza y, al mismo tiempo, de fuerte desafío para la vida humana. La tierra, el agua, el aire, los hielos, las montañas, el mar, el subsuelo, los bosques, los desiertos, los páramos, son materias en movimiento, cuyos elementos de riesgo pueden ser comprendidos y anticipados, moderados o agravados, dependiendo de nuestra propia acción sobre ellos.

Los fenómenos de mayor potencial destructivo que se registran en el país son: los terremotos, las inundaciones, los huaycos, aluviones y las sequías. Mención aparte merecen las erupciones volcánicas, las cuales no se han producido en forma severa desde hace más de cuatrocientos años. Sin embargo, Perú tiene una zona volcánica bien definida con más de doce volcanes activos, ubicados en el sur del territorio que se extiende desde Ayacucho hacia Arequipa, Moquegua y Tacna.

Las amenazas sísmicas.

La posibilidad de ocurrencia de terremotos constituye uno de los mayores peligros en nuestro país. La actividad sísmica en el Perú tiene un amplio desarrollo, cuyo origen está relacionado con las condiciones tectónicas regionales y locales, y con las condiciones locales de los

suelos, que determinan la aceleración y la severidad de sacudimiento, y que a su vez van a tener notable influencia sobre las estructuras. En el país, existen dos grandes regiones sismo génicas:

- La zona de subducción de placas tectónicas, generada por la interacción de las placas Sudamericana (continental) y la de Nazca (submarina), las cuales interactúan generando fricciones. Estas producen energía que es liberada de manera violenta a modo de sismos. Esta es la principal causa de los mayores terremotos registrados en el país. Toda la franja costera y litoral del océano Pacífico es el escenario donde repercuten los movimientos que ocurren en la profundidad. Las ciudades y pueblos de la costa peruana, y aquellos que ocupan los contrafuertes de la cordillera occidental sienten los mayores impactos. Los sismos ocurridos en la zona de subducción pueden generar tsunamis y aumentar los efectos destructivos sobre las poblaciones.

- Fallas geológicas activas. Los sismos que generan estas fallas son por lo general de menor magnitud, pero el desatarse muy cerca de la superficie, alcanzan un gran poder destructor reflejado en la fuerza del sacudimiento y en la intensidad registrada en las estructuras. Las zonas sismo génicas continentales corresponden a segmentos que corren paralelos a la Cordillera de los Andes. Una de ellas está ubicada en la vertiente oriental de los Andes y abarca los departamentos de

Amazonas y San Martín, y se extiende hacia el sur, a los departamentos de Huánuco, Pasco, Junín, Ayacucho, Cusco y Puno. Otro segmento recorre los valles interandinos desde Cajamarca hasta Ancash. Un tercer segmento está en el norte del Perú, en Piura, y se extiende hacia el Ecuador.

Entre los desastres más fuertes y el más informado por su gravedad tenemos el terremoto del 31 de mayo de 1970. El epicentro se dio en el Océano Pacífico frente a las costas de Chimbote. El terremoto se sintió en toda la costa y sierra central del Perú, pero los efectos más devastadores ocurrieron en el Callejón de Huaylas, en el departamento de Ancash.

Presentamos un cuadro del Centro Nacional de Sismología, donde se contabilizan los terremotos de los últimos 80 años y que muestran la constante amenaza de este fenómeno de la naturaleza.

Cuadro N° 01 Terremotos en el Perú 1921 – 2001.

FECHA	HORA UTC	LATITUD GMT	LONGITUD GMT	PROFUNDIDAD KM	MAGNITUD INTENSITY RICHTER MAXIMUN
1921/12/18	152935.0	-04.11	-72.04	630.0	7.5
1922/10/11	144950.0	-16.00	-72.50	50.0	7.6
1928/05/14	221446.0	-05.19	-78.34	30.0	6.2
1932/06/25	023141.0	-06.50	-81.50	0.0	6.4
1940/05/24	163357.0	-11.22	-77.79	50.0	6.6
1941/09/18	131409.0	-13.67	-71.96	100.0	7.0
1942/08/24	225027.0	-15.55	-74.74	70.0	6.7
1943/02/16	072835.0	-15.00	-72.00	190.0	6.0
1946/09/30	005940.0	-14.33	-76.66	50.0	6.0
1946/11/10	174253.0	-08.47	-77.86	15.0	6.9
1947/11/01	145853.0	-11.26	-75.09	100.0	6.2

FECHA	HORA UTC	LATITUD GMT	LONGITUD GMT	PROFUNDIDAD KM	MAGNITUD INTENSITY RICHTER MAXIMUN
1948/05/11	085541.0	-17.50	-70.25	70.0	7.4
1948/05/28	053616.0	-13.00	-76.50	60.0	6.0
1948/07/20	110217.0	-16.24	-74.24	30.0	6.1
1949/04/25	135459.0	-19.75	-69.00	0.0	6.4
1950/06/07	165234.0	-04.90	-76.74	150.0	6.2
1950/12/09	213848.0	-23.50	-67.50	100.0	7.0
1950/12/10	025042.0	-14.25	-75.75	80.0	7.1
1953/12/12	173125.0	-03.88	-80.45	30.0	6.7
1956/01/08	205413.0	-19.00	-70.00	11.0	6.3
1958/01/15	191429.0	-16.50	-72.00	60.0	7.0
1958/07/26	173709.0	-13.50	-69.50	630.0	6.9
1959/01/26	205850.0	-04.50	-82.50	33.0	6.0
1959/02/07	093654.0	-04.21	-81.11	40.0	6.2
1959/02/11	195705.0	-04.00	-82.50	33.0	6.4
1959/07/19	150610.0	-15.00	-70.50	200.0	7.1
1960/01/13	154034.0	-16.15	-72.14	60.0	6.2
1960/01/15	093024.0	-15.00	-75.00	70.0	6.9
1960/07/04	080207.0	-08.00	-71.00	600.0	6.1
1960/09/24	135833.0	-03.00	-75.90	146.0	6.3
1961/04/27	175214.0	-13.20	-75.10	83.0	6.1
1961/08/19	050949.0	-10.80	-71.00	649.0	6.0
1961/08/31	014839.0	-10.40	-70.70	605.0	6.9
1961/08/31	015708.0	-10.50	-70.70	629.0	7.3
1962/04/18	191437.2	-10.00	-79.00	39.0	6.7
1963/04/13	022057.9	-06.20	-76.50	125.0	6.1
1963/08/15	172505.9	-13.80	-69.30	543.0	7.3
1963/08/29	153031.4	-07.10	-81.60	23.0	7.0
1963/09/17	055435.8	-10.78	-78.27	61.0	6.7
1963/09/24	163016.0	-10.75	-78.24	80.0	6.0
1963/11/03	031012.0	-03.50	-77.80	18.0	6.0
1964/01/26	090935.3	-16.36	-71.62	116.0	6.1
1966/10/17	214157.6	-10.83	-78.65	37.0	6.4
1967/02/15	161112.8	-09.12	-71.30	600.0	6.1
1967/09/03	210732.0	-10.63	-79.68	35.0	6.2
1968/06/19	081334.6	-05.57	-77.13	16.0	6.2
1970/05/31	202331.8	-09.27	-78.84	71.0	6.4
1970/05/31	204552.7	-10.04	-78.48	50.0	6.0
1970/07/31	170806.0	-01.50	-72.54	644.0	6.5
1970/12/10	043439.4	-04.06	-80.66	20.0	6.3
1971/07/27	020246.1	-02.87	-77.32	94.0	6.4
1972/03/20	073348.2	-06.80	-76.80	36.0	6.1
1974/01/05	083351.1	-12.39	-76.29	91.0	6.1
1974/10/03	142134.3	-12.28	-77.54	21.0	6.2
1974/11/09	125954.6	-12.52	-77.59	12.0	6.0
1974/12/05	115732.6	-07.72	-74.41	160.0	6.0
1975/03/18	172125.8	-04.35	-77.02	111.0	6.2
1976/04/09	070850.5	-00.80	-79.58	16.0	6.0
1977/12/31	075317.2	-15.42	-71.71	143.0	6.0
1979/02/16	100854.2	-16.58	-72.57	52.0	6.2

FECHA	HORA UTC	LATITUD GMT	LONGITUD GMT	PROFUNDIDAD KM	MAGNITUD INTENSITY RICHTER MAXIMUN
1980/05/26	184143.0	-19.49	-69.28	103.0	6.0
1982/03/28	232451.3	-12.77	-75.98	88.0	6.0
1982/11/19	042714.0	-10.61	-74.69	14.0	6.3
1982/11/19	042714.5	-10.03	-74.04	60.0	6.0
1983/04/12	120754.4	-04.84	-78.09	102.0	6.4
1985/08/21	112627.5	-09.16	-78.88	45.0	6.1
1985/08/21	112621.6	-09.53	-79.32	85.0	6.1
1986/11/23	013921.9	-03.37	-77.41	88.0	6.3
1986/11/23	013948.4	-03.57	-77.64	106.0	6.4
1987/08/13	152307.1	-17.90	-70.95	39.0	6.1
1988/04/12	231955.4	-17.21	-72.25	33.0	6.1
1989/05/05	182840.2	-08.24	-71.41	604.0	6.4
1989/05/05	182839.4	-08.28	-71.38	593.0	6.4
1989/11/29	010015.3	-15.81	-73.24	71.0	6.1
1990/05/30	023437.7	-06.03	-77.26	33.0	6.2
1990/10/17	143013.1	-10.97	-70.78	599.0	6.7
1991/04/04	152322.0	-06.09	-76.91	21.0	6.0
1991/04/04	152320.7	-06.04	-77.13	21.0	6.0
1991/04/05	041945.6	-05.95	-76.90	20.0	6.5
1991/04/05	041949.5	-05.98	-77.09	20.0	6.5
1991/05/24	205052.0	-17.05	-71.03	159.0	6.3
1991/05/24	205055.8	-16.51	-70.70	128.0	6.3
1991/07/06	121945.7	-13.60	-72.40	148.0	6.3
1992/07/13	181127.7	-04.04	-76.64	90.0	6.0
1992/07/13	181134.0	-03.92	-76.63	100.0	6.2
1994/01/10	155329.5	-10.87	-67.24	650.0	6.0
1994/05/10	014909.9	-19.79	-71.00	36.0	6.2
1994/05/10	063905.8	-17.10	-74.13	43.0	6.1
1994/06/09	003307.5	-11.16	-66.92	620.0	7.7
1995/05/ 2	060619.1	-04.78	-77.00	151.0	6.2
1996/02/21	125055.0	-09.85	-80.54	164.0	6.5
1996/02/21	125055.4	-09.83	-80.28	18.0	6.2
1996/11/12	165937.8	-15.31	-76.05	14.0	6.4
1997/10/28	061517.7	-04.33	-76.88	36.0	6.2
V Pucallpa, Contamana					
1998/04/03	220138.3	-08.00	-74.08	231.0	6.2
IV - V Arequipa					
1998/10/08	045141.4	-16.23 -	71.86	140.0	6.0
1999/01/25	181858.5	-05.62	-74.48	64.0	6.1
1999/04/03	061717.1	-16.60	-72.82	93.0	6.0
VI Caravelí, Camaná					
2001/06/23	153314	-16.26	-73.64		8.4

Fuente: Centro Nacional de Sismología

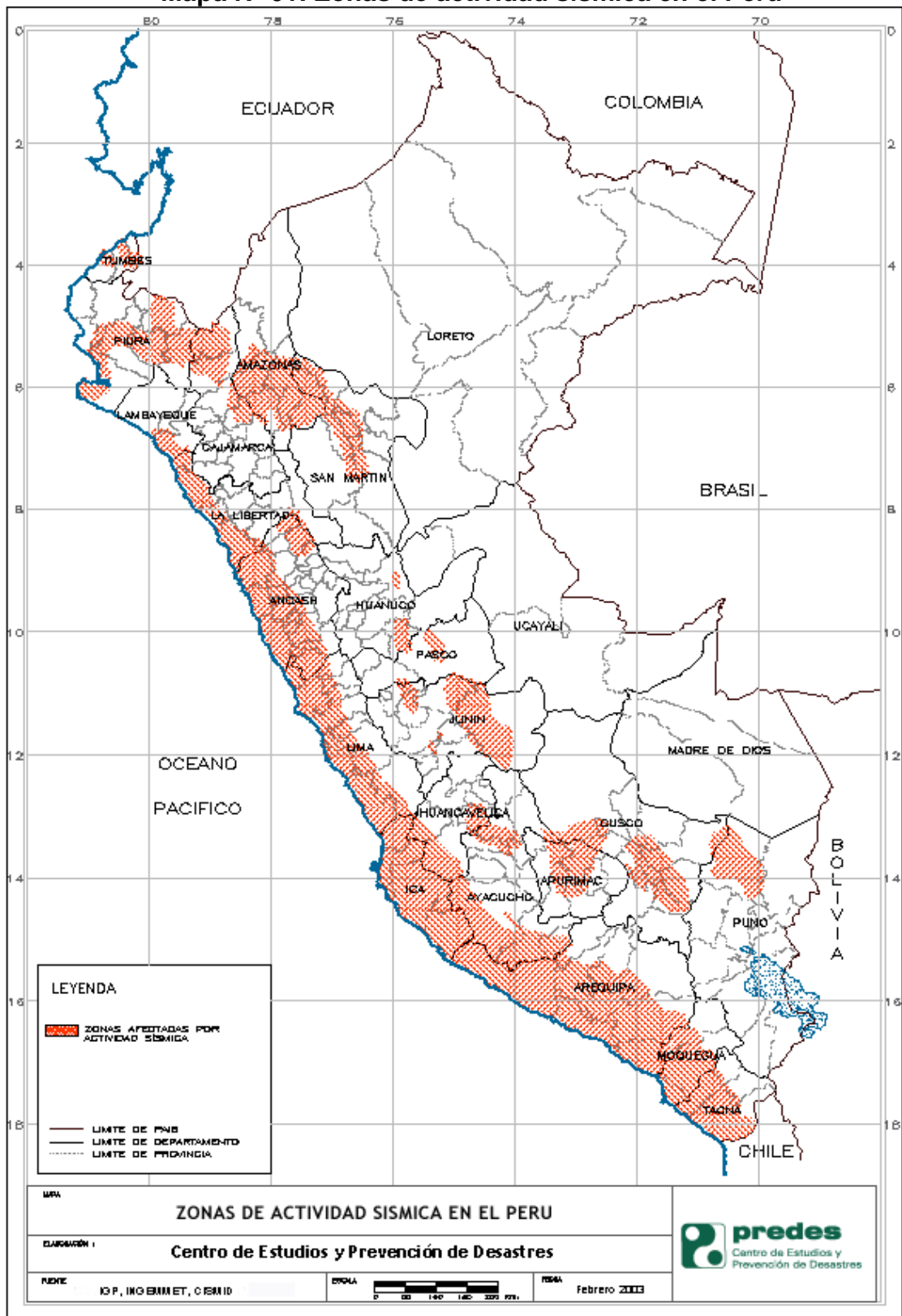
El Terremoto del sur del Perú de 2001 fue de magnitud 8.4 ocurrido a las 20:33:14 UTC (15:33:14 hora local) un sábado 23 de junio de 2001,

latitud 16.26S, longitud 73.64O y afectó los departamentos peruanos de Arequipa, Moquegua y Tacna. Este fue el más devastador terremoto del Perú desde la catástrofe de 1970 en Ancash y globalmente el más largo registrado y el mayor desde el terremoto de la Isla Rat de 1965. El terremoto dejó un número de muertes de 240 personas, incluyendo 26 que murieron como consecuencia del posterior tsunami, que también causó la desaparición de 70 personas. El bajo número de muertos fue al menos parcialmente, debido a que el tsunami afectó la mayoría de ciudades turísticas fuera de temporada y se golpeó durante la marea baja. Aproximadamente 2.700 personas fueron afectadas por el terremoto, 17.500 casas fueron destruidas y 35.550 dañadas directamente en los alrededores de las ciudades de Arequipa, Camaná, Moquegua y Tacna. El terremoto también se sintió con gran intensidad en el norte de Chile.

Finalmente, el Terremoto del Perú de 2007 fue un sismo registrado el 15 de agosto de 2007 a las 23.40.57 UTC (18:40:57 hora local) con una duración cerca de 210 segundos (3 min 30 s). Su epicentro se localizó en las costas del centro del Perú a 40 kilómetros al oeste de Chincha Alta y a 150 km al suroeste de Lima, y su hipocentro se ubicó a 39 kilómetros de profundidad. Fue uno de los terremotos más violentos ocurridos en el Perú en los últimos años; el más poderoso (en cuanto a intensidad y a duración), pero no el más catastrófico, desde ese punto de vista el terremoto de 1970 produjo miles de muertos. El siniestro,

que tuvo una magnitud de 8,1 grados en la escala sismológica de magnitud de momento y VII-IX en la escala de Mercalli, dejó 1.000 muertos, casi 2.000 heridos, 76.000 viviendas totalmente destruidas e inhabitables y cientos de miles de damnificados. Las zonas más afectadas fueron las provincias de Pisco, Ica, Chincha, Cañete, Yauyos, Huaytará y Castrovirreyna. El mapa ubica las zonas de actividad sísmica en el país.

Mapa N° 01: Zonas de actividad sísmica en el Perú



Fuente: Centro de Estudios y Prevención de Desastres SENAMHI

Las amenazas de inundaciones.

Las inundaciones básicamente se producen cuando el cauce de una cuenca no soporta el volumen de agua procedente de las precipitaciones pluviales abundantes y, por lo tanto, el agua se desborda, lo que afecta centros poblados u obras de infraestructura. Una inundación también es el evento en el cual el caudal que discurre por un cauce supera la capacidad de éste y ocupa las áreas adyacentes, dependiendo de las pendientes para que lo haga con mayor o menor fuerza. En cualquier caso, estos eventos son siempre destructivos y ocasionan mayor daño cuanto más violento es el desplazamiento del agua y los sedimentos que vienen con ella. En planicies con pendientes suaves, la inundación tiene un menor efecto erosivo; pero si el flujo tiene una menor velocidad, ocasiona que algunos tipos de estructuras sufran serios daños, irreversibles en muchos casos, lo que origina pérdidas notables en la propiedad.

Las inundaciones ocurren en muchas regiones del país, principalmente alrededor de las cuencas de los ríos más grandes. Los desbordes laterales de los ríos, lagos y el mar pueden cubrir temporalmente terrenos bajos, adyacentes a sus riberas, llamadas zonas inundables. Se producen entre fines y comienzo de un nuevo año, en relación con la temporada de lluvias y tienden a intensificarse con el Fenómeno El Niño. Los desbordes e inundaciones se producen en mayor medida en las llanuras ribereñas o terrazas de inundación donde están

emplazadas muchas ciudades del país. En la costa, existen 53 cuencas cuyos ríos se originan en los Andes y drenan en el océano Pacífico. La mayor parte de ellos son solo de régimen temporal: tienen agua durante diciembre a abril y permanecen con muy poca agua o secos el resto del año.

En la sierra y selva, existen 42 cuencas que conducen sus aguas hacia el Atlántico. Hay 7 cuencas alrededor del lago Titicaca. Las inundaciones, en el caso de los ríos de la costa y los de la vertiente del lago Titicaca, ocurren principalmente en los tramos finales, antes de su desembocadura. En esta zona, se sedimentan los materiales de arrastre transportados desde las cuencas medias a altas y luego se depositan en el lecho de los ríos. Por esta razón, cada año los ríos desbordan con menor caudal. Los caudales incrementados de los ríos también producen la erosión y desplome de los taludes laterales del cauce, cortando así las carreteras que generalmente discurren paralelas a ellos; afectan también bocatomas y otra infraestructura y los terrenos de cultivo ubicados en las márgenes.

Las inundaciones asociadas al Fenómeno El Niño se caracterizan por ser inducidas por precipitaciones pluviales intensas. Durante el ocurrido en 1997-1998, se incrementó extraordinariamente el nivel de lluvias en la costa norte en las regiones de Tumbes, Piura y parte de Lambayeque, donde llovió continuamente durante cuatro meses. En

otras regiones localizadas al sur, también se produjo lluvias intensas en las partes medias y altas de las cuencas, aunque no de manera continua; sin embargo, fueron suficientes para producir la crecida extraordinaria de los caudales de los ríos y provocar inundaciones en ciudades importantes como Trujillo, Chimbote, Ica, etc.

En general, las inundaciones causan muchos daños en las viviendas, terrenos de cultivos y otras infraestructuras vitales, sistemas de alcantarillado que se bloquean y colapsan, al igual que en los sistemas de agua. Asimismo, el empozamiento y encharcamiento de aguas facilitan la reproducción de insectos o vectores de la malaria, el paludismo, el dengue y otras enfermedades tropicales que afectan masivamente a la población.

La información estadística proporcionada por el Instituto Geofísico del Perú muestra las intensas precipitaciones pluviales que periódicamente se dan en el territorio en los meses de Diciembre y Mayo, con sus consecuentes impactos en el espacio geográfico. Hemos tomado aspectos del análisis realizado en el mes de Mayo de 1999 como muestra de lo que constantemente se repite a lo largo de los años. En la investigación “Análisis de las precipitaciones que causaron desastres en el Perú, de enero a mayo de 1999” de José Manuel Gálvez Chavarri-Centro de Predicción Numérica del Tiempo y Clima (18), y

¹⁸ Revista de Trabajos de Investigación. CNDG – Biblioteca Instituto Geofísico del Perú (2000), Lima, p. 29 - 36

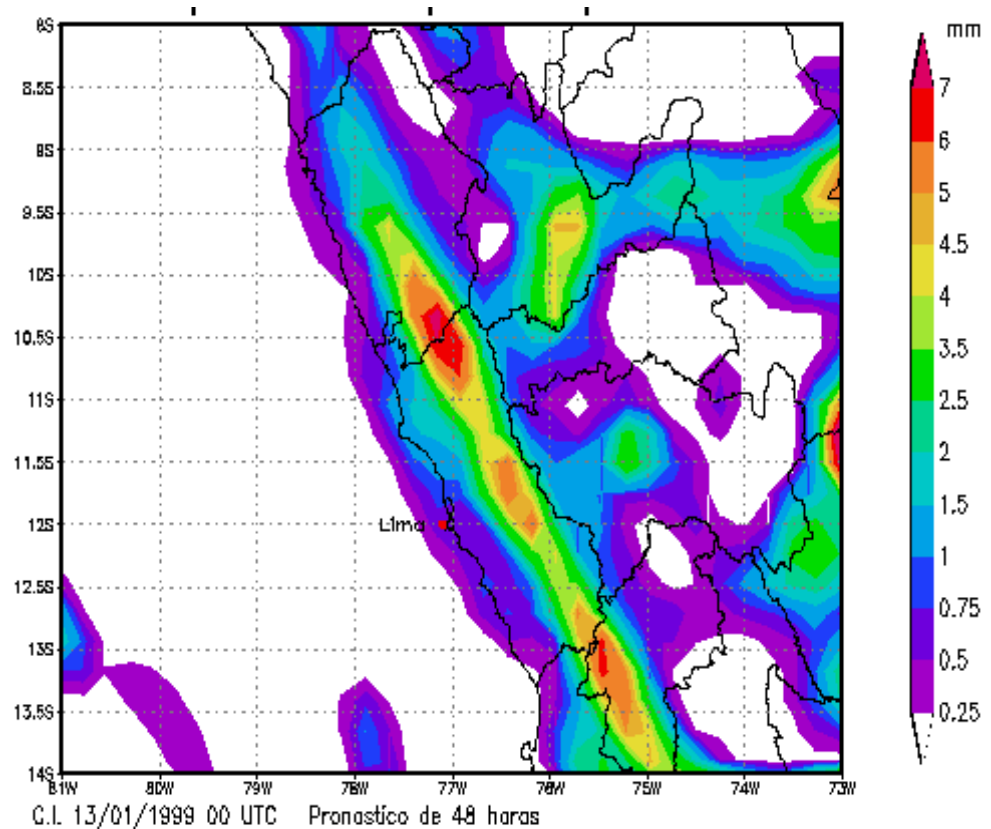
mediante tres informes: 1. Lluvias en Lima durante condiciones no Niño (14 de enero de 1999), 2. Lluvias y desastres en gran parte del Perú (15-16 de febrero de 1999), 3. Inundaciones en Iquitos y otras zonas de la selva norte peruana (abril-mayo de 1999), se afirma lo siguiente:

Lluvias en Lima en condiciones de no Niño.

La tarde del 14 de enero de 1999 se presentó una inusual precipitación en la ciudad de Lima y el norte del departamento. En el aeropuerto internacional se registró 0.3 mm de precipitación entre la 1p.m y 7p.m. Según las imágenes del satélite GOES-8, las precipitaciones alcanzaron también las ciudades de Huacho, Huarney y otras localidades ubicadas al norte del departamento de Lima y Ancash. El modelo MM5 pronosticó cobertura nubosa con precipitaciones entre 0.25 y 2.0 mm en la costa central entre Lima y Ancash y lluvias ligeramente mayores en las partes altas de Lima y sur de Ancash (Gráfico N° 5). Este evento meteorológico es conocido como "trasvase", en el cual hay un ingreso de lluvias hacia la costa desde la parte oriental de los Andes. En esta ocasión se formaron intensas lluvias en la selva central desde la madrugada del día 14 y lluvias dispersas en la sierra central, asociadas a un sistema de gran inestabilidad atmosférica en la Amazonía sudamericana.

Gráfico N° 01: Evento meteorológico “transvase” en el Perú

Muestra las precipitaciones acumuladas en 6 horas pronosticadas por el modelo MM5 para el 14 de enero de 1999 entre la 1 y 7 pm (hora local). Se observa que las precipitaciones más intensas caen en la vertiente occidental de los Andes del departamento de Lima, extendiéndose hasta la costa.



Fuente: Centro de Estudios y Prevención de Desastres SENAMHI

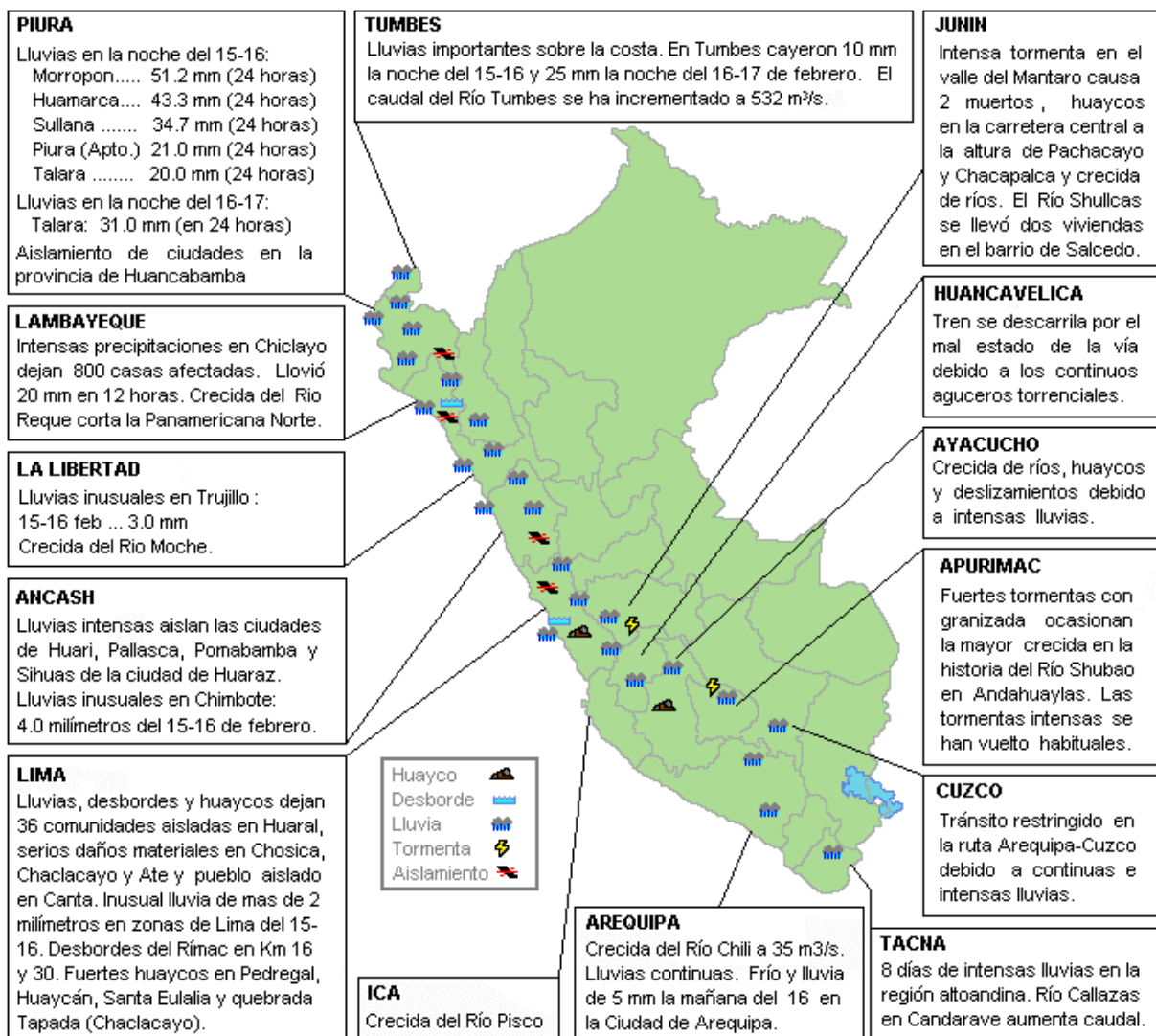
Las precipitaciones ocurridas, si bien es cierto no tuvieron la misma intensidad, rememoraron aquellas que se dieron en nuestra ciudad el 15 de enero de 1970, las cuales totalizaron un valor de 10 mm en varias horas de persistente precipitación”

Lluvias y desastres en gran parte del Perú.

Un periodo de intensas y constantes precipitaciones se presentó en gran parte del territorio nacional, durante los días 15 y 16 de febrero de

1999. Como consecuencia de ello se generaron huaycos, inundaciones, desborde de ríos, daños en la infraestructura vial, así como aislamientos de algunas localidades del país, tal como se observa en la gráfica N° 02 donde se muestra un resumen de lo ocurrido en los días 15 y 16 de febrero.

Gráfica N° 02: Presentación de las regiones afectadas por las precipitaciones del 15-16 de febrero de 1999.



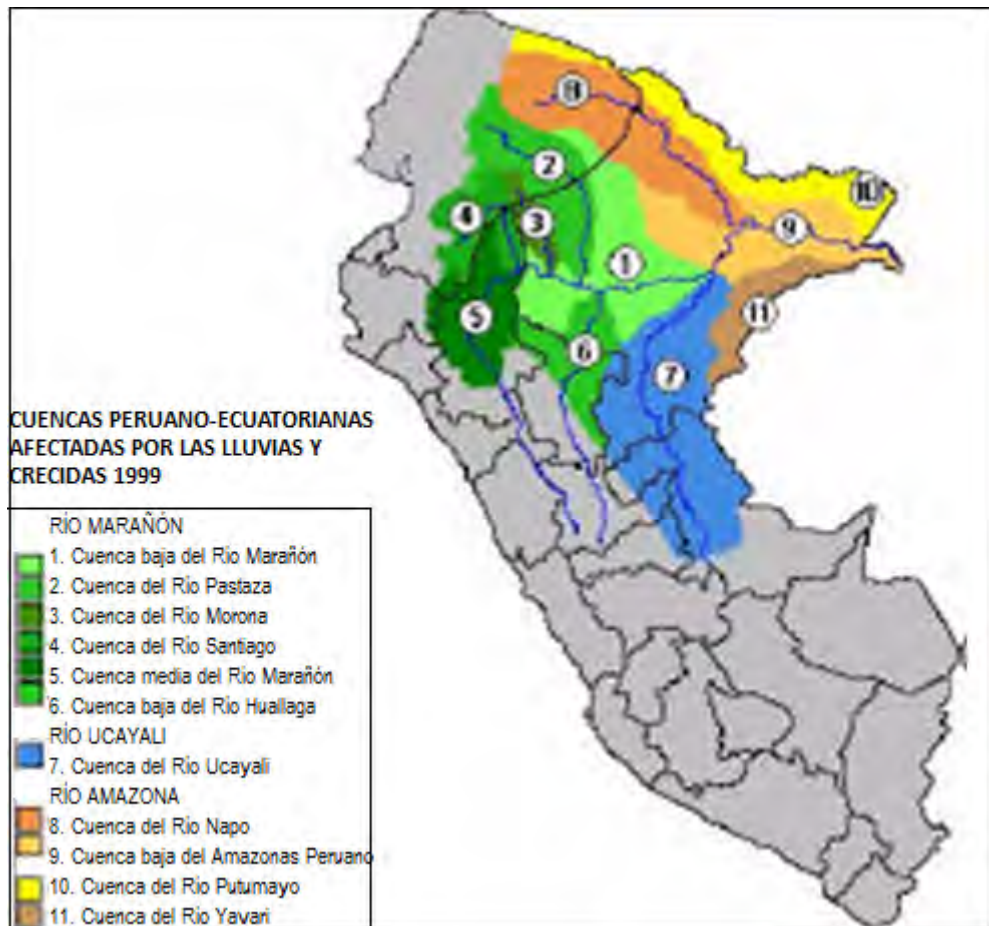
Fuente: Centro de Estudios y Prevención de Desastres SENAMHI

Inundaciones en Iquitos y otras zonas de la selva norte peruana.

Durante la última semana de abril y los primeros días de mayo de 1999, la mayoría de los ríos de la selva norte peruana aumentaron peligrosamente sus caudales, debido a las intensas y constantes lluvias que se presentaron en la zona. Esta situación ocasionó serios problemas a la población de áreas ribereñas y otras por las inundaciones y deslizamientos de tierra que se presentaron. Las zonas más afectadas corresponden a las cuencas del río Marañón y afluentes (río Huallaga, Pastaza, Morona y Santiago, estos últimos provenientes de las partes altas del país vecino del Ecuador), del río Ucayali y del río Amazonas. Las mayores inundaciones y daños a la población se registraron en: Cajamarca (Jaén y San Ignacio), Amazonas (Bagua), y Loreto (Maynas y poblados del río Yavarí). Todas las áreas afectadas, definidas por su cuenca, se pueden apreciar en la gráfica N° 3.

Gráfica N° 03: Cuencas afectadas por las lluvias e inundaciones de abril a mayo de 1999.

Muestra las cuencas afectadas por las lluvias e inundaciones de abril y mayo de 1999.



Fuente: Centro de Estudios y Prevención de Desastres SENAMHI

A continuación se ha listado los más importantes acontecimientos ocurridos en las zonas entre fines de abril y fines de mayo. Se identificaron los periodos de precipitaciones generalizadas en la selva norte: entre fines de abril y comienzos de mayo, el 12 de mayo, 16 de mayo y 19 de mayo.

Cuadro N° 02: Efectos de las precipitaciones generalizadas 1999.

FECHA	LUGAR	PROVIN CIA	CUEN CA	FENÓMEN O	EFFECTOS
25 de abril	Loreto	Maynas	9	Crecida	Crecen Ríos Nanay, Itaya y Amazonas, Inundaciones
26 de abril	Loreto	Maynas	9	Crecida	Río Amazonas creció 13 cm, inundaciones en Iquitos
3 de mayo	Loreto	Maynas	9	Crecida	3000 familias afectadas por inundaciones
4 de mayo	Cajamarca	San Ignacio	5	Desborde	Interrupción del tránsito en Jaén y San Ignacio
4 de mayo	Cajamarca	San Ignacio	5	Huaycos	15 Viviendas destruidas
6 de mayo	Loreto	Maynas	9	Crecida	Inundaciones. 200 centros educativos bajo el agua.
8 de mayo	Amazona	Bagua/ Cónдор	5	Lluvias	Huaicos/ interrupción de carretera/ poblados aislados
8 de mayo	Loreto	Maynas	9	Crecida	Inundación continúa estable
13 de mayo	Amazona	Bagua	5	Huaycos	Lluvias y huaycos cobran 2 vidas/ poblados aislados
15 de mayo	Amazona	Bagua	5	Huaycos	Tramo del oleoducto nor-peruano destruido por huayco
15 de mayo	Loreto	Requena	8	Inundacione s	Las inundaciones son las más feroces de la historia
19 de mayo	Cajamarca	San Ignacio	5	Huayco	Interrupción de la vía San Ignacio - Jaén.
20 de mayo	Loreto	Maynas	9	Lluvias	Iquitos soporta incesante lluvia de 55 milímetros
21 de mayo	Loreto	Maynas	9	Crecida	Río Amazonas bordea su nivel récord, 118.60 m.s.n.m
23 de mayo	Loreto	Maynas	9	Inundacione s	Inundación continúa. Nivel del río alcanza su pico
25 de mayo	Loreto	Maynas	9	Vaciante	Río Amazonas desciende 4 cm
25 de mayo	Loreto	Requena	8	Vaciante	Río Ucayali desciende 30 cm en 15 días
26 de mayo	Loreto	Maynas	9	Vaciante	Río Amazonas desciende su nivel, 2 cm en 24 horas

Fuente: Centro de Estudios y Prevención de Desastres SENAMHI

Mapa N° 02: Zonas propensas a inundaciones en el País.



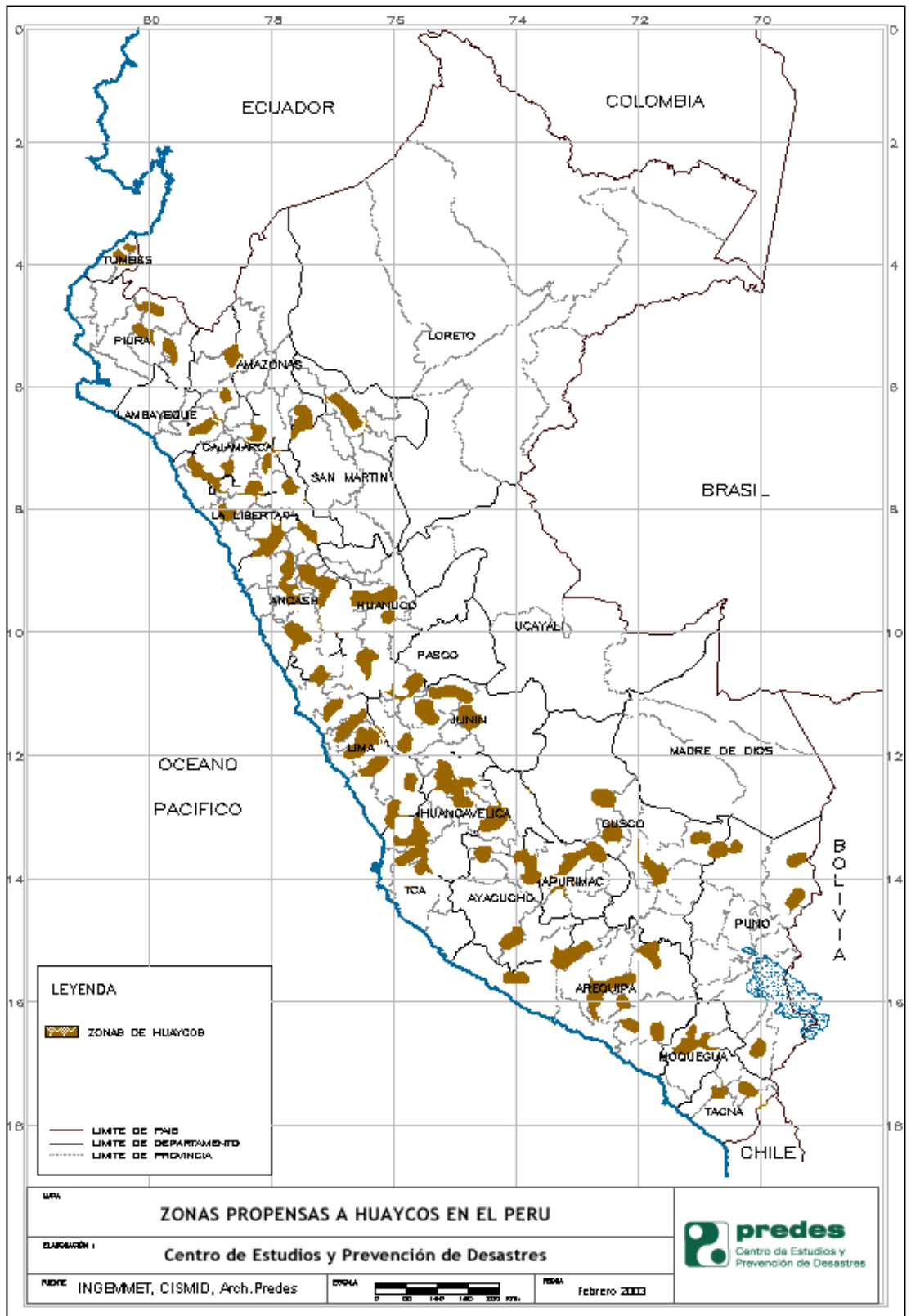
Fuente: Centro de Estudios y Prevención de Desastres SENAMHI

Las amenazas de huaycos.

Los huaycos son corrientes de lodo de ocurrencia eventual que consisten en flujos rápidos o avenidas intempestivas de aguas turbias que arrastran a su paso materiales de diferentes tamaños (desde suelos finos hasta enormes bloques de rocas, así como maleza) y se desplazan a lo largo de un cauce definido con desbordes laterales. En su fase final, conforma un cono o abanico. Dependiendo del nivel de lluvias y las características del suelo, la mayor incidencia de huaycos se da en las microcuencas de la costa y de la selva, donde existen suelos deleznable o que no tienen protección.

Al igual que las inundaciones, los huaycos se producen durante la temporada de lluvias, entre diciembre y abril. Cuando se presenta el fenómeno El Niño, se incrementa el número y la magnitud de estos flujos de lodo, debido a las lluvias intensas que caen sobre las cuencas costeñas, poniendo en actividad muchas quebradas y torrenteras. Los huaycos arrasan viviendas y cultivos, destruyen tramos de carreteras y la infraestructura sanitaria. El mapa siguiente muestra las zonas propensas de Huaycos en el Perú.

Mapa N° 03: Zonas propensas de huaycos en el País.



Fuente: Centro de Estudios y Prevención de Desastres SENAMHI

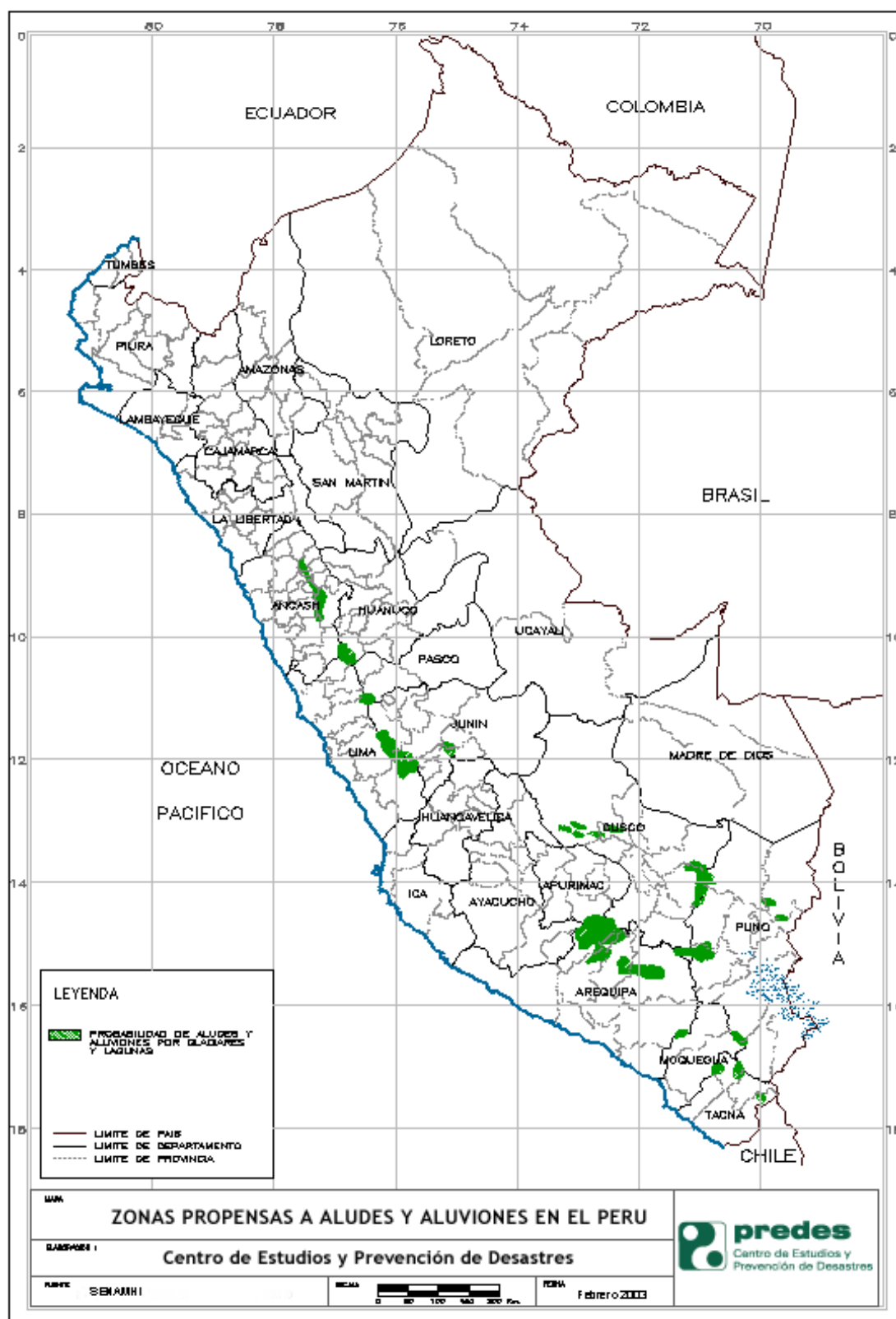
Las amenazas de aluviones.

Un aluvión es el desplazamiento violento de una gran masa de agua con mezcla de sedimentos de variada granulometría y bloques de roca de grandes dimensiones que se movilizan a gran velocidad a través de quebradas o valles, debido a la ruptura de diques naturales y/o artificiales o al desembalse súbito por represamiento de un río. La intensidad pluvial y los derrumbes por diversas causas –entre ellas, los sismos- pueden desatar los aluviones. La ocurrencia de aluviones en la zona de glaciares cobra singular importancia, no solo por el riesgo que representa para pobladores y centros poblados que ocupan los valles, sino también respecto de importantes proyectos hidroeléctricos y obras de infraestructura.

Aluvión de Yungay.

Sucedió el 31 de mayo de 1970 producto del movimiento sísmico que sucedió momentos antes. Un pedazo de la cornisa norte del nevado Huascarán se desprendió e inmediatamente 400 millones de metros cúbicos de hielo y agua se encausaron en la quebrada de Yungay conformando un gigantesco aluvión que devastó la ciudad de Yungay. El mapa siguiente muestra las zonas propensas aluviones en el país.

Mapa N° 04: Zonas propensas a aluviones en el País.

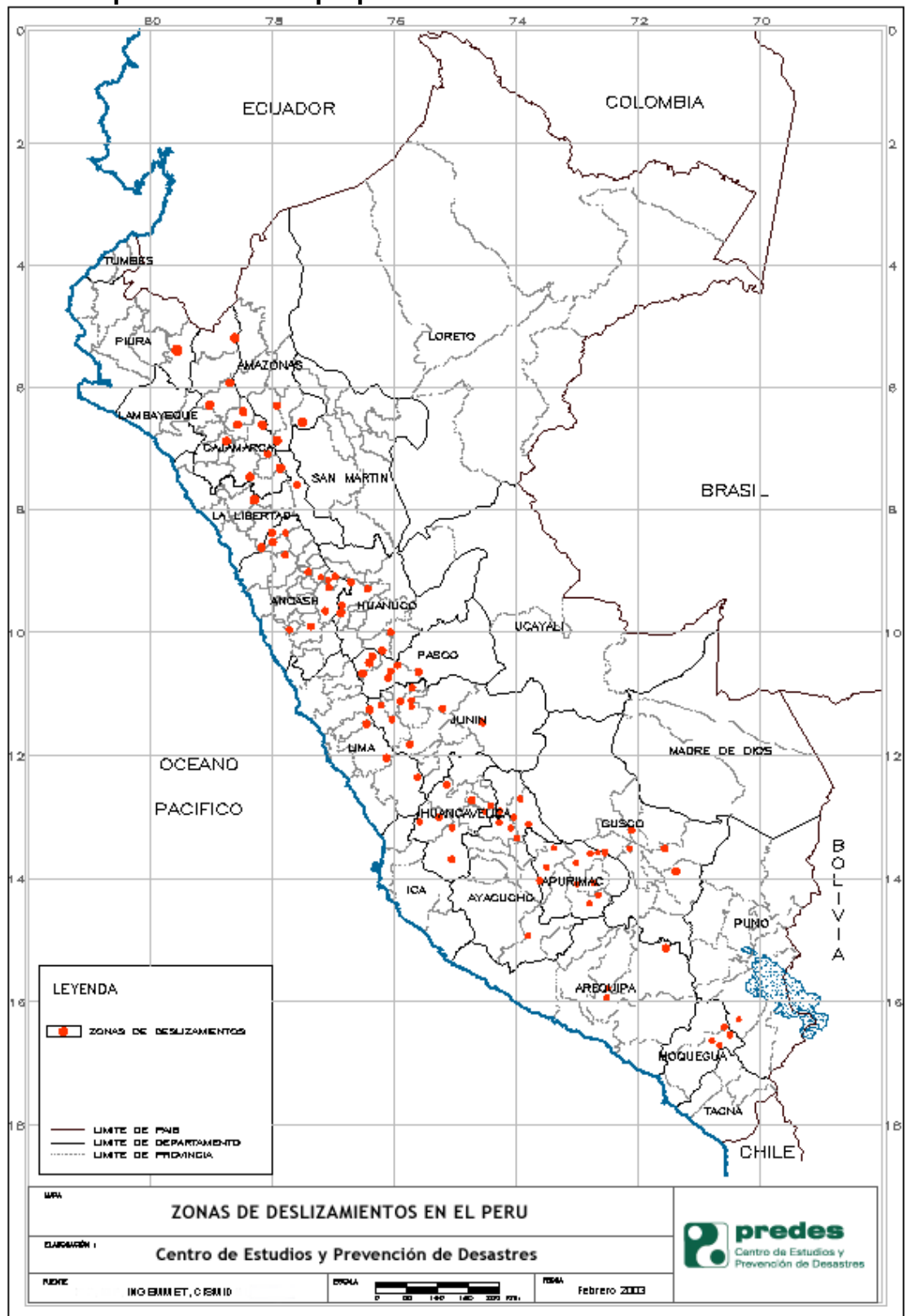


Fuente: Centro de Estudios y Prevención de Desastres SENAMHI

Las amenazas de deslizamientos.

Un deslizamiento es la ruptura o desplazamiento, pendiente abajo y hacia afuera, de pequeñas a grandes masas de suelos, rocas, rellenos artificiales o combinaciones de éstos en un talud natural o artificial. Se caracteriza por presentar necesariamente un plano de deslizamiento o falla, a lo largo del cual se produce el movimiento que puede ser lento o violento. En un deslizamiento, se distingue: escarpas o saltos de talud, grietas tensionales y cuerpo del deslizamiento. Se origina en la pérdida de soporte lateral de los taludes naturales, generalmente en la construcción de obras viales, de irrigación, eléctricas y de viviendas; sobresaturación del terreno por el agua; acción de la gravedad y movimientos sísmicos; desintegración gradual e hidratación del afloramiento rocoso; intercalación de estratos competentes con incompetentes (areniscas con lutitas). El mapa muestra las numerosas zonas propensas a deslizamientos en el territorio nacional.

Mapa N° 05: Zonas propensas a deslizamientos en el País.



Fuente: Centro de Estudios y Prevención de Desastres SENAMHI

Las amenazas de sequías

Las sequías afectan principalmente la actividad agropecuaria, la producción de hidroenergía eléctrica e incluso el abastecimiento normal de agua potable en las ciudades. El sur andino abarca las regiones de Puno, Cusco, Apurímac, Arequipa, Moquegua y Tacna, y es la zona más propensa a las sequías. Sin embargo, algunas veces, éstas se han extendido hacia Ayacucho y Huancavelica. Se estima en cuatro millones las personas que resultan afectadas, llevando la peor parte quienes habitan por encima de los 3.500 metros sobre el nivel del mar (alrededor de 1'300,000). Allí, el 80% de las tierras son de pastoreo, y las tierras de cultivo son escasas, a pesar de lo cual el 70% de su población económicamente activa se dedica a la agricultura y ganadería. El mapa ilustra las zonas propensas a sequías.

Mapa N° 06: Zonas propensas a sequías en el País.



Fuente: Centro de Estudios y Prevención de Desastres SENAMHI

A diferencia de otros tipos de fenómenos que originan efectos violentos, las sequías son fenómenos cuyas manifestaciones son lentas y dolorosas. Las últimas investigaciones asocian la carencia de agua en algunos puntos del planeta al exceso de agua en otros. Por ejemplo durante el Fenómeno El Niño de 1998 que significó la inundación de algunas zonas, también ocurrieron los eventos:

- Sequías en Sumatra, Borneo y Malasia con incendios forestales.
- Pérdida de visibilidad en las Islas Maldivas.
- Sequías en Brasil que causaron incendios que arrasaron 50.000 km² de bosques.

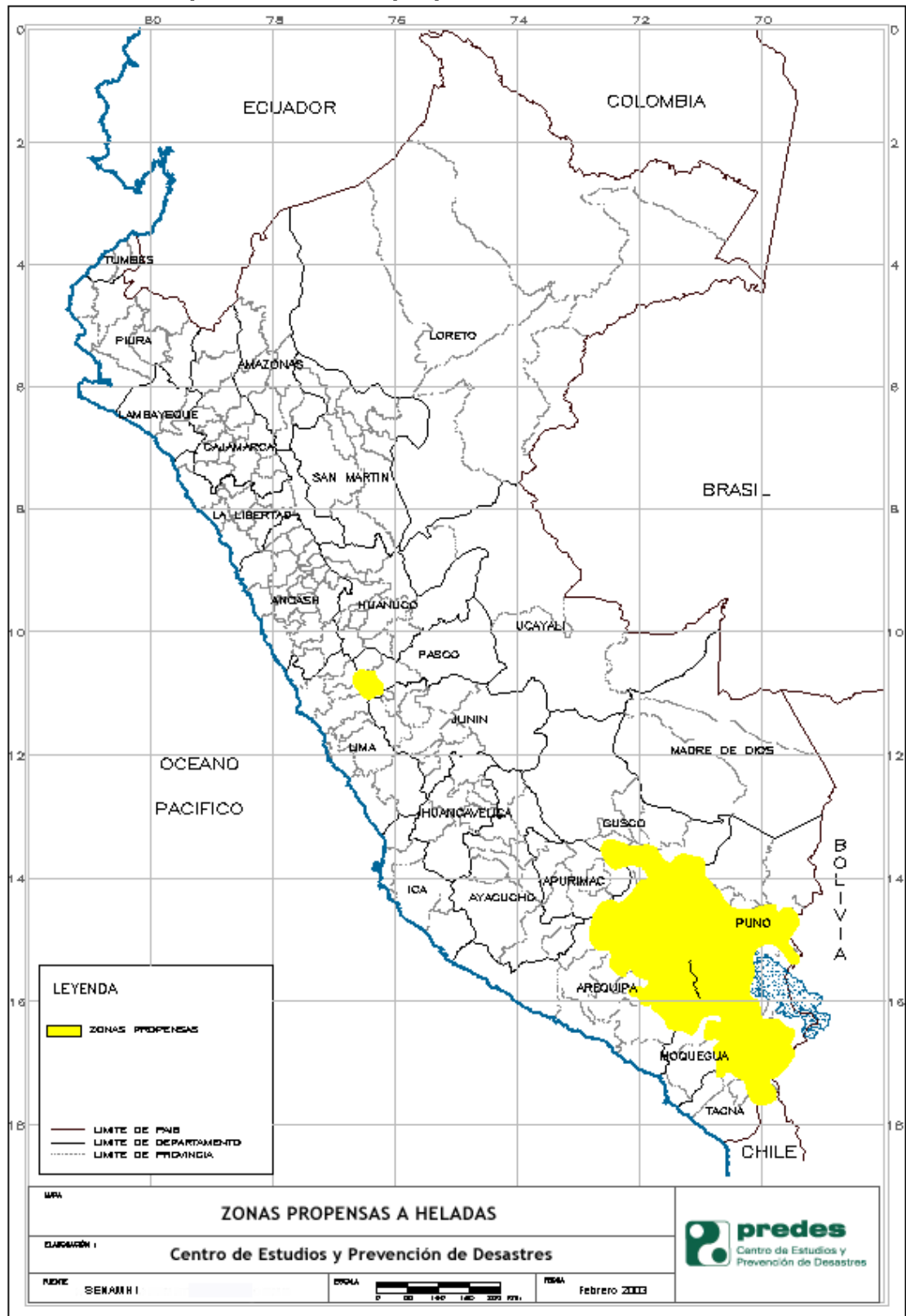
En nuestro país lo intenso de estas lluvias se relaciona también a la carencia de precipitaciones en otros puntos del territorio tal y como ocurrió en la década de los 80 cuando a la par del fenómeno El Niño en la costa norte, una fuerte sequía ocurría en la sierra sur y central con una pérdida estimada de 200 a 300 millones de dólares.

El año 2004 el período de lluvias ha sido en extremo corto y con menor intensidad de precipitaciones lo que ha originado el posible desabastecimiento del principal cultivo alimenticio del Perú: el arroz. Informes científicos afirman que si no se administra adecuadamente el recurso agua en el Perú, las principales ciudades de la costa quedarían desabastecidas de este recurso para el año 2025.

Las amenazas de heladas.

Son eventos ocasionados por cambios meteorológicos bruscos. Causan notables daños en las poblaciones alto andinas. Las bajas temperaturas se presentan especialmente entre los meses de mayo y agosto. Los más crueles efectos se registran cuando los descensos de temperatura se combinan con la ausencia de humedad en el ambiente. El mapa muestra las zonas donde históricamente se presenta este fenómeno natural.

Mapa N° 07: Zonas propensas a heladas en el País.



Fuente: Centro de Estudios y Prevención de Desastres SENAMHI

2.2.4 La vulnerabilidad en el Perú.

La vulnerabilidad es la condición de debilidad o fragilidad de una comunidad o un activo económico social frente a una o más amenazas y la posibilidad de sufrir daños y pérdidas cuando ellas ocurran. En el Perú, las vulnerabilidades están asociadas a factores como los cambios demográficos, la comunicación y la pobreza. También se relacionan con las condiciones inseguras referidas principalmente a la ubicación y características de las viviendas, infraestructura y servicios. Hewitt¹⁹ sostiene que muchos fenómenos naturales no llegarían a tornarse en desastres u ocasionarían menos daño, si no fuera por las condiciones que caracterizan el subdesarrollo en que las poblaciones se han visto obligadas a vivir, intentando adaptarse a las condiciones sociales y económicas, y a los contextos que se encuentran fuera de su control.

Factores dinámicos que inciden en la vulnerabilidad.

Entre 1940 y 2005, la población peruana casi se cuadruplicó y pasó de siete a veintisiete millones de habitantes. Este crecimiento explosivo y el tipo de distribución de la gente sobre el territorio (casi el 70% vive en la estrecha franja costera, donde se ubican las mayores ciudades) han ido constituyéndose como condicionantes de vulnerabilidad, e

¹⁹ Hewitt, Kenneth (Ed). Interpretations of calamity. Allen & Unwin, Boston, 1983.

incidiendo en el incremento de los peligros asociados al deterioro de los recursos naturales.

La mayor concentración urbana genera mayor vulnerabilidad frente a los sismos, sobre todo, cuando la expansión es producto de migraciones no planificadas, que van ocupando espacios inseguros de los pobres. Ciertamente en las ciudades están concentrados los principales recursos institucionales para enfrentar las emergencias; pero, éstos se tornan ineficientes y desactivados en un ámbito muy grande y de mucha precariedad. Es como si las estrategias de sobrevivencia de los más pobres aumentaran las vulnerabilidades urbanas en su perjuicio y, simultáneamente, privaran a los pueblos pequeños y a los espacios rurales de capacidades de ayuda, perjudicando a otros como ellos. Los departamentos más poblados del país son en orden descendente: Lima, Piura, La Libertad, Cajamarca, Puno, Cusco, Junín y Ancash. En Lima, hay ocho millones de personas, de las cuales, el 92% se concentra en la metrópoli capitalina. Piura tiene 1'700,000 habitantes. Los ocho departamentos citados representan más de las dos terceras partes de la población nacional.

En cuatro décadas, la población del país ha pasado de ser principalmente rural a ser abrumadoramente urbana (70%). La mayor concentración urbana se presenta en la costa central (Lima e Ica) y norte (Chimbote, Trujillo, Chiclayo y Piura), que son las zonas más

modernas y productivas del país. Entre los años 1940 y 2005, los departamentos con mayor velocidad de crecimiento han sido Ucayali y San Martín, en la selva; Lima y la provincia constitucional de El Callao, y los departamentos costeros fronterizos de Tumbes y Tacna. Estos cambios poblacionales impulsados principalmente por las migraciones, son determinantes para la vulnerabilidad, porque implican una rápida ocupación de espacios territoriales sin previo conocimiento del medio.

La integración vial y de telecomunicaciones implica mayor o menor acceso a los recursos con los que se puede responder a las emergencias o reducir los riesgos. Lima, Ica, Lambayeque y Arequipa son los departamentos más integrados (vías de comunicación y telefonía) en contraste con la sierra y la selva. Apurímac, Puno, Ayacucho, Cusco, San Martín y Ucayali son los que tienen los más bajos niveles de acceso dentro de su territorio y con el resto del país.

La pobreza constituye un grave factor de vulnerabilidad, ya que por definición implica carencia de recursos: servicios básicos y condiciones seguras, en particular en relación con la vivienda. Implica, asimismo, limitaciones para recuperarse con posterioridad a los desastres. Las tasas de pobreza alcanzan sus porcentajes más altos en la sierra rural (65,5%) y en la selva rural (69,2%) y urbana (51,5%). La pobreza extrema afecta al 22,6% de la población, siendo más crítica en los departamentos de Huancavelica, Apurímac, Puno y Amazonas.

De los treinta distritos de menor desarrollo humano: siete están en Cusco, cinco en Cajamarca, cuatro en Huancavelica, cuatro en Huánuco, tres en Ancash, tres en Ayacucho y los tres restantes en San Martín, Amazonas y Loreto. Un factor clave de vulnerabilidad es la educación. El 12% de la población peruana es analfabeta, y se concentra en Ayacucho, Huancavelica Puno, Ancash y Cusco. El 45% de alumnos en el país terminan secundaria en las ciudades y solo el 12,1% en el campo.

La resiliencia es la capacidad de las personas o grupos humanos para seguir proyectándose en el futuro a pesar de acontecimientos desestabilizadores, de condiciones de vida difíciles y de traumas, a veces, muy graves. En el Perú, existen algunos ejemplos o evidencias de esta capacidad, como el nuevo diseño de Huaraz, Chimbote, Ranrahirca y Yungay, luego del terremoto de 1970 que redujo sustantivamente los riesgos latentes, aunque no ha podido impedir deterioros posteriores y la aparición de nuevas vulnerabilidades.

Los cambios organizativos e institucionales realizados como respuesta a los fenómenos El Niño de 1982, 1983 y 1997-1998 han derivado en la inclusión de la gestión de riesgo en los planes de desarrollo, como ocurre en Piura. Es también el caso del distrito de Chosica, en Lima, que se organiza contra los huaycos que lo asolan periódicamente. Asimismo, está el caso de San Martín, que soportó dos terremotos

durante la década de 1990, donde la convergencia de las instituciones públicas y privadas derivó en la construcción, (contando con la participación de los damnificados), de miles de viviendas más resistentes a los sismos y apropiadas para la región. Otro ejemplo es el de Nazca luego del terremoto de noviembre de 1996, cuando se produjo una transformación de las organizaciones de la población con las mujeres ejerciendo su liderazgo; ello aseguró el éxito de los procesos de reconstrucción, particularmente en la comunidad de El Pajonal, que fue totalmente reubicada y reconstruida en terrenos seguros.

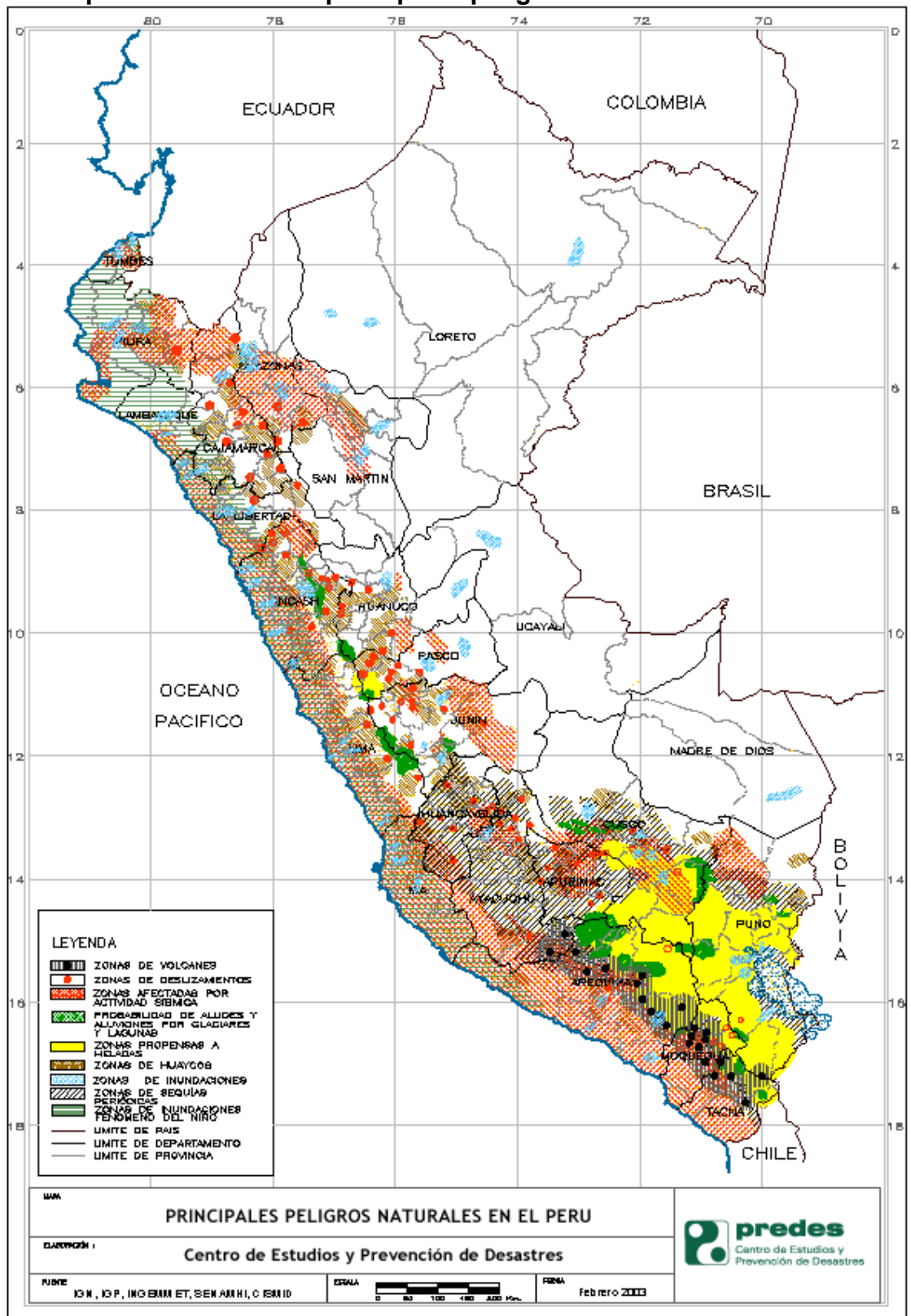
Las condiciones inseguras.

La localización de las poblaciones y los activos socioeconómicos puede ser determinante según el tipo de amenaza: en el caso de los sismos cobra importancia la relación con el foco y las características de los suelos; en el caso de las inundaciones, la cercanía a los cauces y la ocupación de zonas bajas; en el caso de los deslizamientos, la relación con las laderas y taludes inestables. La ubicación de las poblaciones en zonas peligrosas constituye una de las principales explicaciones del aumento de las víctimas y los damnificados de los desastres. Las construcciones son, a su vez, escenarios claves de la vulnerabilidad frente a desastres repentinos. La debilidad de materiales y la mala

edificación conducen a graves afectaciones o a la destrucción, lo que determina buena parte de la mortalidad y morbilidad.

La autoconstrucción, una de las soluciones al problema de la vivienda en situaciones de pobreza, genera, sin embargo, decisiones peligrosas: ocupación de terrenos inadecuados (de baja compactación, potencialmente deslizables o que pueden inundarse fácilmente), procesos constructivos sin orientación técnica e insuficiente mantenimiento y protección de las viviendas. Las construcciones públicas mal hechas o deterioradas son un foco de alta vulnerabilidad. Se estima que existen tres mil centros educativos y veinte mil aulas susceptibles de derrumbarse en caso de desastres y que además resultan inadecuadas para servir como refugios temporales, como lo prevé la ley. Lo mismo puede decirse de numerosos hospitales y centros médicos. Las malas condiciones de salud de la población y la inseguridad alimentaria son determinantes para hacernos vulnerables a la sequía, las heladas y otros fenómenos que ponen a prueba la capacidad de resistencia. El siguiente mapa resume los peligros ambientales a que está sometido el territorio nacional, mostrando su amplio espectro de acción en el actual ordenamiento territorial.

Mapa N° 08: Zonas de principales peligros naturales en el País.

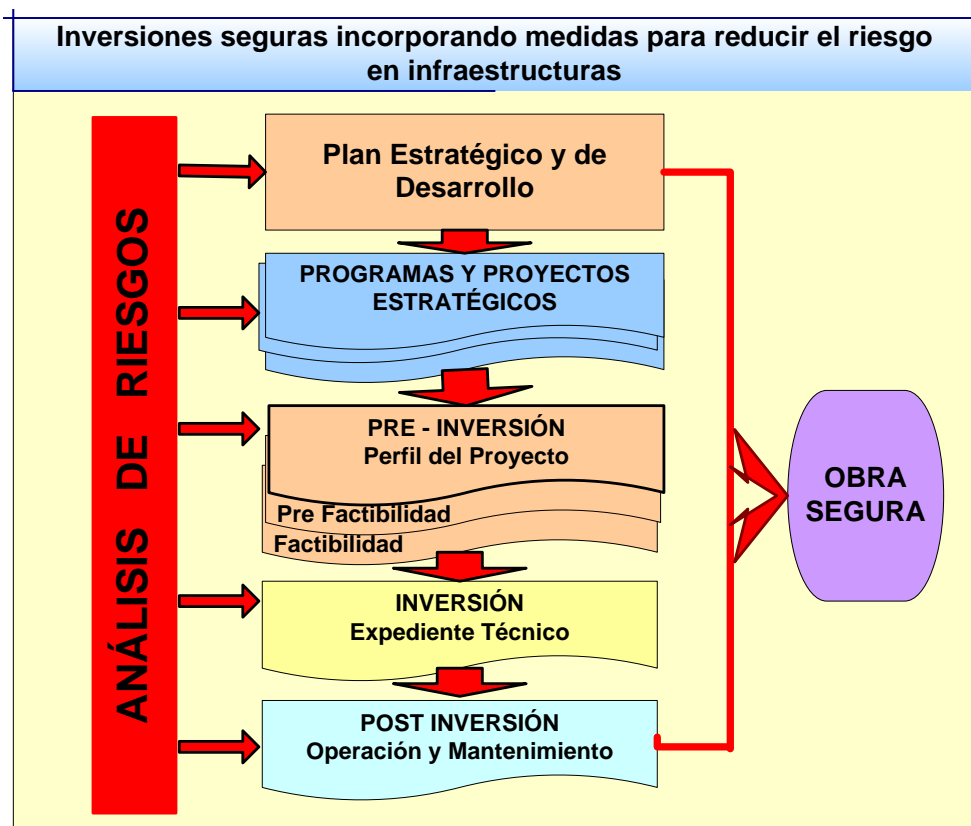


Fuente: Centro de Estudios y Prevención de Desastres SENAMHI

2.2.5 Incorporación de análisis de riesgos en los PIP.

La incorporación de análisis de riesgos en los proyectos de inversión pública es un tema transversal que se debe incorporar desde la identificación, formulación y evaluación del proyecto según se muestra en el gráfico N° 4.

Gráfico N° 04 Análisis transversal del riesgo.



Fuente: Pautas metodológicas para la incorporación del análisis del riesgo de desastres a los proyectos de inversión pública. DGMP - MEF

El Sistema Nacional de Inversión Pública y la Gestión del Riesgo.

El SNIP busca que todas las instancias de gobierno (nacional, regional, local) ejecuten proyectos buenos para mejorar la calidad del gasto público.

Para que un proyecto se considere bueno, tiene que ser sostenible en el tiempo, socialmente rentable, consistente con políticas sectoriales y/o nacionales, y debe permitir alcanzar objetivos y resultados estratégicos en el marco de un Plan de Desarrollo.

El proyecto pasa por las etapas de preinversión, inversión y post inversión. Si en el perfil se identifican mal las alternativas, se encuentra después que el proyecto no es sostenible y se desperdicia recursos. Es importante trabajar todos los temas señalados en los contenidos mínimos, de una manera técnica y económica.

Se busca incorporar el Análisis del Riesgo en todos los proyectos de inversión pública, posicionando la atención en el riesgo (vulnerabilidad) como una herramienta en el proceso de desarrollo

Las utilidades identificadas del Análisis del Riesgo en un proyecto de pre-inversión son las siguientes:

- Identifica y analiza las amenazas asociadas al ámbito de influencia del estudio.
- Identifica los elementos expuestos del estudio.
- Elabora el análisis de vulnerabilidad de los elementos expuestos.
- Diseña y evalúa las alternativas que reduzcan o neutralicen el riesgo.
- Elabora o mejora indicadores y supuestos.

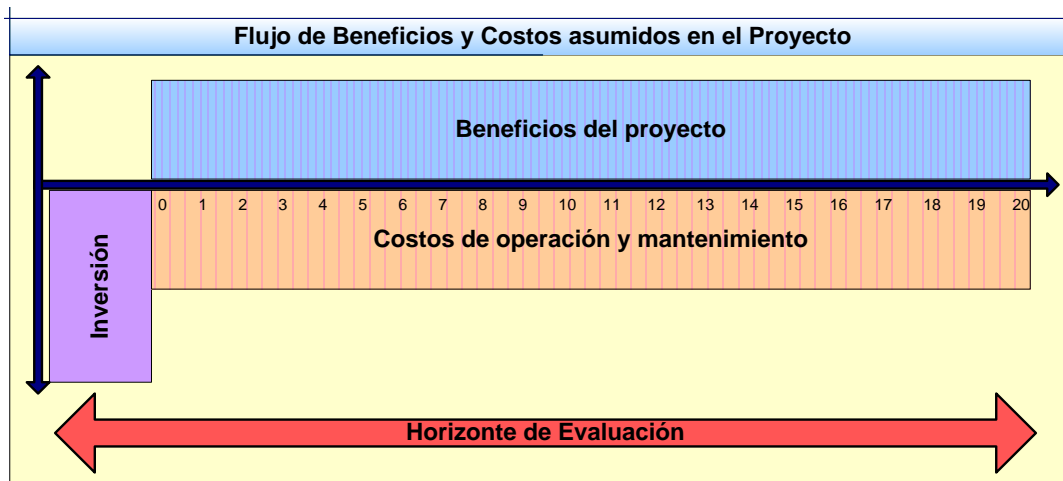
Los pasos propuestos para realizar el Análisis del Riesgo en la formulación de un proyecto son los siguientes:

- Diagnóstico del ámbito de influencia del proyecto.
- Análisis de escenarios de peligros asociados al ámbito de influencia del proyecto.
- Análisis de vulnerabilidad de los elementos del proyecto.
- Análisis de riesgo de las alternativas

En la incorporación de AdR en proyectos de inversión pública 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.

En la identificación se realiza el diagnóstico del área de influencia del proyecto identificando el impacto producido por los peligros y desastres ocurridos, realizar el análisis prospectivo de peligros (probabilidad de ocurrencia, localización, duración, intensidad), así mismo como las vulnerabilidades en la situación sin proyecto que determinan los riesgos y de este modo definir las alternativas que reducirían la vulnerabilidad.

Gráfico N° 05: Flujo de beneficios y costos asumidos en un proyecto sin análisis de riesgos.



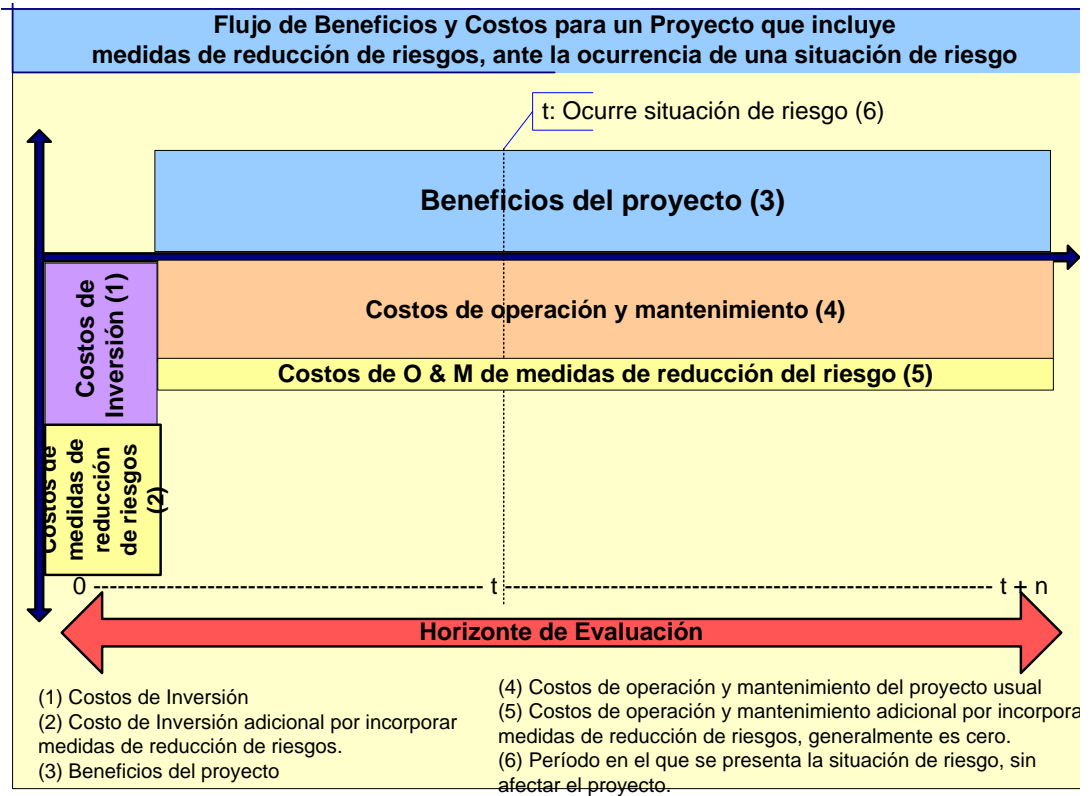
Fuente: Pautas metodológicas para la incorporación del análisis del riesgo de desastres a los proyectos de inversión pública. DGMP - MEF

En la formulación, con el análisis de vulnerabilidad en la situación con proyecto, se realiza el análisis económico de las alternativas incluyendo medidas de reducción de riesgo, según el gráfico N° 6.

Luego se cuantifica los beneficios y costos de las medidas y acciones identificadas para la reducción de riesgo que se debieron haber tomado en cada una de las alternativas.

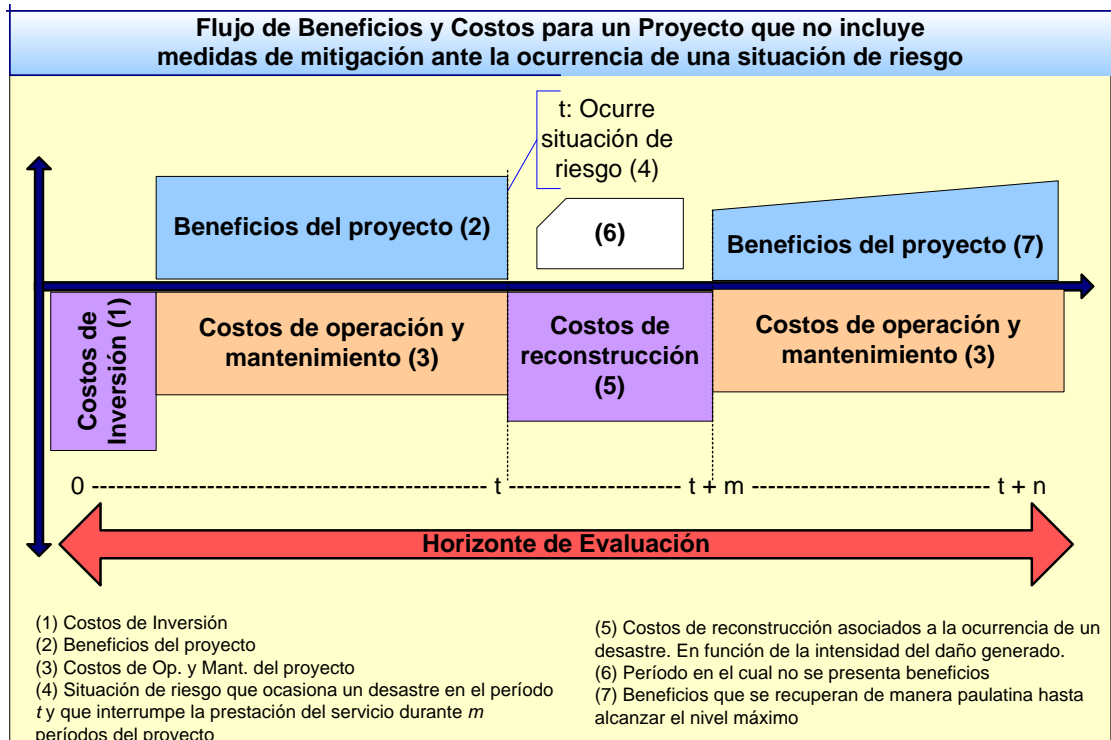
Se evalúa las alternativas propuestas, considerando las medidas de reducción de riesgo en donde ello sea posible, utilizando el análisis Costo Beneficio (ACB) o el Análisis Costo Efectividad (ACE).

Gráfico N° 06: Flujo de beneficios y costos asumidos en un proyecto sin análisis de riesgos ante la ocurrencia de un desastre.



Fuente: Pautas metodológicas para la incorporación del análisis del riesgo de desastres a los proyectos de inversión pública. DGMP - MEF

Gráfico N° 07: Flujo de beneficios y costos de un proyecto con análisis de riesgos.



Fuente: Pautas metodológicas para la incorporación del análisis del riesgo de desastres a los proyectos de inversión pública. DGMP - MEF

2.3 Definiciones conceptuales.

Análisis del riesgo. Metodología para identificar y evaluar el tipo y nivel de daños y/o pérdidas probables que podría tener o podría producir una inversión, a partir de la identificación y evaluación de la vulnerabilidad de esta con respecto a los peligros a los que está expuesta.

Desastre. Es el conjunto de daños y pérdidas (humanos, de fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica, medio

ambiente), que ocurren a consecuencia del impacto de un peligro-amenaza sobre una unidad social con determinadas condiciones de vulnerabilidad.

Exposición. Decisiones y prácticas que ubican a una unidad social en las zonas de influencia de un peligro.

Fragilidad. Nivel de resistencia y protección frente al impacto de un peligro-amenaza. En la práctica se refiere a la inseguridad estructural de las edificaciones debido a formas constructivas inadecuadas.

Frecuencia. Se define de acuerdo con el período de recurrencia de cada uno de los peligros identificados, lo cual se puede realizar sobre la base de información histórica o en estudios de prospectiva.

Gestión del riesgo para el desarrollo. Es un concepto nuevo que ha evolucionado en los últimos años. Es un proceso de adopción de políticas, estrategias y prácticas orientadas a reducir los riesgos asociados a peligros o minimiza sus efectos. Implica intervenciones en los procesos de planeamiento del desarrollo para reducir las causas que generan vulnerabilidades.

Gestión correctiva. Proceso que busca reducir los niveles de riesgo existentes en la sociedad, como producto de procesos de ocupación del territorio, el tipo de actividades productivas, la construcción de infraestructuras para la producción o para la vivienda, entre otros, a través de medidas correctivas específicas.

Gestión prospectiva. Proceso por el cual se prevé la generación de nuevos riesgos que podrían construirse como resultado de nuevas inversiones y se toman las medidas necesarias para evitar tal generación.

Medidas de reducción de riesgo. Medidas de tipo estructural y no estructural que se incluyen en cada proyecto alternativo cuando existen condiciones de riesgo que las requieren.

Medidas estructurales. Se refiere a las medidas de ingeniería y de construcción tales como protección de estructuras e infraestructuras para reducir situaciones de riesgo.

Medidas no estructurales. Se refieren a políticas, proceso de concientización, desarrollo del conocimiento, compromiso público, y métodos o prácticas operativas, incluyendo mecanismos participativos y suministros de información, que puedan reducir el riesgo y consecuentemente impacto negativo. También, se refiere a la identificación de áreas propensas a peligros y limitaciones de su uso, como por ejemplo la zonificación, selección de lugares para construcción, incentivos tributarios, entre otros.

Ordenamiento territorial. Las experiencias y conceptualizaciones sobre ordenamiento territorial en el mundo permiten colegir que se trata de una política de Estado y un proceso planificado de naturaleza política, técnica y administrativa, cuyo objeto central es el de organizar, armonizar y administrar la ocupación y uso del espacio, de modo que éstos contribuyan al desarrollo

humano ecológicamente sostenible, espacialmente armónico y socialmente justo.

Lo anterior pone en evidencia que en el ordenamiento territorial confluyen las políticas ambientales, las políticas de desarrollo regional, espacial o territorial y las políticas de desarrollo social y cultural, cuya naturaleza es determinada por el modelo de desarrollo económico dominante en cada país

Peligro o amenaza. El primer elemento que explica el nivel de riesgo es el peligro. Este es un evento físico que tiene probabilidad de ocurrir y por tanto de causar daños a una unidad social o económica. El fenómeno físico se puede presentar en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo definido. Así el grado o nivel de peligro está definido en función de características como intensidad, localización, área de impacto, duración y período de recurrencia.

Peligros naturales. Son peligros asociados a fenómenos meteorológicos, oceanográficos, geotectónicos, biológicos, de carácter extremo o fuera de lo normal.

Peligro socionaturales. Son peligros que se generan por una inadecuada relación hombre-naturaleza, debido a procesos de degradación ambiental o por la intervención humana sobre los ecosistemas. Las actividades humanas, dentro de las cuales se encuentran los proyectos, pueden ocasionar un aumento en la frecuencia y/o severidad de algunos peligros que originalmente

se consideran como peligros naturales; dar origen a peligros donde no existían antes, o reducir los efectos mitigantes de los ecosistemas naturales, todo lo cual incrementa las condiciones de riesgo. Los peligros más frecuentes en esta categoría son los huaycos, inundaciones, deslizamientos, entre otros.

Peligros antrópicos. Son peligros generados por los procesos de modernización, industrialización, desindustrialización, desregulación industrial o importación de desechos tóxicos. La introducción de tecnología nueva o temporal puede tener un papel en el aumento o la disminución de la vulnerabilidad de algún grupo social frente a la ocurrencia de un peligro natural.

Proyecto de Inversión Pública (PIP). Intervención limitada en el tiempo que utiliza total o parcialmente recursos públicos, con el fin de crear, ampliar, mejorar, modernizar o recuperar la capacidad productora de bienes o servicios, cuyos beneficios se generan durante la vida útil del proyecto y son independientes de los de otros proyectos.

Resiliencia. Nivel de asimilación o la capacidad de recuperación que pueda tener la unidad social (persona, familia, comunidad) frente al impacto de un peligro-amenaza.

Riesgo. Condición latente que anuncia la probabilidad de daños y pérdidas sobre las personas o sobre los medios de vida de estas.

Severidad. Grado de impacto de un peligro específico, el cual generalmente se evalúa en función del valor de las pérdidas económicas, sociales y ambientales directas, indirectas y de largo plazo ocasionadas por la ocurrencia del peligro. Es decir se basa generalmente en el historial de pérdidas ocurridas.

Vulnerabilidad. Susceptibilidad de una unidad social (persona, familias, comunidad, sociedad), estructura física o actividad económica, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. Existen tres factores que determinan la vulnerabilidad y son: exposición, fragilidad y resiliencia.

CAPÍTULO III.

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.

3.1 Diseño metodológico.

3.1.1 Determinación del método.

La investigación es de tipo cualitativa, ya que utiliza el criterio de ordinalidad (bajo, medio, alto) como forma de medición.

3.1.2 Tipo de investigación.

El tipo de investigación a desarrollar según el análisis y alcances de los resultados es tipo descriptivo, explicativo no experimental y aplicativo.

Descriptivo en la medida que se describe los fenómenos que ocasionan el riesgo.

Explicativo porque considera el análisis causal del riesgo en las infraestructuras de agua potable y saneamiento básico.

La parte aplicativa es de un caso específico de infraestructura de agua y alcantarillado de Oxapampa y considera a la vulnerabilidad como causa principal del riesgo.

3.1.3 Diseño de Investigación.

El diseño de investigación es descriptivo, correlacional de corte transversal.

Descriptivo en la medida que se describe los hechos del grado de riesgos.

Correlacional, porque se relacionan las variables peligro, vulnerabilidad interna, vulnerabilidad externa, estrategia de gestión; con el grado de riesgo en las infraestructuras de agua potable y saneamiento básico.

Transversal, porque se estudian los datos en un período de tiempo determinado.

El diseño de investigación a ser aplicado está resumido en la siguiente representación simbólica.

$$CA \leftrightarrow (R) \dots\dots\dots(1)$$

$$R = f (A * Vi * Vx * E) \dots\dots\dots (2)$$

$$OT \Leftrightarrow (R) \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

A = Amenaza

La variable Vulnerabilidad (V) la desagregamos en:

Vi = Vulnerabilidad interna

Vx = Vulnerabilidad externa

E = Estrategia de gestión

CA = Contexto ambiental global

OT = Ordenamiento territorial urbano

R = Grado de riesgo

CA y OT son variables interviniente porque es parte del contexto nacional y local respectivamente, del sistema de agua potable y alcantarillado localizado en un lugar determinado. Es dato de la realidad que no podemos cambiar de inmediato, pero que sin duda condiciona y es condicionado por cualquier infraestructura.

3.1.4 Unidad de análisis.

La unidad de análisis es el sistema de agua potable y saneamiento básico en un ámbito urbano y en la categoría de Centro Poblado, localizado en zona de ceja de selva y clima tropical. (9,000 habitantes) en Oxapampa.

3.2 Población y muestra.

3.2.1 Población.

La población está constituida por las infraestructuras de agua potable y saneamiento básico en el entorno nacional.

3.2.2 Muestra.

Perfil, estudio de prefactibilidad y expediente técnico del proyecto “Mejoramiento y Ampliación de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Oxapampa”.

Es una muestra “intencional” porque se ha determinado en base del conocimiento y criterio del investigador, primando la necesidad de facilidad de acceso a la información y autorización del Gobierno Regional de Pasco para el análisis del sistema.

3.3 Técnicas de recolección y análisis de datos.

La recolección de datos se ha realizado en dos partes: Para el trabajo de la hipótesis principal se ha utilizado fuentes secundarias y para la primera hipótesis específica se ha utilizado fuentes primarias mediante la aplicación de los siguientes instrumentos y técnicas:

3.3.1 Técnicas:

- a. Matrices.
- b. Entrevista.

- c. Focus group.
- d. Análisis de contenido documental.

3.3.2 Instrumentos.

a. Matrices para registro cruzado de datos

La técnica utilizada es la de análisis de matrices que vincula variables y establece ponderaciones en la relación.

En este sentido se elabora la Matriz de Peligros, registrando su frecuencia, severidad y grado de impacto (Ver Matriz 1)

Matriz N° 01: Evaluación de peligros.

Evaluación del Peligro	Frecuencia (a)			Severidad (b)			Grado de Impacto = (a) x (b)
	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta	
Lluvias							
Inundación							
Derrumbes							
Etc.							

Fuente: Matriz elaborado por los investigadores – 2009.

Para definir el grado de peligro se requiere utilizar los siguientes conceptos:

- Frecuencia: se define de acuerdo con el período de recurrencia de cada uno de los peligros identificados, lo cual se puede realizar sobre la base de información histórica o en estudios de prospectiva.

- Severidad: se define como el grado de impacto de un peligro específico (intensidad, área de impacto).

Para definir el grado de Frecuencia (a) y Severidad (b), utilizar la siguiente escala:

B = Bajo: 1; M= Medio: 2; A = Alto: 3

Matriz N° 02: Impacto del peligro.

Rubros		Severidad		
		Bajo 1	Medio 2	Alto 3
Frecuencia	Bajo 1	1	2	3
	Medio 2	2	4	6
	Alto 3	3	6	9

Fuente: Matriz elaborado por los investigadores – 2009.

Si la frecuencia del peligro es ALTA (3) y la severidad es BAJA (1), esto indica que el activo no está expuesto al peligro por eso el impacto es BAJO ($3 \times 1 = 3$); pero si la frecuencia es ALTA (3) y la severidad también es ALTA (3), entonces el grado de exposición del activo al peligro es ALTA ($3 \times 3 = 9$)

Matriz 03: Significación de los peligros.

Permite la priorización de los peligros según su impacto en la infraestructura.

Índice	Nivel de Significación	Significado del Peligro
De 1 a 2 inclusive	No significativo	
De 3 a 4 inclusive	Significativo	
De 6 a 9 inclusive	Muy significativo	

Fuente: Matriz elaborado por los investigadores – 2009.

Estas tres matrices darán la información básica para analizar y registrar resultados valorativos sobre la fuerza de los peligros en el sistema de agua potable.

Matriz 04: Vulnerabilidad Interna.

Nos permite caracterizar las debilidades y fortalezas del sistema, a través de la evaluación de sus elementos componentes y utilizando una escala de calificación ordinal. Cada componente es evaluado por siete indicadores.

Indicadores	Partes del Sistema				Total
	Capta ción	Conduc ción	Almace namiento	Distribu ción	
A. Ubicación					
B. Estado de conservación					
C. Tipo de suelo					
D. Pendiente					
E. Mantenimiento					
F. Obras de protección					
G. Nivel de organización					

Fuente: Matriz elaborado por los investigadores – 2009.

Escala de Calificación:

A. Ubicación	1. Sin Peligro	2. Regular peligro	3. Muy peligroso
B. Estado de conservación	1. Bueno	2. Regular	3. Malo
C. Tipo de suelo	1. Compacto	2. Medio	3. Suelto o suelo deslizables
D. Pendiente	1. Bajo	2. ;Media	3. Alto
E. Mantenimiento	1. Bueno	2. Regular	3. Malo
F. Obras de protección	1. Con obras de protección	2. Obras insuficiente	3. Mo cuenta con obras
G. Nivel de organización	1. Bien organizado	2. Poco organizados	3. Nada organizados

Fuente: Elaborado por los investigadores – 2009.

Lo anterior permite la valoración de la vulnerabilidad, tanto por componente como para todo el sistema y para lo cual se aplica la siguiente tabla de calificación en base a siete indicadores.

Tabla Nº 02: Calificación de la vulnerabilidad interna.

Calificación de la Vulnerabilidad		Por Componente		Por Sistema	
		Valoración Límite Componente (VLC)	Rango de Valoración	Valoración Límite Componente (VLS)	Rango de Valoración
I.	Alta = 3	$7 \times 3 = 21$	15	$21 \times 4 = 84$	57
II.	Media = 2	$7 \times 2 = 14$	10 – 14	$14 \times 4 = 56$	29 – 56
III.	Baja = 1	$7 \times 1 = 7$	0 – 7	$7 \times 4 = 28$	0 – 28
	Explicación	VLC = N° Indicadores x Peso		VLS = VLC x N° Componentes	

Fuente: Tabla elaborado por los investigadores – 2009.

En efecto, y mirando a un componente, si la calificación de éste fuera 1 (baja) en los siete indicadores, tendríamos un valor total de siete que indicaría el rango de baja vulnerabilidad (0-7). De forma similar para la calificación Media, sería valor 2 (media) multiplicado por 7 (número de

indicadores), se tendría 14 como valor límite. Para el sistema sólo se multiplica la valoración límite del componente (VLC) por el número de componentes (cuatro)

Matriz 05: Vulnerabilidad externa.

Nos permite identificar los peligros naturales, de tipo organizacional y social que originan vulnerabilidad en la infraestructura los cuales pueden ser por exposición, dependencia y capacidad de control, a través de la evaluación de sus elementos componentes y utilizando una escala de calificación ordinal.

INDICADORES	CAPTACIÓN	CONDUCCIÓN	ALMACENAMIENTO	DISTRIBUCIÓN	TOTAL
EXPOSICIÓN					
. Deslizamientos					
. Derrumbes					
. Inundaciones					
. Inestabilidad climática					
. Sismo					
. Huayco					
. Frontera agrícola					
. Movimientos sociales					
. Urbanización descontrolada					
DEPENDENCIAS					
. Electricidad					
. Telecomunicaciones					
. Productos químicos					
CAPACIDAD DE CONTROL					
. Accesibilidad vía terrestre					
. Accesibilidad directa a los componentes					
. Personal calificado					
. Tele vigilancias					

FUENTE: Matriz elaborado por los investigadores – 2009.

Tabla N° 03: Calificación de la vulnerabilidad externa.

CALIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD		POR COMPONENTE		POR SISTEMA	
		Valoración Límite Componente (VLC)	Rango De Valoración	Valoración Límite Sistema (VLS)	Rango de Valoración
I.	Alta = 3	$9 \times 3 = 27$	19	$27 \times 4 = 108$	73
II.	Media = 2	$9 \times 2 = 18$	10 - 18	$18 \times 4 = 72$	37 - 72
III.	Baja = 1	$9 \times 1 = 9$	0 - 9	$9 \times 4 = 36$	0 - 36
	Explicación	$VLC = N^{\circ} I \times \text{Peso}$		$VLC = VLC \times N^{\circ} C$	
I.	Alta = 3	$3 \times 3 = 9$	7	$9 \times 4 = 36$	25
II.	Media = 2	$3 \times 2 = 6$	4 - 6	$6 \times 4 = 24$	13 - 24
III.	Baja = 1	$3 \times 1 = 3$	0 - 3	$3 \times 4 = 12$	0 - 12
	Explicación	$VLC = N^{\circ} I \times \text{Peso}$		$VLC = VLC \times N^{\circ} C$	
I.	Alta = 3	$4 \times 3 = 12$	9	$12 \times 4 = 48$	33
II.	Media = 2	$4 \times 2 = 8$	5 - 10	$8 \times 4 = 32$	17 - 32
III.	Baja = 1	$4 \times 1 = 4$	0 - 4	$4 \times 4 = 16$	0 - 16
	Explicación	$VLC = N^{\circ} I \times \text{Peso}$		$VLC = VLC \times N^{\circ} C$	

Fuente: Tabla elaborado por los investigadores – 2009.

Matriz N° 06: Estrategias de gestión o resiliencia.

Nos permite identificar si existe preparación para la crisis y las alternativas de funcionamiento ante la presencia de un desastre, a través de la evaluación de sus elementos componentes y utilizando una escala de calificación ordinal.

INDICADORES	CAPTACIÓN	CONDUCCIÓN	ALMACENAMIENTO	DISTRIBUCIÓN	TOTAL
PREPARACIÓN PARA CRISIS					
. Existencia de un plan					
. Preparación del personal					
. Simulacros					
. Experiencia de emergencia de crisis					
. Autonomía energética					
. Comunicación con organismos de emergencia					
. Facilidades de comunicación					
ALTERNATIVAS DE FUNCIONAMIENTO					
Vulnerabilidad por previsión					

Fuente: Matriz elaborado por los investigadores – 2009.

Tabla 4: Calificación de resiliencia.

Indicadores		Valoración Límite Componente (VLC)	Rango De Valoración	Valoración Límite Sistema (VLS)	Rango de Valoración
I.	Alta = 3	$7 \times 3 = 21$	15	$21 \times 4 = 84$	57
II.	Media = 2	$7 \times 2 = 14$	8 – 14	$14 \times 4 = 56$	29 – 56
III.	Baja = 1	$7 \times 1 = 7$	0 – 7	$7 \times 4 = 28$	0 – 28
	Explicación	$VLC = N^{\circ} I \times \text{Peso}$		$VLC = VLC \times N^{\circ} C$	
I.	Alta = 3	$1 \times 3 = 3$	3	$3 \times 4 = 12$	9
II.	Media = 2	$1 \times 2 = 2$	2	$2 \times 4 = 8$	5 - 8
III.	Baja = 1	$1 \times 1 = 1$	0 – 1	$1 \times 4 = 4$	0 - 4
	Explicación	$VLC = N^{\circ} I \times \text{Peso}$		$VLC = VLC \times N^{\circ} C$	

Fuente: Matriz elaborado por los investigadores – 2009.

b. Entrevistas a expertos.

Con funcionarios de empresa administradora del sistema de agua potable en el distrito, funcionarios y técnicos del gobierno regional y la municipalidad, así como dirigentes de organizaciones de la sociedad

civil. En el Anexo se muestra la estructura desarrollada para la entrevista personal.

c. Cartografía.

Para identificar localización, pendientes y relieve del suelo, conectividad, que permita verificar el posicionamiento físico del sistema y su interrelación en el contexto urbano e interurbano.

d. Coremas.

El término de Corema fue designado por Roger BRUNET, a principios de los años ochenta en la Maison de la Géographie (Montpellier-Francia).

Los Coremas permiten representar los diferentes procesos principales transformadores del espacio logrando emerger lo esencial de sus relaciones y despejar los núcleos decisivos ordenadores del espacio. La forma de representar los coremas surge de la combinación de los tres signos elementales (punto, línea, área).

e. Registros estadísticos.

Consistió en la revisión de la data existente de las diferentes instituciones respecto a los fenómenos naturales y desastres ocurridos en el Perú a través de su historia.

f. Focus Group.

Se trabajo en dos grupos:

- Grupo de técnicos institucionales.
- Grupo de dirigentes de la coordinadora vecinal que es una organización constituida en Asamblea Pública para la fiscalización del proyecto.

En estos espacios se abordaron aspectos relacionados con la vulnerabilidad de los elementos físico – estructurales esenciales en sus factores fragilidad y resiliencia.

g. Observación en campo.

Se desarrollaron trabajos de campo en el cual participaron los vecinos y los representantes de la EPS Selva Central y del Gobierno Regional Pasco. Con ellos se validó el Análisis de Riesgo de los elementos físico – estructurales esenciales, así como se procedió a reconocer los puntos críticos de cada elemento esencial, en sus diferentes componentes.

h. Investigación documental.

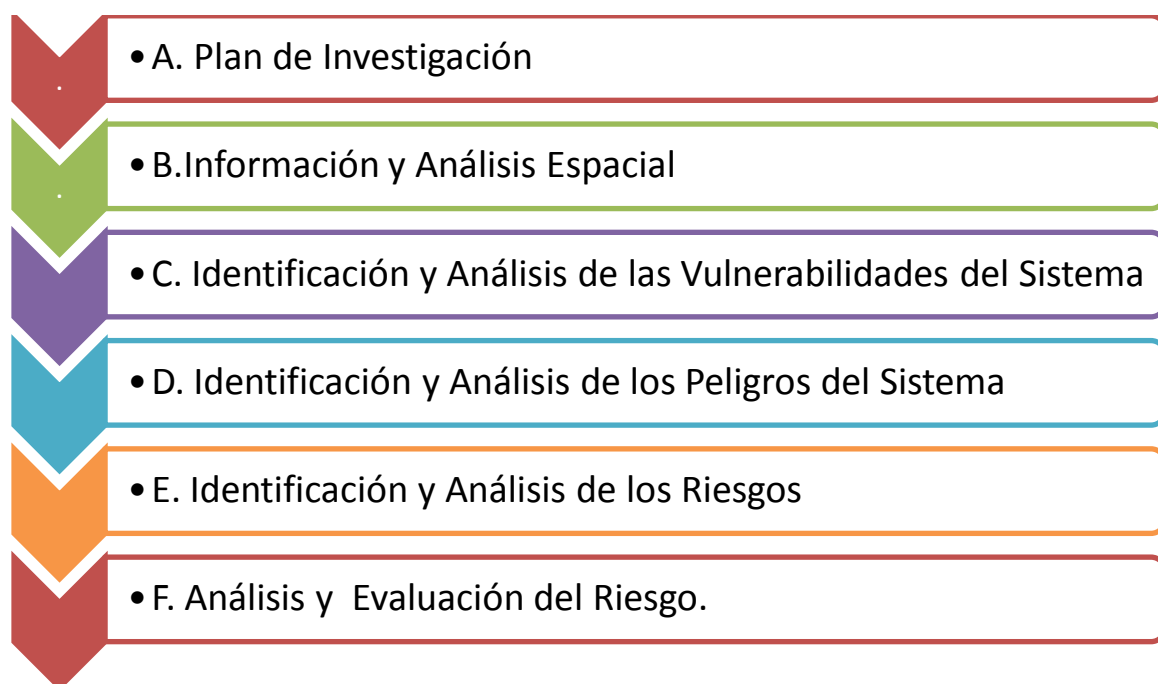
Consistió en la revisión y organización de la información secundaria disponible en documentos de gestión como: Plan de desarrollo local concertado, presupuesto participativo, documentos técnicos: Estudios de factibilidad y expediente Técnico del proyecto. Asimismo de la normatividad sobre el análisis de riesgos.

Se analizó información referida a las principales amenazas que se manifiestan en el distrito, factores de vulnerabilidad de las unidades sociales y en las principales infraestructuras de saneamiento.

Esta información complemento la información primaria obtenida en las entrevistas y reuniones focales, y contribuyo en la definición de la vulnerabilidad para el análisis de los riesgos.

3.4 Pasos metodológicos para el estudio del riesgo.

Se establece los siguientes pasos:



Fuente: Elaborado por los investigadores – 2009.

Mayor detalle sobre cada uno de los pasos, ver el anexo No. 03.

CAPÍTULO IV.

APLICACIÓN METODOLÓGICA Y RESULTADOS.

4.1 Situación de riesgo y vulnerabilidad de la infraestructura de agua y saneamiento básico en el entorno nacional (Contexto Ambiental Global).

Como hemos indicado en el Perú, los peligros que con mayor frecuencia se presentan son del tipo hidrometeorológicos (inundaciones, sequías, heladas), seguido de los de geodinámica interna (sismos, terremotos) y geodinámica externa (deslizamientos, derrumbes, huaycos).

En el Perú, el impacto de los fenómenos naturales sobre los sistemas de agua y saneamiento rurales, fueron de considerable afectación a la infraestructura:

- Fenómeno del niño 97-98 y su impacto en la infraestructura de agua y saneamiento.

De acuerdo a estimaciones de la CAF²⁰ sobre la base de cifras oficiales, los daños totales para los sistemas de agua y alcantarillado con la ocurrencia del Fenómeno El Niño 97-98, significó un monto que ascendió a los 199 millones de nuevos soles (71 millones de dólares).

²⁰Las lecciones de El Niño.- *Memorias del fenómeno El Niño 1997-1998*, Retos y Propuestas para la región andina, CAF: Corporación Andina de Fomento Vol. V: Perú, Octubre 2000.

De ellos, 178 millones de nuevos soles correspondieron a los daños directos a la infraestructura del sector, en tanto que los 21 millones restantes representaron los gastos de prevención, los menores ingresos de las empresas de agua -EPS's, y los mayores gastos para la potabilización del agua y para la distribución de la misma durante la emergencia.

Según información recopilada por el Ministerio de Salud y la OPS/OMS⁷, se reportaron en zonas rurales el colapso de 199 sistemas de abastecimiento de agua que servían a una población de 156.000 personas. A raíz de los daños en los sistemas de alcantarillado y letrinas en la zona afectada por el fenómeno del niño, el MINSA / DIGESA reportó la instalación de 3,532 letrinas que beneficiaron a una población de 17.600 habitantes.

Fueron 17 los departamentos declarados en Estado de Emergencia y entre ellos la región Pasco en su provincia de Oxapampa y distrito de Villa Rica. (SENAMHI, Mapa de áreas afectadas considerando la ocurrencia de cinco eventos Fenómeno El Niño).

- Terremoto Moquegua, Junio 2001.

A raíz del terremoto que afectó a los departamentos de Arequipa, Ayacucho, Moquegua y Tacna, el 23 de junio del año 2001²¹, fueron evaluados 335 sistemas de abastecimiento de agua, de los cuales se

²¹Salud ante la emergencia – Terremoto en Arequipa, Ayacucho, Moquegua y Tacna. Boletín Semanal No 3 – Perú, Julio 2001, Ministerio de Salud del Perú.

reportaron como destruidos 48 sistemas (14.3%) y 103 sistemas (30,7%) con algún grado de afectación, algunos de los cuales luego de 2 años de ocurrido el sismo siguen sin funcionar o lo hacen en condiciones desfavorables.

En cuanto a sistemas de alcantarillado de 40 sistemas evaluados, 5 resultaron con daños de consideración que los obligó a salir de funcionamiento y 19 sistemas fueron parcialmente dañados, con lo cual el 60% de los sistemas evaluados presentó algún nivel de daño. Así mismo, se reportó la necesidad de 719 letrinas para atender las necesidades provocadas por el sismo

- Terremoto Ica agosto 2007.

El terremoto de Pisco del 15 de agosto del 2,007 ha impactado negativamente en el servicio de agua potable y saneamiento, según la evaluación del servicio de agua potable en la zona de desastre de EMAPAICA se describe lo siguiente:

Pisco:

El desabastecimiento de agua potable por redes es del 85%. Existiendo fugas en la zona de Esperanza, San Pedro, Cruz de Colombia y Paracas, además se encuentran colectores dañados y atorados.

La Municipalidad de San Clemente viene ejecutando trabajos para reparar la tubería de conducción. El abastecimiento es a través de camiones cisterna.

Chincha.

El abastecimiento, en las zonas administradas por la EPS, es a través de las redes de agua existentes y se registra en porcentaje:

- Grocio Prado: 50%.
- Pueblo Nuevo: 70%.
- Chincha Alta: 95%.
- Tambo de Mora: 60%.
- Chincha Baja y Alto Larán: 100%.
- Sunampe: 75% en la zona, con bombeo directo a la red porque el reservorio se encuentra inoperativo por las fisuras).

En el caso de El Carmen, zona no administrada por SEMAPACH, continúa siendo abastecida por la Hacienda San José a través de camiones cisterna.

Respecto al alcantarillado, existen colectores con averías. Las cámaras de bombeo de desagüe de Tambo de Mora y Chincha Baja se encuentran inoperativas.

Ica.

En los 11 distritos La Tinguiña, Santiago, Subtanjalla, Salas, San Juan Bautista, San José De Los Molinos, Pachacútec, Pueblo Nuevo, Tate, Ocucaje y Yauca Del Rosario, no cuentan con el servicio de agua potable.

Respecto a los reservorios de EMAPAICA, son 5 los que están dañados. De otro lado, 5 cloradores de inyección al vacío han colapsado,

Respecto al alcantarillado, opera al 100%, sin embargo existen tramos de colectores colapsados.

Cañete.

Respecto al abastecimiento de agua en los distritos que abastece Emapa Cañete, este registra un promedio de 80%, siendo el detalle lo siguiente:

- San Vicente, Lunahuaná, Calango, Santa Cruz de Flores, Imperial, Chilca, Quilmaná, San Antonio, Mala y Asia al 100%.
- Cerro Azul al 30% con servicio es restringido.
- San Luis al 40% con fuerte restricción.

En el distrito de San Luis se clausuró la fuente denominada Compradores por infiltración de agua de regadío que provoca alta turbiedad.

En Mala, el pozo N° 1 ha aumentado la turbiedad de 0.8 a 3.36 NTU por posible avenamiento del pozo. Los reservorios de 400 y 100 m³ presentan daños estructurales que deben ser evaluados. En Asia, los reservorios de 40 y 160 m³ tienen daños estructurales que requieren reforzamiento. En San Vicente, se ha registrado la inclinación del tanque elevado del pozo N° 1.

Sobre el servicio de alcantarillado, se han iniciado los trabajos para la evaluación de los colectores. En San Luís, la estructura y los equipos de cámara de bombeo requiere de una evaluación estructural (hay fisuras) y electromecánica, respectivamente.

En Chilca, la estructura de la caseta de bombeo de desagüe está fracturada y el terreno colindante ha sufrido asentamiento. En Imperial, se ha detectado que varios tramos de colectores tienen asentamiento, lo cual indicaría rotura de las tuberías.

Respecto a las zonas de Imperial, Pacarán, Zuñiga y Coayllo, Emapa Cañete no cuenta con abastecimiento.

En la Pág. 16, del Informe de Naciones Unidas “Del Desastre al Desarrollo, (2005) afirma “La experiencia viene demostrando que la falta de previsión y el

simple desconocimiento del manejo de riesgos asociados a una carencia de propuesta de desarrollo, trae como consecuencia no sólo lamentables pérdidas humanas o el menoscabo de su integridad física, sino que también daños en el aparato productivo que ocasionan profundos retrocesos económicos. El fenómeno El Niño de 1982-1093, por ejemplo, causó daños equivalentes al 6.2% del PBI de ese año, mientras que en 1997-1998 causó pérdidas por 2,000 millones de dólares (3% del PBI aproximadamente).

A la par, el país enfrenta una crisis de acceso al servicio de agua potable y alcantarillado. En el último quinquenio las inversiones han sido muy bajas y las coberturas no aumentaron al ritmo necesario. Un tema clave es la sostenibilidad de los sistemas instalados, destacando la sostenibilidad ambiental, lo que supone revisar las intervenciones, conocer las debilidades, barreras e identificar nuevos retos, para contribuir a mejorar la calidad de vida de las familias. El fenómeno El Niño es repetible y el débil y reducido aparato productivo de agua potable y alcantarillado debe ser protegido.

Cuadro N° 03: Cobertura urbana (% población) y mortalidad Infantil (N°/ 1000).

Escala Territorial	Agua Potable		Alcantarillado		Mortalidad Infantil	
	1990	2004	1990	2004	1990	2004
MUNDO	80	78	56	56	65	54
PAISES INDUSTRIALIZADOS	100	100	100	100	9	5
LATINO AMÉRICA Y EL CARIBE	85	90	57	62	43	26
PERÚ*		76		58	50	35
CHILE	97	100	90	97	17	8

Fuente: OMS, UNICEF, 2001 * Ministerio de Vivienda se estima para el 2011, en agua potable se llegará a 90 y en alcantarillado será 83.

El cuadro N° 3, refleja el estado general de cobertura de Agua Potable y Alcantarillado del país en relación al mundo, los países industrializados y América Latina donde se puede visualizar que el Perú está bajo el promedio de todas estas escalas territoriales, con un 76% de cobertura en Agua potable y un 58% en alcantarillado. Es indudable que estos bajos niveles de cobertura contribuyen al índice de mortalidad infantil de 35 por 1000, indicador alto en el área latino americana.

Una revisión de los estudios que se han hecho en la materia y de la información disponible que hacen los expertos del Departamento Nacional de Planeación de Colombia, encuentra que la relación entre cobertura de agua potable y saneamiento básico y mortalidad infantil es significativa e inversa. Esto quiere decir que en las poblaciones donde la cobertura promedio de agua y alcantarillado es más baja, se presentan más casos de mortalidad en menores de cinco años. Esta relación es más fuerte cuando el análisis se hace para los menores de un año, lo que evidencia que los niños en este periodo son mucho más vulnerables al consumo de agua de baja calidad y al contacto con un medio ambiente contaminado (La correlación entre la cobertura promedio de acueducto y alcantarillado y los casos de mortalidad infantil y en menores de cinco años es de -0.77 y -0.68 respectivamente).

El ordenamiento actual del territorio es sin duda uno de los retos que se tiene que afrontar. La forma de ocupación tan dispersa del espacio geográfico, condicionado por una geomorfología del suelo tan accidentada, y una

sensibilidad climática tan variada, dificulta y hace oneroso la implementación de la infraestructura. En el contexto Latinoamericano, el Perú es el país con mayor cantidad de municipios, indicador de la dispersión, como podemos apreciar en el Cuadro N° 4 siguiente:

Cuadro N° 04: Municipios y población en los países andinos.

Países	N° Municipios	Población urbana	Población
Perú	1828 distritos	70%	27000
	198 provincias		
Bolivia	310	57.5%	6420
Ecuador	198	60.0%	11000
Colombia	1051	70.7%	41000

Fuente: INEI, 2003

En el ámbito rural es más notoria la inequidad en la distribución del servicio de agua y saneamiento. El cuadro 5, nos brinda detalles de la dispersión de la ocupación del territorio y su cobertura de agua y saneamiento.

Cuadro N° 05: Cobertura y demanda potencial de agua y saneamiento en el área rural.

Población por rango (Hab.)	Población Año 2000 (Millones de Hab.)	Cobertura servicio (porcentaje)		Población sin servicio (millones Hab.)		Población que necesita rehabilitación (Mill. Hab.)
		Agua Potable	Sanea miento	Agua potable	Sanea miento	
501- 2000	2.9	82%	44%	0.5	1.6	1.7
201-500	3.1	59%	28%	1.3	2.3	1.3
0-200	2.7	45%	16%	1.5	2.3	0.1
TOTAL	8.7	5.4	2.6	3.3	6.2	3.1
%		62%	30%	38%	71%	57%

Fuente: SANBASUR CUZCO, Jorge Loayza Alfaro,2001.

En centros poblados de hasta 200 habitantes -los más dispersos- la cobertura de agua potable es del 45% y sólo el 16% en saneamiento. Mientras que en los centros poblados en el rango de 500 y 2000 habitantes, donde se ubican capitales de distrito, la cobertura es de 82% en agua potable y 44% en saneamiento. Aparentemente esto último, puede generar relativo optimismo por su alta cobertura, pero los datos dicen que esto es sólo el 27%, de la población rural, o sea 2.4 millones de habitantes (0.89* 2.9 mill). Pero además de este 27%, el 70% vive con sistemas que necesitan rehabilitación (1.7 millones de habitantes), en términos netos sólo 700 mil de este estrato goza de una cobertura efectiva del servicio de agua potable, es decir el 8% de la población rural. En el mismo razonamiento y observando a toda la población rural, sólo el 26% de ella dispone de una cobertura efectiva de agua potable.

Una mirada al saneamiento, es indicativo de la reducida concepción que se tiene sobre el medio ambiente como sistema, es decir la ecología como un sistema integrado de vida. Por un lado potabilizamos el agua y por el otro lado con un débil alcantarillado contaminamos al ambiente, un proceso de suma cero. Para el caso del rango (501-2000) la cifras de balance es altamente deficitaria, 82% de agua potable contra 44% de Saneamiento y ni que decir de los otros rangos. El cuadro N° 3, nos da una aproximación de esta orfandad ecológica, pues en los países industrializados el déficit es cero y en el caso de Chile apenas es de 3%. El caso peruano en el mundo rural es realmente crítico que atenta frontalmente contra la equidad y por ende con el desarrollo sostenible humano.

Son preocupantes los resultados del análisis de la sostenibilidad de 104 sistemas de provisión de agua en el área rural del Perú 1999, realizado en consultoría para el Banco Mundial. Se observa en el siguiente cuadro de nivel de sostenibilidad, y que correlaciona con la información y las conclusiones del cuadro 5 anterior. Aquí se indica que sólo el 31.7% de los sistemas son sostenibles, por lo tanto se deduce que el 68.3 % tiene el carácter de insostenibles, marcados por el deterioro y el colapso.

Cuadro N° 06: Nivel de sostenibilidad de los sistemas de agua y saneamiento.

Nivel de Sostenibilidad	%
• Sostenible	31.7
• En proceso de deterioro	44.3
• En grave proceso de deterioro	22.1
• Colapsados	1.9

Fuente: Banco Mundial/Consultoría Estado Situacional del Agua y Desague, 2005.

Esto nos lleva a reflexionar sobre la responsabilidad social del Estado, la población, las empresas y la cooperación, no sólo en la dotación de los servicios, sino en el impacto que los peligros ambientales naturales y antrópicos tienen en el débil conjunto de sistemas de agua y alcantarillado regionales y en consecuencia en el abrupto retroceso que eventualmente se dé en la calidad de vida de los pobladores de la zona rural.

Es importante notar que la problemática y situación mostrada, se presenta a pesar de que se invirtieron en el Sector, en los 10 últimos años (1990-1999),

aproximadamente US\$ 2,440 millones (Gráficos N° 2 y 3, y Anexo 2 y 3) equivalentes al 14% de la inversión pública del período.

El 29% de las inversiones fueron financiadas por el Gobierno Central, el 26 % por SEDAPAL, el 23% por el FONAVI, y el 22% por otras entidades prestadoras de servicio y organismos no gubernamentales.

En el mismo período se estima que las inversiones realizadas en el ámbito urbano llegaron a US\$ 2,018 millones (83% del total) y en el área rural US\$ 425 millones (17% del total). El 85% de las inversiones en el ámbito rural fueron ejecutadas por FONCODES.

Sin embargo, por falta de previsión de riesgos, educación, capacitación en cómo usar el agua potable, en cómo dar mantenimiento a las tuberías, a las pequeñas plantas de agua, entre otros, se ha perdido totalmente el 30% de la infraestructura, el otro 40% está en proceso de deterioro y por tanto de quedar inoperativo, cuya pérdida equivale a unos 120 millones de dólares y solo el 30% está actualmente operativo²².

Un cuadro más actualizado de las características del sistema de agua y saneamiento es el que se presenta a continuación según región geográfica.

²² Diagnóstico Saneamiento 2,000 VMCS

Cuadro N° 07: Características del sistema de agua potable según región geográfica.

RUBROS	TOTAL PAIS		COSTA		SELVA		SIERRA	
	Buena	Regular	Buena	Regular	Buena	Regular	Buena	Regular
Estado de Infraestructura del Agua	36.4%	47.0%	90.0%		41.7%	8.3%	43.2%	47.7%
Continuidad del servicio de agua	Continua (24 horas)	Con Interrup.	Continua (24 horas)	Con Interrup.	Continua (24 horas)	Con Interrup.	Continua (24 horas)	Con Interrup.
	37.9%	54.5%	90.0%		33.3%	33.3%	47.7%	52.3%
Sostenibilidad de los servicios	Sostenible	En deterioro	Sostenible	En deterioro	Sostenible	En deterioro	Sostenible	En deterioro
	28.8%	56.1%	90.0%		15.3	38.5%	38.6%	52.3%

Fuente: Ministerio de Vivienda/Diagnóstico del Sector Agua y Desague, 2003

Como podemos apreciar en el Cuadro 7, la cifra es alarmante, en la selva y la sierra. En la selva sólo el 15.3% de los sistemas son sostenibles y 38.5% están en deterioro. En la sierra, el 38.6% son sostenibles y tenemos el 52.3% de sistemas en franco deterioro.

Los problemas relacionados con la organización y la administración se resumen en siguiente cuadro 8.

Cuadro N° 08: Problemas de administración en los servicios de las pequeñas y medianas ciudades.

DESCRIPCIÓN	CAUSAS
No hay definición clara del papel del gobierno local y de la administración de los servicios de agua y saneamiento.	. Falta de capacitación a los alcaldes, concejales, usuarios y a los encargados de administrar los servicios . Injerencia de la autoridad local en la administración de los servicios
Alto índice de morosidad	. La población no valora el servicio de agua y saneamiento . La intermitencia y mala calidad del servicio determina que los usuarios no sean puntuales o no reconozcan su deber a pagarlo
Labores de operación y mantenimiento no se realizan con la frecuencia adecuada	. La administración no dispone de recursos económicos para contratar personal adecuado y equipo adecuado . Alta inestabilidad del personal encargado de la administración, operación y mantenimiento
La ejecución de obras de agua potable y saneamiento mayoritariamente es de baja calidad e inadecuado diseño en relación al espacio y cultura del territorio local	. Falta de capacidad de supervisión de expedientes técnicos y ejecución de obra por parte de la administración local . Alta corrupción en los procedimientos y contratación de obras . Casi nula participación de la sociedad civil en las decisiones del proceso de formulación y evaluación de la infraestructura

Fuente: SANBASUR CUZCO, Jorge Loayza Alfaro, 2001

En resumen los siguientes indicadores nos dan una caracterización de la actual situación de los sistemas de agua y saneamiento del país, y marcan las tendencias más relevantes de deterioro de no iniciarse cambios en la organización y la visión del desarrollo en tiempos de globalización y cambio climático.

- **Disponibilidad hídrica:** En el país, la costa es la región con mayor densidad poblacional donde contradictoriamente existe menor disponibilidad hídrica. Este es un problema significativo latente para la

costa peruana, que en los próximos años van a sufrir de “stress hídrico”. En contra parte en la selva la tendencia a mayores precipitaciones pluviales es de alta probabilidad.

- **Baja cobertura de servicios:** A nivel nacional se tiene abastecimiento de agua: 75%, Alcantarillado y otros: 55% y Tratamiento de aguas servidas: 18% (datos del año 2004-INEI), niveles que están por debajo del promedio del continente, con directo impacto en la mortalidad infantil que está por encima del promedio latinoamericano. (Ver cuadro N° 3).
- **Ámbito de atención con servicios:** El sistema de administración y gestión es heterogéneo y con reducida efectividad y eficiencia, el 29 % por SEDAPAL, el 30% por EPS (54), el 6% por las municipalidades y el 35% por organizaciones comunales principalmente en el ámbito rural.
- **Baja sostenibilidad de los sistemas construidos:** en el área rural, sólo el 31% es sostenible y por regiones en la selva el 15.6% y en la sierra el 38.6%. Los servicios instalados requieren un alto nivel de inversión para rehabilitar los sistemas y aquellos que se encuentran en proceso de deterioro, evitándoles colapsar.

4.2 Aplicación metodológica – Análisis de riesgo en el proyecto de mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado de Oxapampa.

En este capítulo se presenta los análisis y las explicaciones para verificar la vigencia o no de la segunda hipótesis Siguiendo los aspectos que marca la

hipótesis, su demostración la realizaremos en tres partes: la relativa a “la existencia de evidentes amenazas y vulnerabilidades que afronta la infraestructura de agua y saneamiento del distrito de Oxapampa”, la tipificación de la “inversión como de alto riesgo” y la “ausencia de un análisis de riesgo en la propuesta de mejoramiento” de la inversión.

El esquema será como sigue: con el fin de dar contexto y conceptualizar el rol del distrito y la importancia de su infraestructura de agua y saneamiento, en la primera parte se hace una descripción general del distrito, donde se informa sobre sus elementos climáticos, características económicas y espaciales, datos que ayudaran para que en la segunda parte se explique la caracterización espacial del distrito de Oxapampa y su posicionamiento en el ordenamiento territorial de la micro región. En la tercera parte se describe el estado de la infraestructura de agua y saneamiento, cuyas características e importancia esta condicionada por las situaciones descritas en las partes. De este modo tenemos el contexto apropiado para que en la cuarta parte se realiza el análisis de vulnerabilidades del sistema y en la quinta parte el análisis de peligro, que son los análisis propiamente indicado en la hipótesis sobre la vulnerabilidad y la estimación de los riesgos. En la sexta parte se presenta el análisis de riesgos. En la séptima parte, se realiza la evaluación económica del proyecto incorporando el análisis de riesgo determinado.

4.2.1 Descripción general del distrito de Oxapampa.

El distrito de Oxapampa fue creado por Ley N° 12301 del 3 de mayo de 1,955 perteneciente a la provincia de Oxapampa, Región Pasco, ubicado en la margen derecha del río Chorobamba y en la parte central y oriental de la Región Pasco.

Geográficamente el distrito de Oxapampa se ubica dentro de los paralelos 10°35'25" de latitud sur y a los 75°23'55" de longitud Oeste del meridiano de Greenwich y a una altitud de 1,814 m.s.n.m.

De acuerdo a las informaciones del Instituto Geográfico Nacional el distrito de Oxapampa tiene una superficie de 982.04 Km² (3.52 hab/km²) la cual representa el 5.3% de la superficie total de la provincia de Oxapampa (18,673.8 Km²) y sólo el 3.9% del total del departamento de Pasco (25,319.6 Km²).

Oxapampa limita por el norte con el distrito de Palcazo y Huancabamba, por el sur, con el distrito de Chanchamayo en el departamento de Junín, por el este, con el distrito de Villa Rica y por el Oeste con el Distrito de Chontabamba.



Fotografía N° 01 y 02: Vista parcial de la plaza principal del distrito de Oxapampa.



Características climáticas generadoras de riesgo.

La provincia de Oxapampa, que se encuentra ubicada en la selva alta, presenta un clima de tipo tropical, con altas temperaturas diarias que descienden ligeramente durante las noches; abundantes precipitaciones estacionales que coinciden con el verano austral, alta humedad atmosférica y un largo periodo con precipitaciones escasas que comprenden los meses de mayo a noviembre.

La temperatura media anual en Oxapampa tomado en la cota 1780 msnm. Es de 18 °C, la temperatura máxima absoluta de 28,2 °C, la mínima de 6,2 °C y las precipitaciones del orden de los 1152 mm. (Estación meteorológica de Oxapampa).

El mayor riesgo ambiental del distrito es el ocasionado por las precipitaciones pluviales y sus consecuencias en el suelo del territorio.

Ocurren lluvias torrenciales entre los meses de diciembre y abril, muy variables e intensas y se presentan de manera intempestiva, en la temporada de lluvia se producen deslizamientos y derrumbes de las elevaciones de terreno que obstruyen el tránsito terrestre y dañan infraestructuras de regadío y del servicio de agua potable. Lamentablemente no se lleva estadísticas de estos eventos, pero el sólo hecho de conocer información sobre la precipitación promedio y del relieve y tipología del suelo se puede deducir la vulnerabilidad del territorio y de la infraestructura ubicada en lugares de alta disposición del riesgo.

Entre los meses de mayo a noviembre hay la presencia de material particulado suspendido en el aire así como arena, que contaminan el ambiente.

Debido a que se encuentra en una zona muy húmeda es conocido que la ciudad de Oxapampa se ha edificado sobre tierras hidromórficas, y

presenta inestabilidad ante los movimientos telúricos con temblores constantes.

Condiciones climáticas de la zona.

Según el mapa ecológico del Perú, Oxapampa se encuentra dentro de la zona de vida bosque húmedo – Montaña Bajo Tropical (BH-MBT), presentando una biotemperatura media anual máxima de 17,9 °C.

Según el diagrama de Holdridge, esta zona de vida tiene un promedio de evapotranspiración potencial total por año variable entre la mitad (0,5) y una cantidad igual (1) al volumen promedio de precipitación total por año, lo que ubica a esta zona de vida en la provincia de humedad: Húmedo.

- **Clima lluvioso templado de invierno seco (Cw).**

Corresponde a selva alta, aproximadamente entre los 600 y 2000 m.s.n.m. la humedad se mantiene en todo el año.

Las ciudades de Villa Rica y Oxapampa, presentan este tipo de clima.

Los datos acumulados desde 1981- 1993 para Oxapampa determinan lo siguiente:

Precipitación promedio anual	1838 mm
Temperatura media anual	17.6 °C
Temperatura media máxima	21.7 °C

Temperatura media mínima	13.6 °C
--------------------------	---------

Se observan los siguientes extremos:

Temperatura máxima	26.5°C
--------------------	--------

Temperatura mínima	4.8°C
--------------------	-------

Humedad relativa media	91%
------------------------	-----

La mayor precipitación se presenta en octubre y marzo, con radiación moderada por la nubosidad frecuente.

Fuente: Estación Meteorológica de Villa Rica, Latitud 10°43' S, 75°13' W, 1470 m.s.n.m.

Factores climáticos.

a) Altitud.

Los diferentes ecosistemas en estudio, altitudinalmente se encuentran entre los 1,800 a 2,600 msnm.

b) Precipitación.

Durante el año la mayor concentración de lluvias se presenta durante los meses de octubre a marzo, y un período de sequía de abril a septiembre, con una precipitación pluvial de 1,382.33 mm/año. Año 2000.

En la selva alta las precipitaciones son fuertes, siendo lo normal según los datos, de 2000 mm o menos al año, durante la época

seca entre mayo a octubre; difícilmente existe dos semanas seguidas sin lluvias.

En el siguiente cuadro se muestra el comportamiento de este factor durante los años 1985-1992.

Del cuadro N° 9 se deduce: Precipitación pluvial máxima (febrero 1986) es 386,0 mm / mes; precipitación pluvial promedio 120,5 mm / mes y precipitación pluvial mínima (julio 1988) es de 4,8 mm / mes.

Cuadro N° 9: Precipitaciones pluviales años 1985- 1992.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Octu	Nov	Dic	m	Total
1985	152	287	242	186	56,2	35,1	14,7	61,1	99,1	83,0	109	182	125	1510
1986	337	386	258	110	70,3	10,7	30,7	30,9	112	113	105	260	151	1823
1987	338	265	69,9	155	62,7	22,4	96,5	180	44,8	216	196	318	154	1852
1988	251	137	153	155	75,9	4,8	8,9	6,4	53,5	81,5	56,3	117	91,	1100
1989	298	157	271	249	73,5	70,4	25,9	20,5	82,8	164	103	137	137	1153
1990	234	180	190	64,8	61,8	103	29,7	20,2	59,0	232	236	215	135	1626
1991	97,8	146	328	88	49,2	41,1	18,3	36,0	54,7	109	96,6	123	98,	1187
1992	107	123	109	42,1	26,2	79,8	25,2	73,3	43,7	82,5	40,4	70,0	68,	823

Fuente: Estación meteorológica del INIAA-Oxapampa.

c) Temperatura

De acuerdo a los informes climáticos proporcionados por la Estación Meteorológica de San Alberto INIA – Oxapampa, la temperatura fluctúa entre 10.52 °C a 20.91 °C, con un promedio anual de 14.88 °C. Para el Año, 2000. En el siguiente cuadro se muestran las temperaturas para los años 85 al 92.

Cuadro N° 10: Registro de temperatura 1985 – 1992.

AÑO	Temperatura Máxima °C	Temperatura Media °C	Temperatura Minima °C
1985	20,9	15,5	11,3
1986	20,7	15,3	11,0
1987	21,6	15,8	11,3
1988	21,5	15,5	10,7
1989	20,6	14,7	10,2
1990	20,7	15,0	10,3
1991	20,7	15,1	10,1
1992	20,5	15,2	10,0

Fuente: Estación meteorológica del INIAA-Oxapampa.

Del cuadro se deduce que la Temperatura máxima es 21,6 °C.; Temperatura media es 14,7 °C. Y la Temperatura mínima es 10,0 °C.

d) Humedad relativa.

La humedad mínima promedio es de 94.80 %, humedad máxima de 99.26% y humedad media anual de 92.91 %. (Fuente: INIA). Para el año 2000.

Cabe anotar, con los datos reportados, desde los años anteriores, hasta la fecha se observa que la temperatura y precipitación pluvial en Oxapampa va disminuyendo progresivamente, esto se debe, a la deforestación indiscriminada que se realiza en el ámbito, sumado a los cambios climáticos.

La humedad relativa para el período 1982-1992, determina los siguientes valores: Humedad relativa máxima es 100,0 %;

Humedad relativa media es 92,3 % y Humedad relativa mínima es 60,3 %.

e) Evaporación.

La evaporación diaria y anual, es consecuencia de la temperatura y será máxima al medio día y mínima al salir el sol, y disminuye en general del Ecuador al polo.

Cuadro N° 11: Registro de evaporación 1985 - 1992

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Octu	Nov	Dic	Prom	Total
1985	60,3	48,9	59,8	55,8	77,6	74,9	82,8	80,2	55,0	84,7	106	-	71,4	785,6
1986			71,7	80,7	86,2	94,8	77,1	80,8	77,7	108	72,4	59,1	80,8	808,0
1987	54,4	83,7	92,1	72,4	74,2	78,4	85,6	93,2	78,4	75,4	73,5	78,2	78,29	939,5
1988	70,0	77,0	53,4	121	88,0	91,3	105	108	79,4	88,8	74,4	80,4	86,4	1036
1989	10,8			31,0	75,0	77,2	85,2	83,2	78,0	84,4	87,8	82,4	69,5	695,0
1990	84,8	74,0	80,6	77,4	83,6	73,5	84,0	84,0	84,0	80,2	80,4	83,6	80,8	970,1
1991	67,6	84,0	73,8	96,8	99,4	89,0	91,6	107	86,2	88,8	80,3	88,8	87,8	1054
1992	88,0	77,0	79,4	78,0	82,0	76,2	83,0	73,0	87,4	80,2	74,6	88,0	80,57	966,8

Fuente: Estación meteorológica del INIAA-Oxapampa.

Se tiene que la evaporación máxima es 120,8 mm / mes; evaporación promedio es 79,4 mm / mes y evaporación mínima es 31,0 mm / mes.

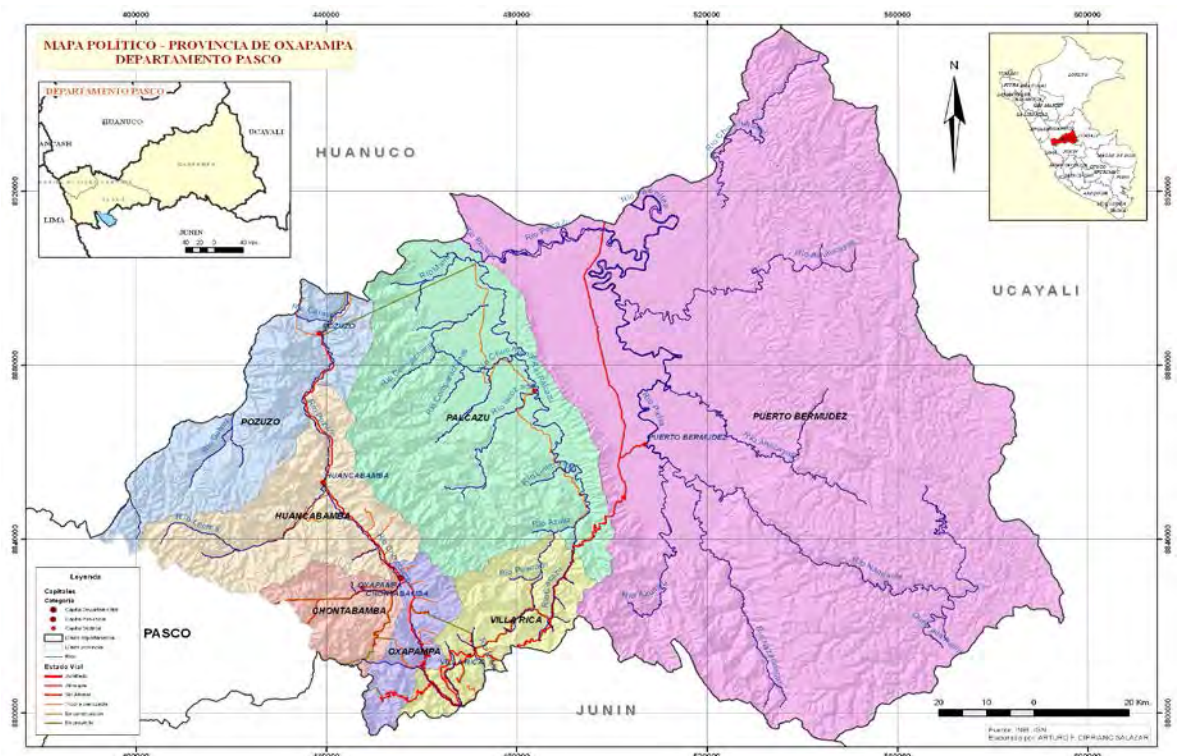
Presenta un clima húmedo y cálido con una temperatura media de 23 °C, y precipitaciones que oscilan entre 2000 y 3000 mm, la temporada de lluvia es de octubre a marzo.

Caracterización Económica y social de la ciudad de Oxapampa

La ciudad de Oxapampa es capital de provincia y capital del distrito del mismo nombre, en la Región Pasco. Su creación como ciudad data desde el 24 de Enero del año 1,925. Está ubicada en la ceja de la Selva Central del Perú . Sus coordenadas geográficas son: Longitud 75° 23', Latitud 10° 33', Altitud 1,814 msnm.

Se encuentra a 80 km de la ciudad de La Merced, siendo ésta la ciudad por donde se accede desde Lima

Mapa N° 9: División Política de la Provincia de Oxapampa.



Fuente: INEI.

Presenta la división política de la Provincia de Oxapampa, que como se observa es la más extensa de la Región de Cerro de Pasco que cuenta con tres provincias. Inscrito en la provincia está localizado el distrito de Oxapampa, en la parte inferior sur del mapa con color gris azulado.

La configuración urbana es del tipo damero con manzanas cuadradas y calles suficientemente amplias, la superficie es relativamente plana, la pendiente natural del terreno es de sur a norte de 2% de magnitud en promedio. Su área urbana actual es de 254 ha, su población se ha calculado en 8,944 habitantes esto hace una densidad promedio de 35 hab/ha, que lo caracteriza como una ciudad en proceso de consolidación, con una densidad media baja. Las viviendas en su mayoría, en un 65%, son de madera muy típicas de la zona, solo en el centro al rededor de la plaza mayor las construcciones recientes son predominantemente de material noble, es decir, de ladrillo y concreto. En todos los casos se presentan techos inclinados con una acentuada pendiente que indica la presencia de altas precipitaciones pluviales

Economía.

La actividad económica se concentra en la agricultura y la ganadería principalmente, prevalecen los cultivos de pastos, café, granadilla y rocoto; mientras que referente a la ganadería predomina la crianza de vacunos, porcinos, aves y la práctica de la apicultura. La comercialización de productos son de carácter provincial con La

Merced, Tarma y Huancayo, mientras que la comercialización local se realiza con los distritos de Chontabamba, Huancabamba, Pozuzo y Villa Rica principalmente. En cuanto a la industria, esta se asocia a la extracción de la madera y su proceso de aserrado y carpintería y por otro lado existen procesamiento de los productos agropecuarios (quesos, mantequilla, natillas)

Equipamiento y servicios públicos.

El equipamiento educativo de la ciudad va desde la educación inicial hasta la educación superior existiendo filiales educativas de la Universidad Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco. La población de educandos se ha estimado en 4,100 estudiantes en todos los niveles, siendo el número de centros educativos 13, tanto nacionales como privados.

En cuanto a la salud su equipamiento se traduce en un Hospital de ESSALUD y algunos centros de salud con una capacidad total de 150 camas para hospitalización.

En cuanto a los servicios públicos, Oxapampa cuenta con energía eléctrica, teléfono, internet. Los servicios de transporte son permanentes contando para ello con un terminal terrestre. Existe una pista de aterrizaje para vuelos específicamente contratados, no hay vuelos comerciales en forma regular.

Como en una ciudad típica de ceja de selva, la temperatura media anual varía de 15°C a 25°C, la humedad relativa es, en promedio, de 92.3% y, la precipitación anual varía de 1500mm a 2000 mm. En cuanto a la evaporación, ésta se presenta como un promedio mensual de 79.4 mm.

4.2.2 Caracterización espacial del distrito de Oxapampa.

Principales zonas de vida que comprende el distrito de Oxapampa.

Bosque húmedo montano bajo Sub tropical.

Se distribuye entre las cotas de 1 800 y 3 000 m.s.n.m. Existe escasez de topografía plana y de suelos profundos, con decreciente vegetación boscosa por una tendencia a la utilización en agricultura y ganadería. En esta zona se localiza las ciudades de Chorobamba, Oxapampa y Villa Rica.

Bosque montano tropical.

Se caracteriza por tener intensas lluvias en verano, pero con precipitaciones todo el año. La neblina y la nubosidad son constantes. La temperatura media es mayor a los 10° C. Esta comprendido entre las cotas de 2 500 y 3 800 m.s.n.m. (Parte del Parque Nacional Yanachaga - Chemillén)

Recursos hidrológicos de la cuenca de Oxapampa.

Cuenca hidrográfica del río Chorobamba.

El río Chorobamba nace en la confluencia de los ríos el Tingo y Gramazú, recorre en su curso superior de nor oeste a sur este y en su curso inferior recorre de suroeste a nor este. Este río recorre y une los distritos de Oxapampa y Chontabamba, posee especial importancia porque recorre las tierras más fértiles de los tres distritos que conforman la cuenca de Oxapampa. Tiene una longitud aproximada de 36 km posee un ancho promedio de cauce de 12 metros y un caudal promedio de 30 m³/s, se une con el río Huaylamayo en la zona de Chorobamba. Este sistema hidrográfico recibe además las aguas de otros afluentes menores como los ríos: Santa Clara, Grapanazú, San Jorge, Sipizú, San Daniel y otros.

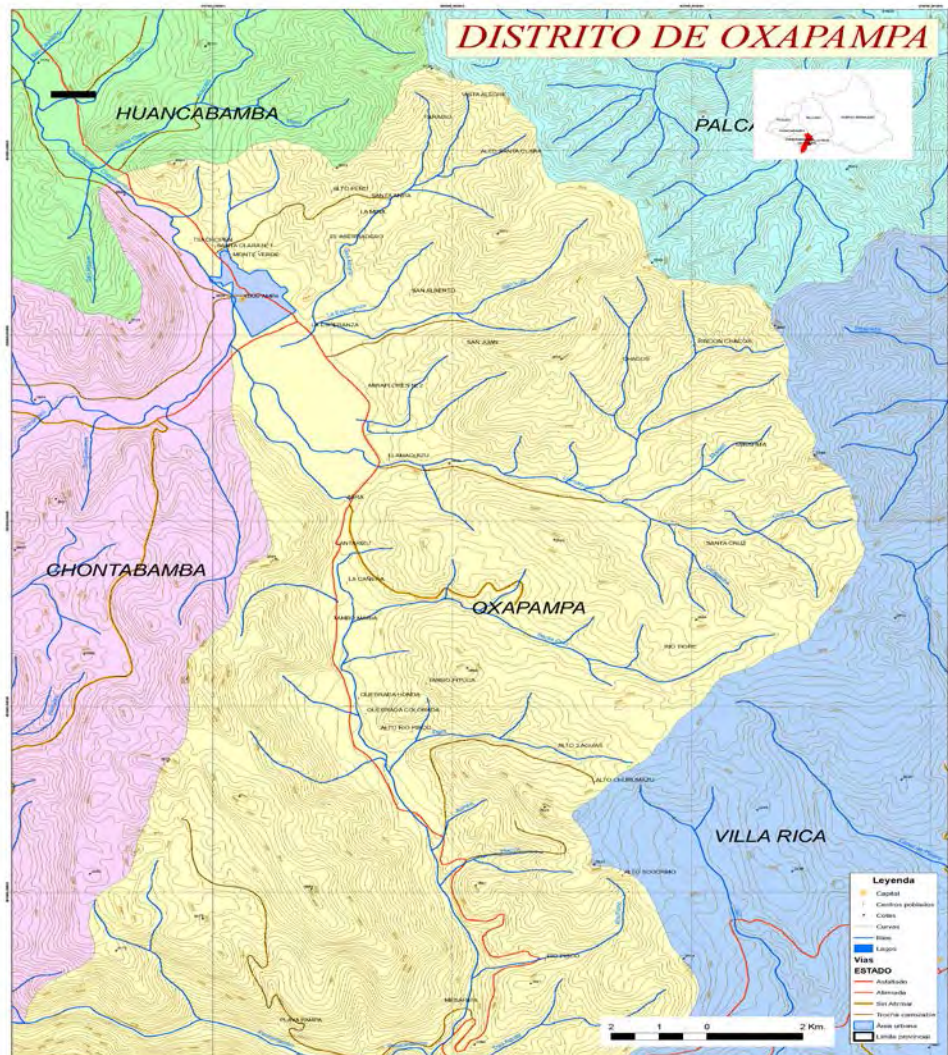
Cuenca hidrográfica del río Llamaquizú - San Alberto.

El río Llamaquizú localizado en la parte central del distrito de Oxapampa tiene sus orígenes en la parte alta de las quebradas de Oyón, Santa cruz y límites del Parque Nacional Yanachaga Chemillén. Tiene una longitud aproximada de 16 km recorre de Este a Oeste y se une con el río San Luis - San Alberto en Chontabamba en la parte Sur Oeste. Esta cuenca tiene gran importancia porque circunda la zona Nor - Oeste del valle.

En el mapa 10, se observa las principales cuencas hidrográficas y los principales ríos que conforman las microcuencas de Chontabamba, Oxapampa, Huancabamba.

El mapa con curvas de nivel y red Hidrográfica muestran el relieve del suelo y determinan las caídas del agua desde las parte más alta de la micro cuenca de Oxapampa hasta la parte baja de la micro cuenca donde el suelo es casi plano y donde está localizado la ciudad de Oxapampa (ver recuadro celeste en la parte norte del Distrito)

Mapa N° 10: Red hidrográfica y curvas de nivel del distrito de Oxapampa



Fuente: MTC

Red vial del distrito.

Estas vías, inicialmente construidas sobre terrenos con fuertes pendientes por los madereros con el principal objetivo de la extracción de madera comercial (como cedro *Cedrela* sps, ulcumano *Nageia rospigliosii*, diablo fuerte *Prumnopytis montana*, robles, entre otros) son

trochas carrozables con características inadecuadas como vías de comunicación permanente; sin embargo de algún modo sirven a las comunidades. Estas requieren un trabajo de rehabilitación y mejoramiento constante, para contar con vías que permitan un tránsito más fluido (ver Mapa 11)

La importancia de la ciudad de Oxapampa en el ordenamiento regional.

En este apartado hacemos un resumen de la información espacial y Socio económico indicada anteriormente destacando la importancia de la ciudad de Oxapampa en la microrregión, en el marco del cual la infraestructura de agua y alcantarillado cumple su rol de ser un soporte estratégico para su sostenibilidad y desarrollo.

Importancia de la ubicación espacial.

Como ya hemos indicado el distrito de Oxapampa pertenece a la provincia de Oxapampa, Región Pasco, ubicado en un hermoso y extenso valle al margen derecha del río Chorobamba y en la parte central y oriental de la Región Pasco En el marco de los límites políticos administrativos de la región representa sólo el 3.9% del territorio y el 5.3% de la superficie total de la provincia de (Mapa 9).

El territorio distrital alberga a la ciudad de Oxapampa, capital de provincia y capital del distrito del mismo nombre, ubicada en la ceja de

la Selva Central del Perú, a una altitud de 1,814 msnm. Goza de un clima tropical y disfruta de una red hidrográfica que sustenta dos cuencas, la cuenca del río Chorobamba y la cuenca del río Llamaquizu-San Alberto (Mapa 2), ambas directamente comprometidas con la infraestructura de Agua y Alcantarillado de la ciudad.

La cuenca del río Llamaquizu-San Alberto tiene gran importancia porque circunda la zona Nor - Oeste del valle y es la fuente natural que generan las filtraciones hídricas de la zona y da vida a manantiales que sirven para la captación de agua que alimenta el sistema de agua potable de los distritos aledaños. La cuenca del río Chorobamba, su rol en el desarrollo socio económico de la cuenca es fundamental, por eso la necesidad de evitar su contaminación, que lamentablemente el sistema de alcantarillado actual realiza, generando deseconomías externas en el valle con impactos negativos en el ordenamiento del territorio.

La ciudad de Oxapampa se encuentra a 80 km de la ciudad de La Merced, principal ciudad articulada con la capital del país, Lima, por vía directa vial de muy buena calidad. Es un centro articulado con ciudades importantes del entorno regional. La comercialización de productos son de carácter provincial con La Merced, Tarma y Huancayo, mientras que la comercialización local se realiza con los distritos de Chontabamba, Huancabamba, Pozuzo y Villa Rica principalmente.

Importancia socioeconómica

La actividad económica se concentra en la agricultura y la ganadería principalmente, prevalecen los cultivos de pastos, café, granadilla y rocoto; y en la ganadería predomina la crianza de vacunos, porcinos, aves y la práctica de la apicultura. En cuanto a la industria, esta se asocia a la extracción de la madera y su proceso de aserrado y carpintería, pero también existe procesamiento industrial de productos agropecuarios (quesos, mantequilla, natillas)

Su área urbana actual es de 254 ha, su población se ha calculado en 8,944 habitantes esto hace una densidad promedio de 35 hab/ha, que lo caracteriza como una ciudad en proceso de consolidación, con una densidad media baja.

La ciudad cuenta con capacidad productiva, infraestructura y servicios públicos acorde con su nivel poblacional y su actividad económica. En este contexto el sistema de agua y saneamiento juega un papel estratégico para mantener la salud de su población, el equilibrio funcional de la ciudad y la regularidad de sus relaciones con el entorno de centros poblados a los cuales está integrado económicamente. De ahí que es importante verificar la vulnerabilidad del sistema de agua y alcantarillado ocasionado tanto por factores internos como por factores externos al sistema y advertir de sus impactos tanto locales como regionales en un contexto de disfuncionalidad y crisis.

4.2.3 Situación del sistema de agua potable y alcantarillado.

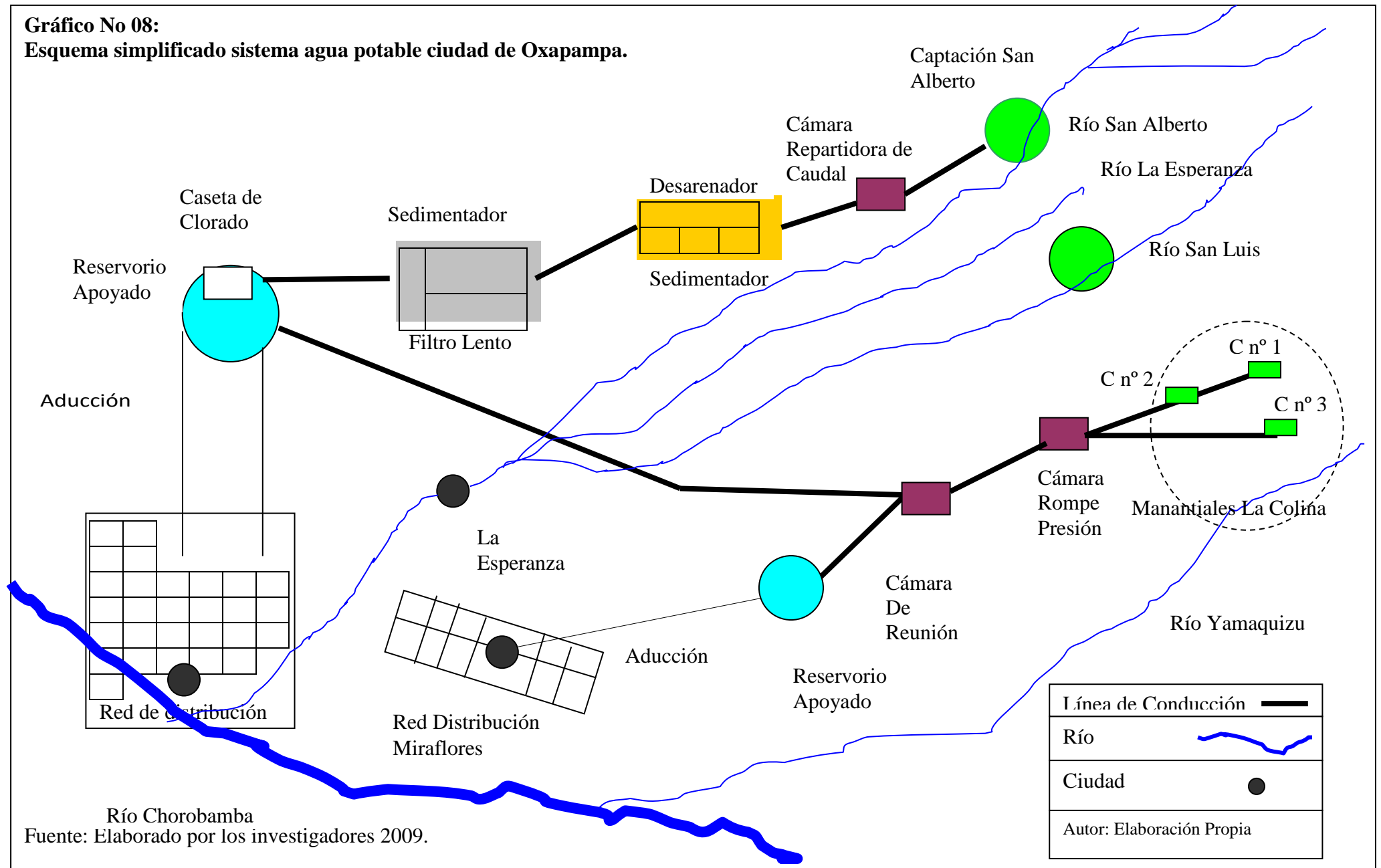
Descripción general del sistema de agua y alcantarillado.

Entendiendo como sistema al conjunto de componentes, equipos y métodos operativos que tiene un propósito definido, el sistema de abastecimiento de agua potable, por ejemplo, comprende los componentes y equipos necesarios para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua potable, a lo cual se suman las acciones de operación, mantenimiento y administración que garanticen la cantidad, calidad, continuidad y costo adecuados.

Una primera aproximación descriptiva del sistema de agua potable de la ciudad de Oxapampa, se muestra en el gráfica N' 4. El servicio de agua potable de Oxapampa esta bajo la administración de la EPS Selva Central S.A. a través de una Unidad Operativa que se encarga de la operación y mantenimiento del sistema, así como de la facturación y cobranza.

La infraestructura de agua potable está constituida por dos captaciones, una superficial del riachuelo San Alberto y otra de manantiales ubicados en el lugar denominado La Colina de San Alberto se conduce el agua por gravedad mediante dos tuberías de 8" hasta un reservorio de agua, en la ciudad, de 690 m³. Al inicio y al final de esta línea existen unidades de tratamiento consistentes en un desarenador un decantador y dos unidades de filtración lenta, esta última es de reciente construcción y aún no funciona.

Gráfico No 08:
Esquema simplificado sistema agua potable ciudad de Oxapampa.



Río Chorobamba
 Fuente: Elaborado por los investigadores 2009.

Fotografía N° 03: Vista de las Montañas, 2800 msnm, fuente de la captación hídrica para el sistema de agua y saneamiento de Oxapampa: San Alberto y las Colinas.



En La Colina existen tres manantiales, de dos se conducen por gravedad mediante una línea de 10" hasta una caja de distribución y de la tercera se conduce con otra línea de 8" igualmente por gravedad hasta la mencionada caja de distribución en donde se reúne todo el caudal captado, cuyo aforo arroja 42 l/s. De esta caja salen dos líneas, una de 6" hasta el reservorio de 690 m³ en la ciudad y otra de 3" hasta otro reservorio de sección rectangular de 50 m³ que funciona como almacenamiento de cabecera para la zona de Miraflores, esta situación hace que Miraflores se abastezca mediante un sistema independiente desde la cámara de reunión.

En la ciudad, en el reservorio de 690 m³, se juntan las aguas de ambas captaciones las cuales se cloran antes de entregarla a la

red de distribución que cuenta con tuberías de 10" hasta 2" haciendo una longitud total de 23.9 km. Existen en la actualidad 1629 conexiones domiciliarias de las cuales 178 están inactivas (11%). Recientemente se han instalado 21 micromedidores en conexiones consideradas como de altos consumidores, pero aún esta política de la medición no es totalmente aceptada por los usuarios que están acostumbrados a consumos excesivamente altos.

Descripción específica del sistema de agua potable y alcantarillado:

El problema del sistema de agua potable en Oxapampa, es la calidad del agua, la capacidad de abastecimiento de las fuentes y las vulnerabilidades por exposición ante amenazas naturales y antrópicas (fragilidad en la construcción)

La capacidad para satisfacer la demanda no está garantizada en la medida en que se abastece de la fuente superficial de San Alberto, con un tratamiento limitado, mezclada con el agua de los manantiales de La Colina.(ver gráfico 8)

La población está acostumbrada a un consumo de agua en forma no racional, el nivel de los consumos está por encima del triple de un consumo normal para las condiciones climáticas de Oxapampa. Esta situación obliga a la Unidad Operativa, que administra el sistema, a suministrar agua de las dos fuentes de

abastecimiento existentes lo cual se hace problemática en época de lluvias cuando el agua de San Alberto se hace excesivamente turbia y ya no se puede clarificar y por tanto se abastece, con un aparente racionamiento, solamente de La Colina.

Según funcionarios y técnicos del gobierno regional, haciendo un cálculo preliminar de la demanda actual y futura, eliminando el alto nivel de pérdidas de agua, por consumo no racional, se puede afirmar que la fuente de los manantiales de La Colina pueden ser suficientes para satisfacer esta demanda. Sin embargo existe otro manantial en San Luis que, de ser necesario, puede complementar los posibles déficits futuros. La fuente de San Alberto podría quedar de reserva para casos de emergencia.

La necesidad por la disminución progresiva del alto nivel de pérdidas exige plantear un Programa agresivo de Micromedición, acompañado de un componente de Educación Sanitaria orientado, fundamentalmente, a los usuarios para que acepten la micromedición y racionalicen sus consumos.

En cuanto al sistema de alcantarillado, los problemas se concentran fundamentalmente en la baja cobertura y en la ausencia de un sistema adecuado para la recolección y tratamiento de las aguas servidas. Esta situación origina un alarmante nivel de contaminación en las calles de Oxapampa y en el río Chontabamba, y se manifiesta como una significativa prevalencia de enfermedades diarreicas y gastro intestinales,


especialmente en los niños que son altamente vulnerables a esta problemática.

Mientras que la cobertura de agua llega al 80%, en alcantarillado sólo existe una cobertura de 16%. Más del 50 % de la población, descarga sus aguas servidas y sus excretas a las denominadas zanjas de drenaje pluvial que pasan por las calles de la ciudad. La población restante dispone sus aguas residuales ya sea a través de tanques sépticos, letrinas, o vertimientos directos al medio ambiente. Esta situación exige la ampliación de redes de alcantarillado ampliando la cobertura al nivel más alto posible.



Existen nueve descargas de las aguas servidas, algunas directamente al río y otras a las zanjas abiertas que existen en las calles para el drenaje pluvial. Esta alta contaminación debe eliminarse interceptando las descargas y disponiendo las aguas residuales a un sistema de tratamiento en un lugar apropiado.

A continuación se presenta una Tabla que describe todos los elementos del sistema, con información que permita identificar las vulnerabilidades intrínsecas del sistema.

Tabla N° 5: Descripción de la infraestructura existente: el sistema de agua y saneamiento

El Sistema y sus Componentes	Descripción
<p>El sistema (ver gráfica 1)</p>	<p>El ámbito en estudio es la ciudad de Oxapampa, que comprende adicionalmente al Centro Poblado aledaño Miraflores. Ambas áreas poblacionales, en cuanto a los servicios de agua potable, hacen uso de la misma fuente de abastecimiento, aunque sus sistemas de almacenamiento y distribución, así como las administraciones son diferentes. El servicio de abastecimiento de agua de Miraflores lo administra una Junta de Administración, y el de la ciudad de Oxapampa lo administra la Empresa EPS Selva Central S.A</p>
<p>Captación</p>	<p>Existen dos fuentes de captación , una superficial del riachuelo San Alberto y la otra de origen sub superficial, correspondiente a tres manantiales ubicados en la zona denominada La Colina</p> <p align="center">Fotografía N° 4: Vista parcial de las montañas fuente de la captación San Alberto.</p> 

El Sistema y sus Componentes	Descripción
<p>Captación San Alberto</p>	<p>Captación del riachuelo San alberto, del cual se capta 63 l/s, mediante una estructura de barraje fijo construida en un ramal derecho del mencionado riachuelo. La toma es a través de una ventana lateral de forma rectangular desde la cual se conduce el agua por un canal rectangular de concreto armado hasta una cámara de distribución, y de ahí hacia dos unidades de concreto uno es desarenador y la otra es un decantador o sedimentdor.</p> <p>La captación San Alberto, tal como se encuentra en la actualidad ha sido construida en 1998, conjuntamente con la nueva línea de PVC de 8". Por su parte el desarenador antiguo tiene 28 años , mientras que el nuevo sólo tiene 2 años.</p> <p>El agua superficial no se trata apropiadamente dado que existen sólo funcionando unidades de desarenación y decantación; últimamente se ha construido una unidad de filtración lenta pero, aún no ha entrado en funcionamiento y, por tanto, no se puede garantizar la calidad del agua proveniente de San Alberto.</p> <p>Un aspecto importante de ser mencionado es la vulnerabilidad de las aguas del riachuelo San Alberto, en cuanto a su calidad, dado que cuando llueve su turbiedad se</p>


El Sistema y sus Componentes	Descripción
	<p data-bbox="520 322 1406 719">eleva a niveles difíciles de tratamiento y, por otro lado, las aguas de escorrentía superficial por la cuenca, arrastra residuos de una serie de elementos químicos que se utilizan en forma indiscriminada para el cultivo de algunos productos agrícolas, hecho que todavía no es controlado por las autoridades de manejo ambiental.</p> <p data-bbox="564 759 1361 792">Fotografía N° 05: Vista parcial riachuelo San Alberto</p>  <p data-bbox="520 1386 1294 1420">Fotografía N° 06: Captación riachuelo San Alberto.</p> 


El Sistema y sus Componentes	Descripción
Captación La Colina	<p>Dos manantiales, el C1 y C2 están interconectados. Una línea de 10" de PVC conduce el agua de estas captaciones, hasta una cámara de reunión a la cual también llega el agua de la captación C3 adyacente a las otras cajas de captación y tiene una línea de conducción paralela de 8" de PVC. Las captaciones C1 y C3 fueron construidos hace 17 años, la C1 tuvo que reubicarse en el año 2001, para no perder su capacidad de captación. La captación C2 se construyó posteriormente a las antiguas con la finalidad de incrementar caudal de captación y poder satisfacer la demanda de la localidad de Miraflores. El agua de los manantiales de La Colina es de buena calidad para el consumo humano pero, ésta se mezcla con el agua superficial, de San Alberto, en el reservorio y el conjunto se somete a un proceso de desinfección en el mismo reservorio antes de entregarse a la ciudad. El resultado, como es de esperarse, es un agua de calidad no garantizada</p>
Conducción:	
Líneas de Conducción: Entre la Captación San Alberto -	<p>Conducción de agua cruda. Se realiza mediante un canal de concreto armado de 0.50 x 0.60 m de sección con una longitud de 16 m. Su capacidad es superior a los 300 l/s, pero se capta un caudal aproximado de 63 l/s. Este canal se</p>

El Sistema y sus Componentes	Descripción
Desarenadores_	<p>construyó conjuntamente con la captación y la nueva línea de conducción, es decir, hace 6 años. El canal no es techado y por tanto esta expuesto a la contaminación que ejercen las lluvias y los derumbes y deslizamientos que se registran en esa área.</p> <p style="text-align: center;">Fotografía N° 07: Canal de conducción desde la captación al desarenador.</p> 
<p>Línea de conducción: Entre Sedimentadores - Tratamiento (Decantador y Filtro Lento).</p>	<p>La línea de conducción anterior desemboca en el Desarenador / Sedimentador. Estas unidades, son dos de forma rectangular uno antiguo techado (desarenador) y otro de construcción más reciente sin techo (decantador). De estas unidades el agua se conduce por dos líneas de 8", una antigua de concreto reforzado y una más reciente de PVC igualmente de 8", hasta una unidad de decantación (esta unidad fue diseñado como un filtro lento, pero en la</p>


El Sistema y sus Componentes	Descripción
	<p>actualidad lo están usando como un decantador) que ha sido complementada con un filtro lento ubicadas antes del reservorio existente de 690 m³, este decantador y el nuevo filtro en la actualidad, es decir durante la inspección de campo, no estaban funcionando y, por tanto, el agua de San Alberto llega al reservorio sin tratamiento y se mezcla con las aguas provenientes de La Colina.</p> <p style="text-align: center;">Fotografía N° 08: Desarenador /sedimentador.</p>  <p>Esta línea ambas tienen una longitud de 1.0 km y entregan el agua cruda a una caja de reunión, luego ingresa al decantador de la planta que, también, funciona como un canal by pass al reservorio apoyado existente de sección circular y 690 m³ de capacidad. La línea antigua tiene una antigüedad de 40 años y la nueva 6 años. De la información topográfica disponible se ha calculado la capacidad instalada</p>


El Sistema y sus Componentes	Descripción
	<p>de las dos líneas que ha resultado de 91 l/s. Actualmente llega al decantador, aproximadamente, 44 l/s. La diferencia respecto del caudal captado corresponde a pérdidas físicas en los desarenadores y en la línea antigua de concreto reforzado cuyo estado es malo por su antigüedad y material.</p> <p>Fotografía N° 09: Decantador y filtro lento (no operativo)</p> 
<p>Línea de Conducción: Entre Tratamiento - Reservorio Apoyado de 690 m3.</p>	<p>Lo conforman dos líneas paralelas de PVC, una de 10 " y la otra de 12" (esta es un by pass), es un tramo pequeño de 43 m de longitud. Estas líneas en teoría conducen agua tratada hasta el reservorio apoyado existente, pero cuando se realizó la visita de campo el agua cruda pasaba directamente al reservorio por el canal by pass y la tubería de 12". Para una carga disponible de 0.65 m, se ha calculado la capacidad instalada conjunta que, resulta de 261 l/s, es decir, 159 l/s la de 12" y 102 l/s la de 10". El caudal real que, en promedio, se</p>

El Sistema y sus Componentes	Descripción
	<p>entrega a la planta es de 44 l/s.</p> <p>Fotografía N° 10: Decantador y filtro lento, 50 m antes de reservorio apoyado.</p> 
<p>Línea de Conducción: entre Captaciones N° 1 y 2, en La Colina - Cámara de Reunión.</p>	<p>El caudal que se capta en la captación N° 1 (recientemente rehabilitada) se conduce a la caja de captación N° 2 con una tubería de 6", PVC y 15 m de longitud, de ésta se conduce el caudal de ambos manantiales mediante una tubería de 10" PVC, primero hasta una cámara rompe presión ubicada a una distancia de 1.1 km y desde allí hasta una cámara de reunión, 0.3 km más adelante, denominada así por que recibe también el agua que viene de la captación N° 3. La capacidad de esta línea, en su tramo más desfavorable (Captación N° 2 - Cámara Rompe Presión), se ha calculado en 51 l/s. Lo que se ha observado en el terreno es que esta línea conduce toda la capacidad de captación de los dos manantiales, C1 y C2.</p>

El Sistema y sus Componentes	Descripción
	<p data-bbox="539 353 1386 443">Fotografía N° 11: Cámara de captación en manantial La Colina</p> 
<p data-bbox="225 999 464 1397">Línea de Captación: entre Captación N° 3, en La Colina - Cámara de Reunión.</p>	<p data-bbox="518 999 1410 1621">Esta línea conduce el caudal que se capta de la Captación N° 3 mediante una tubería de 8" de PVC y de 1.4 km de longitud hasta la mencionada cámara de reunión. La capacidad instalada de esta línea es de 34 l/s, aunque en la práctica conduce todo el caudal que se capta del manantial N° 3. De la referida cámara de reunión, salen dos líneas, una hacia el reservorio de 690 m³ en Oxapampa y otra línea hacia el reservorio rectangular de 50 m³, que alimenta a la zona de Miraflores.</p>
<p data-bbox="225 1677 491 2002">Línea de Conducción: entre Cámara de Reunión - Reservorio</p>	<p data-bbox="518 1677 1410 2002">Esta es una línea de 4.3 km de longitud con tubería de PVC de 6" de diámetro que trabaja muy cercano a su máxima capacidad y conduce parte del caudal captado en los manantiales de La Colina hacia el reservorio apoyado de sección circular de 690 m³ en la ciudad de Oxapampa. Se ha</p>


El Sistema y sus Componentes	Descripción
Apoyado de 690 m ³	calculado su capacidad instalada que, para sus características, resulta de 35 l/s. En la visita de campo que se realizo a la cámara de reunión, se comprobó que, en la práctica, esta línea tiene capacidad para conducir el total de rendimiento de las tres captaciones de La Colina que es de 43 l/s.
Línea de Conducción: entre Cámara de Reunión - Reservorio Apoyado de 50 m ³ .	Esta es una línea de 3" de PVC y 320 m de longitud, que conduce el agua hasta el reservorio de 50 m ³ de forma rectangular que funciona como almacenamiento de cabecera para el sistema de abastecimiento a la zona de Miraflores. La capacidad máxima de esta línea es de 13 l/s, pero en la actualidad trabaja con un caudal de aproximadamente 5 l/s.
Almacenamiento.	
Reservorio apoyado de 690 m ³ .	Este reservorio es apoyado, de concreto armado, de sección circular, de 15 m de diámetro interior y con un tirante útil de 3.95 m. Su cota de fondo es de 1843.29 msnm y su volumen total es de 690 m ³ pero, en alguna oportunidad antes de su rehabilitación, ha funcionado con un tirante menor, dado que se presentaron algunas filtraciones en la pared de la cuba. Por otra parte se ha detectado que también ha sufrido cierto asentamiento diferencial en su cimentación lo cual ha exigido una evaluación más rigurosa de su estructura.

El Sistema y sus Componentes	Descripción
	<p data-bbox="592 353 1337 389">Fotografía N° 12: Reservorio apoyado de 690 m³</p>  <p data-bbox="520 1021 1406 2007">Sus instalaciones hidráulicas son las convencionales, es decir, cuenta con tuberías de reboce de 8", limpieza de 8" y de aducciones de 10" y 6". Las tuberías de aducción no cuentan con ningún sistema de macromedición de caudales. El techo del reservorio es una losa plana sobre el cual, se ha construido una caseta de cloración para la aplicación de cloro gas con un dosificador del tipo convencional, la aplicación es directa a la cuba del reservorio. El reservorio funciona como cabecera para la ciudad de Oxapampa y alimenta a la red de distribución, como ya se ha expresado, por dos tuberías de aducción una de 10" y otra de 6". El reservorio es bastante antiguo, cuenta con aproximadamente 50 años, en el año 2003 ha sido reparado con obras que han eliminado las filtraciones en la pared de la cuba.</p>


El Sistema y sus Componentes	Descripción
	<p data-bbox="528 353 1396 450">Fotografía N° 13: Paredes del reservorio apoyado de 690 m3, con filtraciones.</p> 
<p data-bbox="225 1021 496 1205">Reservorio apoyado de 50 m3.</p>	<p data-bbox="518 1021 1406 1205">Este reservorio también es apoyado, de sección rectangular, de muros de albañilería, sus dimensiones interiores son: 7.00 x 3.50 x 2.50 m.</p> <p data-bbox="518 1256 1406 1955">Su estado de conservación es regular y por su conformación estructural presenta un alto grado de vulnerabilidad dado que este tipo de estructuras deben ser estables estructuralmente y la albañilería no le permite esta estabilidad. La función de este reservorio es el almacenamiento de cabecera para el abastecimiento de agua, sectorizado e independiente, de la zona denominada Miraflores. Presenta una caseta de válvulas con las instalaciones hidráulicas respectivas como tubería de ingreso de 3", salida de 4" y, limpieza y reboce de 6".</p>

El Sistema y sus Componentes	Descripción																																
Distribución	Tal como se ha expresado, existen dos sistemas de distribución, la principal que corresponde a la ciudad de Oxapampa y forma parte de la administración de la unidad operativa de EPS Selva Central y, otra independiente que corresponde a la zona de Miraflores																																
Red de Distribución de Agua.	<p>La red de la ciudad está conformada por tuberías muy antiguas de fierro fundido, otras posteriores de asbesto cemento y finalmente las más recientes de PVC, con la siguiente distribución:</p> <table border="1" data-bbox="608 1010 1318 1346"> <thead> <tr> <th>Diámetro</th> <th>Longitud (m)</th> <th>Material</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10"</td> <td>160</td> <td>F^oF^o</td> <td>0.7</td> </tr> <tr> <td>8"</td> <td>1,510</td> <td>AC</td> <td>6.3</td> </tr> <tr> <td>6"</td> <td>1,740</td> <td>AC, PVC</td> <td>7.3</td> </tr> <tr> <td>4"</td> <td>13,745</td> <td>AC, PVC</td> <td>57.3</td> </tr> <tr> <td>3"</td> <td>1,025</td> <td>PVC</td> <td>4.3</td> </tr> <tr> <td>2"</td> <td>5,705</td> <td>PVC</td> <td>23.9</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>23,885</td> <td></td> <td>100.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: EPS Selva Central. UO - Oxapampa.</p> <p>No existe un Catastro Técnico, la información se ha obtenido del operador de redes. Tomando la información del cuadro anterior si, el número de conexiones de agua, en total, es de 1629, entonces existe 14.7 metros de red por conexión. Este es un indicador importante dado que permite determinar la longitud de redes de ampliación futura, en función del incremento de conexiones domiciliarias.</p>	Diámetro	Longitud (m)	Material	%	10"	160	F ^o F ^o	0.7	8"	1,510	AC	6.3	6"	1,740	AC, PVC	7.3	4"	13,745	AC, PVC	57.3	3"	1,025	PVC	4.3	2"	5,705	PVC	23.9	TOTAL	23,885		100.0
Diámetro	Longitud (m)	Material	%																														
10"	160	F ^o F ^o	0.7																														
8"	1,510	AC	6.3																														
6"	1,740	AC, PVC	7.3																														
4"	13,745	AC, PVC	57.3																														
3"	1,025	PVC	4.3																														
2"	5,705	PVC	23.9																														
TOTAL	23,885		100.0																														

El Sistema y sus Componentes	Descripción																				
<p>Conexiones Domiciliarias.</p>	<p>En total existen 1,629 conexiones domiciliarias de agua, de las cuales 1,451 son conexiones activas. La distribución de las conexiones al mes de Setiembre del 2004, es la siguiente:</p> <table border="1" data-bbox="579 555 1347 779"> <thead> <tr> <th>Categorías</th> <th>Activas</th> <th>No Activas</th> <th>Totales</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Doméstica</td> <td>1,322</td> <td>171</td> <td>1,493</td> </tr> <tr> <td>Comercial (1)</td> <td>119</td> <td>5</td> <td>124</td> </tr> <tr> <td>Industrial</td> <td>10</td> <td>2</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>1,451</td> <td>178</td> <td>1,629</td> </tr> </tbody> </table> <p>(1) Incluye a las conexiones estatales o públicas. Fuente: EPS Selva Central.</p>	Categorías	Activas	No Activas	Totales	Doméstica	1,322	171	1,493	Comercial (1)	119	5	124	Industrial	10	2	12	TOTAL	1,451	178	1,629
Categorías	Activas	No Activas	Totales																		
Doméstica	1,322	171	1,493																		
Comercial (1)	119	5	124																		
Industrial	10	2	12																		
TOTAL	1,451	178	1,629																		
<p>Alcantarillado</p>	<p>La cobertura del sistema de alcantarillado es mínima, solamente la cuarta parte de la población cuenta con una conexión domiciliaria al sistema de alcantarillado sanitario, la mitad de las viviendas descargan sus aguas servidas y excretas a la vía pública, a unos canales abiertos, denominados localmente zanjas, cuya función principal es el drenaje de algunos cursos de agua natural y al drenaje de las aguas pluviales. Estas zanjas totalmente contaminadas descargan sus aguas al río Chonta bamba, el resto de la población dispone de sus aguas residuales de cualquier manera dado que no cuentan con ningún sistema intradomiciliario para disponer estas aguas residuales ni sus excretas.</p>																				

El Sistema y sus Componentes	Descripción
	 <p>Fotografía N° 14: Zanjas en la vía pública, donde se descargan aguas servidas y excretas. Estas zanjas totalmente contaminadas descargan sus aguas al río Chonta bamba</p>
Alcantarillado Administración	<p>El servicio de Alcantarillado de Oxapampa esta también, bajo la administración de la EPS Selva Central S.A. a través de la Unidad Operativa Oxapampa, que se encarga de la operación y mantenimiento del sistema, así como de la facturación y cobranza. La zona de Miraflores no cuenta con ningun sistema de alcantarillado sanitario, cada vivienda tiene una solución particular para la disposición de las excretas y de las aguas residuales.</p>

El Sistema y sus Componentes	Descripción
Alcantarillado Red colectora	<p>El sistema de colectores sanitarios existente, descarga los desagües directamente al río Chonta bamba, o a algunas zanjas de drenaje pluvial, sin ningún tratamiento, situación que contamina el medio ambiente urbano y al mencionado río, generándose un impacto ambiental totalmente negativo, especialmente para la salud de las personas. Ninguna de las descargas cuenta con algún sistema de tratamiento antes de su disposición final al río</p>
Alcantarillado Descargas	<p>En la visita de campo se han identificado nueve descargas, cinco directamente al río y cuatro a zanjas o acequias que finalmente descargan al mismo río.</p> <p>La primera descarga, al río Chontabamba, esta ubicada al Norte del Jr. Mullembruck, mediante un tramo de colector que sugiere haber sido planteado como un emisor.</p> <p>Una segunda descarga se encuentra al Oeste del Jr Pozuzo, en este caso se descarga a una zanja o acequia aproximadamente a 100 metros del río.</p> <p>Una tercera descarga, directamente al río, se encuentra al Oeste del Jr Ruffner, el colector pasa por debajo de las instalaciones del Camal de la Ciudad y descarga al río con los desechos del mencionado camal.</p> <p>Una cuarta descarga, también directamente al río,</p>

El Sistema y sus Componentes	Descripción
	<p>corresponde al mercado y se ubica en el Jr Mayer, entre Ruffner y Bolognesi.</p> <p>La quinta descarga, al río, se ha ubicado al Oeste del Jr Grau.</p> <p>La sexta descarga se realiza a una zanja al Oeste del Jr. Hautz, a unos 75 m del río.</p> <p>Una séptima descarga se realiza, directamente al río, al final hacia el Oeste del Jr Enrique Bottger.</p> <p>La octava descarga se realiza a través del colector que baja por el Jr. Heindinger y descarga el desague en una zanja en el Jr. Lerchner.</p> <p>Fotografía N° 15: Descarga de aguas servidas en el río Chontabamba.</p>  <p>Finalmente la última desarga, se encuentra en el colector del Jr Gustavson que descarga a una zanja del mismo jirón en su intersección con el Jr. Müllebruck.</p>

El Sistema y sus Componentes	Descripción																																
	<p>La longitud total de colectores existentes es de 9.2 km, incluyendo al pseudo emisor. Las longitudes parciales por diámetros y material de la tubería es la siguiente:</p> <table border="1" data-bbox="619 551 1305 904"> <thead> <tr> <th>Diámetro</th> <th>Longitud (m.)</th> <th>Material</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6"</td> <td>585</td> <td>PVC.</td> <td>6.3</td> </tr> <tr> <td>8"</td> <td>4,640</td> <td>CSN, PVC</td> <td>50.1</td> </tr> <tr> <td>10"</td> <td>2,490</td> <td>CSN, PVC</td> <td>27.1</td> </tr> <tr> <td>12"</td> <td>945</td> <td>CR</td> <td>10.2</td> </tr> <tr> <td>14"</td> <td>225</td> <td>PVC</td> <td>2.4</td> </tr> <tr> <td>16"</td> <td>350</td> <td>PVC</td> <td>3.8</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>9,235</td> <td></td> <td>100.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: EPS Selva Central. UO - Oxapampa.</p>	Diámetro	Longitud (m.)	Material	%	6"	585	PVC.	6.3	8"	4,640	CSN, PVC	50.1	10"	2,490	CSN, PVC	27.1	12"	945	CR	10.2	14"	225	PVC	2.4	16"	350	PVC	3.8	TOTAL	9,235		100.0
Diámetro	Longitud (m.)	Material	%																														
6"	585	PVC.	6.3																														
8"	4,640	CSN, PVC	50.1																														
10"	2,490	CSN, PVC	27.1																														
12"	945	CR	10.2																														
14"	225	PVC	2.4																														
16"	350	PVC	3.8																														
TOTAL	9,235		100.0																														
<p>Alcantarillado Conexiones</p>	<p>Por otro lado el número de conexiones de alcantarillado es de 400 unidades. Se entiende que todas las conexiones de agua de las categorías comercial e industrial tienen una conexión de desagüe. Esta situación hace que la longitud de colectores por conexión sea de 23.1 m/conex, indicador que expresa la existencia de conexiones factibles, por un lado y, demuestra el hecho que no existe un servicio apropiado de desagües en la ciudad. Para los fines de proyectar las futuras ampliaciones se considerará como indicador de longitud de colector por conexión 16 m/conexión, que es de acuerdo a las estadísticas en otros lugares, ligeramente mayor al caso de agua potable.</p>																																

4.2.4 Análisis de la vulnerabilidad del sistema.

El abastecimiento de agua constituye algo esencial para el funcionamiento urbano. Su disfuncionamiento es un factor posible de crisis. La interrupción del abastecimiento de agua pone en peligro a los habitantes y mas allá, al funcionamiento mismo de la ciudad. El sistema tiene estrecha interdependencia con otros elementos esenciales del funcionamiento de una ciudad. Según Sebastián Hardy, (2008) del Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo (IRD) en el caso del abastecimiento de agua, la interdependencia es particularmente compleja. La vulnerabilidad se manifiesta al interior del sistema, así como se hace extensivo a otros sistemas. Para este autor habría dos tipos de vulnerabilidades:

- **Vulnerabilidad lineal.** La pérdida de un elemento aguas arriba ocasiona la pérdida del sistema aguas más abajo por transmisión de crisis.
- **Vulnerabilidad transversal.** La pérdida del sistema genera problemas en otros elementos o sistemas que permiten el funcionamiento urbano (salud, educación, producción urbana, servicios) esta disfuncionalidad estresa al sistema de abastecimiento y pone en evidencia su vulnerabilidad.

Se evaluó al sistema con el objetivo de entender lo que hace vulnerable el sistema de abastecimiento de agua para anticipar mejor los problemas y disfuncionamientos posibles. En este sentido es

conveniente hacer una evaluación intrínseca al sistema y una evaluación externa al sistema, esto implica la construcción de matrices.

Matriz de vulnerabilidad intrínseca.

Se adoptó una metodología que identifica los principales componentes o elementos del sistema, para calificarlos globalmente teniendo en cuenta la situación de las partes más importantes que integran al componente. La descomposición de los elementos del sistema constituye una fase compleja, se trata de elegir la escala más pertinente, que al mismo tiempo permita poner de relieve la posible vulnerabilidad de los componentes o elementos del sistema, sin entrar a un nivel de detalle extenso que volvería complejo y laboriosa la tarea de evaluación. Para tal efecto la evaluación se llevó a cabo con técnicos de la oficina sub regional del distrito de Oxapampa y los aportes del diagnóstico realizado en el proyecto de factibilidad para mejorar el sistema.

En este sentido, para la evaluación utilizamos los componentes: **Captación, Conducción, Almacenamiento y Distribución**, cuya vulnerabilidad será medido con los siguientes indicadores:

A. **Ubicación:** tiene que ver con la localización de los componentes, relacionado con una correcta o incorrecta ubicación para su funcionamiento adecuado, libre de exposición o no de peligros naturales o antrópicos.

- B. **Estado de conservación:** estado de la obra de saneamiento y edad de la infraestructura.
- C. **Tipo de suelos:** Va desde el suelo compacto hasta el suelo deslizante.
- D. **Pendientes:** relacionado con la estabilidad de la infraestructura y su relación ante lluvias torrenciales.
- E. **Mantenimiento:** Según cada componente, en el caso del almacenamiento tiene que ver con mantenimiento para enfrentar la presencia de bacterias y parásitos (desinfección), en el caso de las captaciones tiene que ver con el mantenimiento para controlar la contaminación que se genera por copiosas lluvias que arrastran contaminantes a la fuente y la captación.
- F. **Obras de protección:** disponibilidad de protección de la infraestructura de saneamiento.
- G. **Nivel de organización:** Grado de organización y participación de la población en el mantenimiento y operación del sistema.

La evaluación requiere de una escala de calificación que permita una valoración ordinal y cualitativa, para lo cual hemos seguido las recomendaciones que la metodología de INDECI tiene para estos efectos, con agregados propios para adecuarlos al caso específico de investigación (por ejemplo, definiciones de los indicadores y agregado del indicador Ubicación por considerarlo útil).

Escala de calificación:

A. Ubicación	1. Sin Peligro	2. Regular peligro	3. Muy peligroso
B. Estado de conservación	1. Bueno	2. Regular	3. Malo
C. Tipo de suelo	1. Compacto	2. Medio	3. Suelto o suelo deslizables
D. Pendiente	1. Bajo	2. ;Media	3. Alto
E. Mantenimiento	1. Bueno	2. Regular	3. Malo
F. Obras de protección	1. Con obras de protección	2. Obras insuficiente	3. Mo cuenta con obras
G. Nivel de organización	1. Bien organizado	2. Poco organizados	3. Nada organizados

Fuente: Elaborado por los investigadores – 2009.

La aplicación de este instrumento permite la valoración cualitativa y ordinal de las vulnerabilidades casi internas del sistema. La metodología de INDECI combina indicadores que ven la estructura intrínseca del sistema (ejemplo, el estado de conservación, mantenimiento) con otros que colindan con factores externos (como pendiente y tipo de suelo). Otras metodologías se ciñen más a elementos puramente intrínsecos de carácter tecnológico, en la idea que con el uso y el paso del tiempo, los sistemas de acueducto se desgastan y envejecen. Por eso es necesario que los municipios desarrollen programas rutinarios de renovación de tuberías, de los equipos de mantenimiento y otros elementos del sistema, y así garantizar la calidad del servicio. Es por tanto indispensable que los municipios, sobre todo donde las redes existentes se construyeron hace más de treinta años, y donde las coberturas son menores a las exigidas, incorporen en sus planes de desarrollo programas y proyectos que permitan renovar las tuberías, válvulas, generadores, construcciones, etc. y evitar que la calidad del servicio se desmejore y llevar el servicio de acueducto a toda la población. Sin embargo en

la idea de tener una panorámica de la vulnerabilidad de los componentes y del conjunto, aplicaremos al caso de Oxapampa las recomendaciones del INDECI. La valoración ha sido realizada en consulta con técnicos de la sub región Oxapampa, conocedores de su territorio y del funcionamiento del sistema. Los resultados son los siguientes:

Matriz N° 07: Evaluación de la vulnerabilidad interna del sistema de agua potable de Oxapampa.

INDICADORES	PARTES DEL SISTEMA				TOTAL
	Captación	Conducción	Almacenamiento	Distribución	
A. Ubicación	2	1	1	1	5
B. Estado de Conservación	3	2	3	2	10
C. Tipo de suelo	2	1	1	1	5
D. Pendiente	2	2	2	2	8
E. Mantenimiento	2	3	3	3	11
F. Obras de Protección	2	2	2	2	8
G. Nivel de organización	2	2	2	3	9
TOTAL	15	13	14	14	56
Calificación de la vulnerabilidad.	Alta	Media	Media	Media	Media

Fuente: Formato de entrevista, en Anexo.

Lo anterior permite la valoración de la vulnerabilidad, tanto por componente como para todo el sistema y para lo cual se aplica la siguiente tabla de calificación en base a siete indicadores. En efecto, y mirando a un componente, si la calificación de éste fuera 1 (baja) en los siete indicadores, tendríamos un valor total de siete que indicaría el rango de baja vulnerabilidad (0-7). De forma similar para la calificación Media y Alta. Para el sistema sólo se multiplica la

valoración límite del componente (VLC) por el número de componentes (cuatro).

La evaluación nos indica que el sistema de agua potable y saneamiento es vulnerable a un nivel medio (alcanza 56 puntos, que está en el rango 29 - 56 que corresponde a la vulnerabilidad MEDIA). El componente “Captación” es el que está en situación de mayor riesgo, básicamente por su mal estado de conservación.

Tabla N° 06: Calificación de vulnerabilidad interna del sistema de agua potable de Oxapampa.

CALIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD		POR COMPONENTE		POR SISTEMA	
		Valoración Límite Componente (VLC)	Rango de Valoración	Valoración Límite Componente (VLS)	Rango de Valoración
I.	Alta = 3	$7 \times 3 = 21$	15	$21 \times 4 = 84$	57
II.	Media = 2	$7 \times 2 = 14$	10 - 14	$14 \times 4 = 56$	29 - 56
III.	Baja = 1	$7 \times 1 = 7$	0 - 7	$7 \times 4 = 28$	0 - 28
	Explicación	VLC = N° Indicadores x Peso		VLS = VLC x N° Componentes	

Fuente: Elaborado por los investigadores – 2009.

Matriz de vulnerabilidad exterior.

La vulnerabilidad exterior escapa con mucho a la empresa administradora del sistema, pero ésta puede anticiparla identificándola. Puede tratarse de la dependencia de un elemento del sistema a un elemento externo por ejemplo la energía eléctrica o puede tratarse de la exposición a eventos de origen natural. En este sentido la estimación de esta vulnerabilidad no es otra cosa que

identificar los peligros naturales que generan vulnerabilidad en la infraestructura, pero además otros condicionantes peligrosos que no necesariamente son naturales sino más bien de tipo organizacional y social.

Vulnerabilidades más allá de las naturales.

Como se ha venido diciendo, la evaluación de la vulnerabilidad va más allá de la simple manifestación de los riesgos de origen natural que podría dañar el sistema de abastecimiento de agua. Hemos tomado el esquema matricial empleado por Hardy en la evaluación realizado para el distrito del Alto, en la Paz - Bolivia.

La exposición de los componentes del sistema a los fenómenos de origen natural, en este esquema, es tomada en cuenta así como la posibilidad de daños que pueden crear, pero sólo se trata de una variable entre otras de la vulnerabilidad externa. La matriz N° 8 que a continuación presentamos brinda una panorámica más completa de las amenazas a que está sometida la infraestructura y que pone a prueba su fortaleza.

En el caso de la **exposición**, se ha debido tomar en cuenta, la exposición de los elementos a los movimientos sociales. La información brindada por el personal técnico de la sub-región nos hace ver que existe un gran descontento en la población por la deficiente forma como se ha venido ejecutando el nuevo proyecto de mejoramiento del sistema

Matriz Nº 08: Vulnerabilidad por exposición del sistema de agua potable del distrito de Oxapampa

AMENAZAS O PELIGROS	EXPOSICIÓN AL RIESGO DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA				
	CAP TACION	CONDUC CION	ALMACE NAMIENTO	DISTRIBUCIÓN	TOTAL
EXPOSICIÓN					
.Deslizamientos	3	3	1	1	8
.Derrumbes	3	3	1	1	8
. Inundaciones	1	1	3	3	8
. Inestabilidad climática	3	1	2	3	9
. Sismo	2	1	1	1	5
. Huayco	2	2	1	1	6
. Frontera agrícola	3	3	1	1	8
. Movimientos sociales	1	3	1	2	7
. Urbanización descontrolada	1	2	2	3	8
TOTAL	19	19	13	16	67

Fuente: Formato de entrevista, en Anexo

Lo anterior ha obligado a la paralización de la obra por temor a un conflicto que puede desatar violencia social. Lo mismo ha sucedido en un distrito aledaño a Oxapampa, el distrito de Huancabamba, allí la población se reveló por el mal funcionamiento del sistema de alcantarillado y tratamiento de las aguas servidas y decidió cortar la conexión de éste con la red de distribución, encaminando las descargas directamente al río Chontabamba generando la contaminación de sus aguas, con las consecuentes deseconomías externas que esto produce. Se trata de una construcción nueva realizada por la municipalidad, pero con deficiencias en este tramo del sistema, que venía generando contaminación en el centro poblado por los olores desagradables y aparición de insectos.

Además de la exposición y el riesgo de daños a los fenómenos de origen natural y a los movimientos sociales, las variables que

además han sido consideradas son la **dependencia** y la **capacidad de control**.

Matriz N° 09: Vulnerabilidad por dependencia y control del sistema de agua potable del Distrito de Oxapampa

VARIABLES	DEPENDENCIA Y CONTROL DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA				
	CAP TACION	CONDUC CION	ALMACE NAMIENTO	DISTRIBUCIÓN	TOTAL
DEPENDENCIAS					
. Electricidad	1	1	1	2	5
. Telecomunicaciones	1	1	1	1	4
. Productos químicos	1	1	2	2	6
TOTAL	3	3	4	5	15
Vulnerabilidad por dependencia	baja	baja	media	media	media
CAPACIDAD DE CONTROL					
. Accesibilidad vía terrestre	1	1	1	1	4
. Accesibilidad directa a los componentes	1	1	1	1	4
. Personal calificado	2	1	1	2	6
. Televigilancias	3	3	3	3	12
TOTAL	7	6	6	7	26
Vulnerabilidad por control	media	media	media	media	media

Fuente: Formato de entrevista, en Anexo.

Si se desarrolla un poco el caso de la dependencia, se comprende mejor cómo ésta se vuelve un factor de vulnerabilidad del abastecimiento de agua potable de la ciudad. Para potabilizar el agua, una planta de tratamiento utiliza diversos productos químicos: sulfato de aluminio, hidróxido de calcio e hipoclorito de sodio. En la verificación realizada comprobamos que no existe la provisión de estos insumos, algunos hay que importarlos o traerlos de Lima, lo cual pone en riesgo la calidad del agua en caso se de un desabastecimiento, todo por la falta de previsión en el almacenaje de inventarios adecuados. La dependencia también tiene que ver con la

necesidad de energía eléctrica para la fase de almacenamiento y distribución. Una suspensión del abastecimiento eléctrico significa la suspensión inmediata del aprovechamiento del agua.

Estos dos elementos conforman las vulnerabilidades externas que se presenta en la Matriz N° 10, las mismas que están asociadas a los fenómenos naturales de riesgos y amenazas y los fenómenos sociales que son los antrópicos

Matriz N° 10: Vulnerabilidad externa del sistema de agua potable del Distrito de Oxapampa

INDICADORES	CAP TACION	CONDUC CION	ALMACE NAMIENTO	DISTRIBUCIÓN	TOTAL
EXPOSICIÓN					
. Deslizamientos	3	3	1	1	8
. Derrumbes	3	3	1	1	8
. Inundaciones	1	1	3	3	8
. Inestabilidad climática	3	1	2	3	9
. Sismo	2	1	1	1	5
. Huayco	2	2	1	1	6
. Frontera agrícola	3	3	1	1	8
. Movimientos sociales	1	3	1	2	7
. Urbanización descontrolada	1	2	2	3	8
TOTAL	19	19	13	16	67
Vulnerabilidad por exposición	Alta	Alta	media	media	Media
DEPENDENCIAS					
. Electricidad	1	1	1	2	5
. Telecomunicaciones	1	1	1	1	4
. Productos químicos	1	1	2	2	6
TOTAL	3	3	4	5	15
Vulnerabilidad por dependencia	Baja	Baja	media	media	Media
CAPACIDAD DE CONTROL					
. Accesibilidad vía terrestre	1	1	1	1	4
. Accesibilidad directa a los componentes	1	1	1	1	4
. Personal calificado	2	1	1	2	6
. Televigilancias	3	3	3	3	12
TOTAL	7	6	6	7	26
Vulnerabilidad por control	media	Media	media	media	Media

Fuente: Formato de entrevista, en Anexo

Matriz de Estrategias de Gestión:

Junto con lo anterior, se debe destacar la alta vulnerabilidad del sistema ante los factores relacionados con la “Preparación para la Crisis” y “Alternativas de Funcionamiento”. Esta es una forma, a modo de ejemplo, de estimar la variable “ Estrategia de gestión “ Según las valoraciones el sistema no tiene respuestas válidas, no está preparado para soportar un episodio de desastre, y menos tiene alternativas de donde echar mano para sustituir el colapso temporal de la infraestructura, por ejemplo no hay captaciones o sistema de captaciones para cubrir demanda de urgencia.

Matriz N° 11: Estrategias de Gestión

INDICADORES	CAPTACIÓN	CONDUCCIÓN	ALMACENAMIENTO	DISTRIBUCIÓN	TOTAL
PREPARACIÓN PARA CRISIS					
. Existencia de un plan	3	3	3	3	12
. Preparación del personal	2	2	2	2	8
. Simulacros	3	3	3	3	12
. Experiencia de emergencia de crisis	2	3	2	3	12
. Autonomía energética	1	1	2	2	6
. Comunicación con organismos de emergencia	2	2	1	1	6
. Facilidades de comunicación	2	3	2	1	8
	15	17	15	15	62
ALTERNATIVAS DE FUNCIONAMIENTO					
Vulnerabilidad por previsión	Alta	alta	alta	media	alta

Fuente: Formato de entrevista, en Anexo.

4.2.5 Análisis del Peligro del Sistema.

Análisis de los peligros en la micro cuenca de Oxapampa y en el sistema de agua y alcantarillado de la ciudad.

La entrevista a pobladores de la zona de Oxapampa y por información recabada en instituciones como INDECI se determinó que los peligros más relevantes tienen que ver con las consecuencias que traen las intensas precipitaciones pluviales y muy especialmente a las relacionadas con los años 97 y 98 debido a los efectos del Fenómeno “El Niño”. En este sentido se han registrado deslizamientos, derrumbes e inundaciones en las terrazas bajas a orillas del río Chorbamba y San Alberto. El último sismo (2008) hizo que se desplomará algunas rocas inconsolidadas.

Para definir el grado de peligro se ha utilizado los siguientes criterios:

- Frecuencia: se define de acuerdo con el período de recurrencia de cada uno de los peligros identificados, lo cual se puede realizar sobre la base de información histórica o en estudios de prospectiva.
- Severidad: se define como el grado de impacto de un peligro específico (intensidad, área de impacto).

Grado de Peligro.

para definir el grado de impacto o importancia del peligro se multiplica Frecuencia (a) por Severidad (b),

Escala de medición: se utilizado la siguiente escala para ponderar tanto la frecuencia como la severidad: Bajo= 1; Medio= 2; y Alto= 3.

Matriz N° 12: Peligros en la microcuenca de Oxapampa relacionada con el sistema de agua potable y alcantarillado de Oxapampa.

EVALUACIÓN DEL PELIGRO LLUVIAS	FRECUENCIA (a)			SEVERIDAD (b)			GRADO DE IMPACTO = (a) x (b)
	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta	
Deslizamientos ¿Existen antecedentes de deslizamientos? Debido al tipo de suelo superficial de texturas diversas en la micro cuenca se han presentado eventualmente en épocas de intensa precipitación deslizamiento de lodos, sobre todo en la captación de San Alberto		2			2		4 Si bien es cierto no es muy frecuente, su frecuencia es de baja a media. Cuando se activa la micro cuenca los procesos de deslizamiento se dan en corto recorrido y tiempo
Derrumbes ¿Existen antecedentes de derrumbes? Hay presencia de huellas de detritos coluviales al pie de las laderas de la captación San Alberto y en parte del recorrido de las líneas de conducción al almacenamiento		2			2		4 Los derrumbes son otro de los eventos peligrosos que se dan con cierta frecuencia y con mediana severidad en la micro cuenca.
Inundaciones ¿Existen zonas con problemas de inundación?		2				3	6
Si existen y afecta a áreas que se proyectan para plantas de tratamiento							Las fuertes precipitaciones generan áreas inundables que en el sistema de agua y saneamiento, afecta más a las zonas que tienen que ver con el limitado sistema de desagüe y áreas que en el actual proyecto de mejoramiento se ha previsto construir la nueva planta de tratamiento de aguas servidas
Inestabilidad ¿Inestabilidad del canal principal de conducción que estará involucrado con el área?			3			3	9
Las eventuales avenidas pluviales afecta principalmente a la infraestructura de la captación de San Alberto							El canal de conducción se ve afectada con una frecuencia alta, pues cualquier inestabilidad afecta a esta infraestructura altamente vulnerable, con una severidad muy alta, pues de esa acequia depende la calidad y continuidad de servicio

Fuente: Elaborado por los investigadores – 2009.

Matriz de significación.

Identificado los peligros naturales y determinado su grado de impacto en la micro cuenca y por ende en el ámbito de funcionamiento del sistema de agua y alcantarillado de la ciudad de Oxapampa, es importante hacer una clasificación de los peligros según su significación en la vulnerabilidad de la infraestructura. Esta clasificación se hace usando la siguiente tabla de evaluación que resulta de un razonamiento lógico. Si la frecuencia del peligro es ALTA (3) y la severidad es BAJA (1), esto indica que el activo no está expuesto al peligro por eso el impacto es BAJO ($3 \times 1 = 3$); pero si la frecuencia es ALTA (3) y la severidad también es ALTA (3), entonces el grado de exposición del activo al peligro es ALTA ($3 \times 3 = 9$).

RUBROS		SEVERIDAD		
		Bajo 1	Medio 2	Alto 3
FRECUENCIA	Bajo 1	1	2	3
	Medio 2	2	4	6
	Alto 3	3	6	9

Fuente: Elaborado por los investigadores – 2009.

Criterios de selección

Con los instrumentos anteriores conformamos la matriz de significación de los peligros con el fin de focalizar los peligros más

significativos que debemos priorizar para las políticas de prevención y mitigación de sus impactos.

Matriz Nº 13: Significación de los peligros naturales en el sistema de agua potable del distrito de Oxapampa.

ÍNDICE	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	SIGNIFICADO DEL PELIGRO
De 1 a 2 inclusive	No significativo	Sismos = 2 No es una zona sísmica, pero cuando se dan eventualmente terremotos en zonas aledañas, esta zona se ve afectada en forma inmediata por lo que es considerada de baja frecuencia pero con una severidad considerada de baja a media
		Huaycos =2 Se presenta en épocas de lluvia y con mayor intensidad con "El Niño" y su severidad es de mediano impacto en el área del sistema.
De 3 a 4 inclusive	Significativo	Deslizamiento = 4 Si bien es cierto no es muy frecuente, su frecuencia es baja a media. Cuando se activa la microcuenca los procesos de deslizamiento se dan en corto recorrido y tiempo.
		Derrumbes = 4 Los derrumbes, son otro de los eventos peligrosos que se dan con cierta frecuencia y con mediana severidad en la microcuenca.
De 6 a 9 inclusive	Muy Significativo	Inundaciones = 6 Las fuertes precipitaciones generan áreas inundables que en el sistema de agua y saneamiento, afecta más a las zonas que tienen que ver con el limitado sistema de desagüe y áreas que en el actual proyecto de mejoramiento se ha previsto construir la nueva planta de tratamiento de aguas servidas.
		Frontera agrícola = 6 Esta actividad es catalogada como frecuentemente, es una de las actividades a que se dedica la población agrícola en la parte alta, y su accionar repercute en toda la microcuenca en especial en áreas cercanas a la captación de San Alberto, por lo que es considerada como alta severidad.
		Inestabilidad Climática =9 El canal de conducción se ve afectado con una frecuencia alta, pues cualquier inestabilidad afecta a esta infraestructura altamente vulnerable, con una severidad muy alta, pues de esa acequia depende la calidad del agua y continuidad del servicio.

Fuente: Elaborado por los investigadores – 2009.

La conclusión es clara, los peligro que se debe focalizar para la política de riesgos ambientales de la microcuenca y en específico

para disminuir la vulnerabilidad de la infraestructura son: la inestabilidad climática en primer término (intensas precipitaciones pluviales), inundaciones y los impactos del avance de la frontera agrícola.

Fotografía N° 16: Deforestación en el área de montaña, fuente de la captación (avance de frontera agrícola).



Fotografía N° 17: Deforestación de la zona de captación.



En resumen la evaluación de la matriz nos indica que el sistema es medianamente vulnerable a factores naturales, tal como lo hemos verificado en la matriz de peligros obtenida con la entrevistas. Como se advierte, se vuelve a comprobar que precisamente son los factores Inestabilidad climática, Frontera agrícola e Inundaciones los que vuelven a ocupar los primeros lugares en su nivel de peligrosidad, al cual se suma el factor movimientos sociales. En este esquema, los factores derrumbes y deslizamientos cobran mayor importancia debido a la evaluación desagregada que hacemos de los componentes del sistema en relación a estos factores. En general concluimos que el sistema está expuesto a los peligros de la naturaleza, sin embargo no se estima que sea de orden catastrófico, pero sí hay que tomar en cuenta el alto nivel potencial de algunos de los factores peligrosos como la inestabilidad climática, movimientos sociales, e inundaciones.

Junto con lo anterior, se debe destacar la alta vulnerabilidad del sistema ante los factores relacionados con la “Preparación para la Crisis” y “Alternativas de Funcionamiento”. Esta es una forma, a modo de ejemplo, de estimar la variable “ Estrategia de gestión “ Según las valoraciones el sistema no tiene respuestas válidas, no está preparado para soportar un episodio de desastre, y menos tiene alternativas de donde echar mano para sustituir el colapso temporal de la infraestructura, por ejemplo no hay pozos o sistema de pozos para cubrir demanda de urgencia.

4.2.6 Riesgo del sistema de agua.

La estimación del riesgo es resultado de una caracterización general de las amenazas y las vulnerabilidades. De las distintas potenciales amenazas, las más agresivas o muy significativas son las vinculadas con la inestabilidad climática, inundaciones y frontera agrícola relacionada con la deforestación y el mal uso del suelo. En la ecuación asumida, la valoración del peligro es “alta” (ver Matriz de Peligros).

Pero el sistema también se ve intervenido por amenazas no físicas naturales. Estas serían vulnerabilidades generadas por factores externos al sistema; son vulnerabilidades generadas por amenazas relacionadas con movimientos sociales, situaciones de dependencia del sistema de otros sectores, de control para monitorear el funcionamiento y darle seguridad al sistema. En este rubro la valoración es de calibre “medio” Pero también están las vulnerabilidades generadas por factores internos al sistema, más propiamente factores intrínsecos que en su caracterización general su valoración es “medio”.

A este nivel el sistema muestra características de vulnerabilidad que requieren atención pero que tiene todavía fortalezas par resistir. Sin embargo se torna altamente riesgoso si consideramos la “significación” o agresión de los peligros mencionados, cuya valoración es alta. Pero como hemos aceptado, las amenazas o

peligros deben conceptuarse como socio naturales. Para el caso, la inestabilidad climática tiene que ver con la alta variabilidad de las precipitaciones pluviales y su intensidad, que contamina la zona de captación por estar completamente expuesta, sobre todo la acequia o riachuelo por donde discurre el agua en el primer tramo de la captación de San Alberto. Esta vulnerabilidad es promovida por el hombre que acepta con su indiferencia la contaminación y deterioro de la acequia. En los mismos términos está la “frontera agrícola” que para ampliarla se deforesta y se contamina al suelo. La “inundación” ataca al sistema por falta de unos buenos canales de desagüe y drenajes. En estos términos la valoración del riesgo del sistema, a este nivel, es “alto”. Sin embargo este irá disminuyendo si ponderamos con el nivel de significación de los restantes peligros analizados.

Así, los deslizamientos y derrumbes son calificados de “significativos” equivalente a una categoría de “medio”. En este nivel el riesgo del sistema también sería “medio”. Pero si se tratara de terremotos y huaycos, estos han sido calificados como “no significativos” equivalente a la categoría de “bajo”. En este nivel el riesgo del sistema de agua potable es “bajo” y esto por la poca frecuencia del fenómeno peligroso terremoto y porque el sistema no está expuesto en zona de huaycos.

La evaluación indica que la acción de los actores tiene que estar motivada y guiada por las amenazas de “alta significación” por ser

frecuentes y severas, y en ese contexto deben actuar para mitigar el riesgo. Sin embargo la ecuación del riesgo incluye la variable “estrategia de gestión”, como ya hemos explicado, tiene que ver con la actitud y aptitud de los actores para enfrentar las amenazas y puedan traducirse en conductas de vigilancia y cuidado del sistema, con participación en su planeamiento, comunicación y capacitación, es decir apropiarse de su infraestructura porque el servicio es para todos y tiene que ver con su calidad de vida. Este tema tratada como una vulnerabilidad, ocasionada por el contexto social, es muy alta. En la ecuación, este hecho, transforma la valoración del riesgo y lo torna muy riesgoso. El sistema se hace insostenible y es una de las causas de que el 68% de los sistemas de agua potable en el espacio rural sean insostenibles. Esta tendencia es indicada en el Cuadro No. 6.

El ejercicio realizado, como lo hemos manifestado, no busca hacer un exhaustiva investigación de la vulnerabilidad y de las amenazas, tarea que requeriría tiempo y recursos, busca a nivel de una caracterización general de estas variables tener una aproximación al riesgo también evaluado de forma cualitativa y general y por tanto aún insuficiente para caracterizarlo integralmente. Sin embargo el ejercicio es válido para llamar la atención de los actores y sobre todo a los decidores de políticas públicas, de que hay elementos ciertos para considerar al sistema de agua potable y saneamiento de Oxapampa como riesgoso. También ayuda a verificar, apoyado en

un modelamiento y en un enfoque teórico, que la tendencia de insostenibilidad de los sistemas en el sector rural del país, tiene que ver con entender mejor las amenazas “altamente significativas” y las vulnerabilidades interna y externas, tanto sociales como físico naturales.

Finalmente, el ejercicio verifica la debilidad social de la no participación de los actores sociales como el factor estructural más acuciante de este proceso de construcción social. Es esta conclusión la que nos induce a buscar cómo lograr participación en el planeamiento del proyecto y en su ejecución y operación. En el marco del nivel de profundidad de la investigación anticipada desde el inicio, no hay posibilidad de elaborar una metodología acabada, con validaciones múltiples para su credibilidad.

Grado de Riesgo:

En resumen el modelo conceptual a ser aplicado está resumido en la siguiente representación simbólica.

$$R = f (A * Vi * Vx * E)$$

Donde:

R= Nivel de riesgo

A= Amenaza que es un factor externo (al sujeto o sistema social en referencia) de riesgo representado por la potencial ocurrencia de un fenómeno natural o generado por el hombre, que puede

manifestarse en un lugar específico con una intensidad y severidad determinada

V_i = Vulnerabilidad intrínseca

V_x = Vulnerabilidad externa

E = Estrategia de gestión.

Y los resultados de la evaluación se presentan en la Matriz N° 10. Aplicando una funcionalidad arimética y ordinal , llegamos a la conclusión que la situación del sistema de Agua del Distrito de Oxapampa presenta características que lo tipifican como una infraestructura y una inversión de **alto riesgo ambiental**. Los gestores del sistema no realizado un análisis de riesgos ambientales a pesar que existen evidentes amenazas y la infraestructura presentan vulnerabilidades que es necesario prever y evaluar para establecer grados de seguridad y sostenibilidad.

Matriz N° 14: Evaluación del riesgo del sistema de agua potable del distrito de Oxapampa.

FACTOR DE RIESGO	GRADO DE VULNERABILIDAD			IMPACTO EN EL RIESGO
	Baja	Media	Alta	
Vulnerabilidad Intrínseca (Fragilidad) V_i		2		2
Vulnerabilidad Externa V_x				
. Exposición		2		2
. Dependencia y Control		2		2
Estrategia de Gestión (Resilencia) E			3	3
Peligro A			3	3
Grado de Riesgo R		6	6	12

Fuente: Elaborado por los investigadores – 2009.

Para calificar el grado de riesgo hemos aplicado una evaluación aritmética ordinal, cuyo resulta de 12 puntos esta en el rango de riesgo alto. El mismo resultado se hubiera obtenido de aplicar una escala geométrica.

Tabla N° 7: De calificación del riesgo

FACTOR DE RIESGO	RIESGO LÍMITE	RANGO	GRADO DE RIESGO
Escala Aritmética			
Bajo: 1	$1 \times 5 = 5$	0 – 5	
Medio: 2	$2 \times 5 = 10$	6 – 10	
Alto: 3	$3 \times 5 = 15$	11	12 (Alto)
Escala Geométrica			
Bajo: 1	$1^5 = 1$	1	
Medio: 2	$2^5 = 32$	2 – 32	
Alto: 3	$3^5 = 243$	33	72 (Alto)

Fuente: Elaborado por los investigadores – 2009.

De la información obtenida anteriormente se obtiene que el grado de peligro sea alto y la vulnerabilidad media, con lo cual de acuerdo a la escala de riesgo podemos decir que el nivel de riesgo es alto, ante esta situación era preciso incluir medidas de reducción para evitar o reducir el impacto generado por la ocurrencia de peligros en el proyecto el cual no ha sido considerado.

**Tabla 08: Metas del proyecto de mejoramiento del sistema de agua
y alcantarillado de Oxapampa.**

Componentes del Sistema	Metas del Proyecto de Mejoramiento	Actividades y/o acciones de medidas de mitigación o reducción de riesgo no considerados
Captación	<ul style="list-style-type: none"> · Manantial La Colina cuyo rendimiento autorizado es 35 l/s · Cerco perimétrico y algunas mejoras en las ventanas de inspección · Construcción de una nueva captación en San Luís , 12 l/s <p>Y la estructura será la típica de media ladera.</p>	<ul style="list-style-type: none"> · No se contemplan medidas de reforestación y consolidación de suelos para enfrentar las fuertes precipitaciones pluviales. · Mayor capacidad a la captación de San Luís No existe un sistema de alerta ante la presencia de crisis No se ha previsto sistemas alternativos de funcionamiento
Conducción	<ul style="list-style-type: none"> · Obras de mejoramiento y rehabilitación de cámara de reunión y en la estructura de la línea de 6" · Obra nueva, instalación de una línea de conducción para 12 l/s desde la captación de San Luís a un reservorio apoyado de 250 m3 y 1000 metros de longitud. 	<ul style="list-style-type: none"> No existe un sistema de alerta ante la presencia de crisis No se ha previsto sistemas alternativos de funcionamiento
Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> · Impermeabilización de reservorio existente de 690m3 de capacidad (50 años de antigüedad) · Construcción de drenaje pluvial en el área de reservorio y planta · Obra nueva, la construcción de un reservorio apoyado de 250m3 · Caseta de válvula y cloración y un cerco perimetral de 80 m, par un terreno cuadrado de 20 m de lado. 	<ul style="list-style-type: none"> · La impermeabilización del reservorio es inadecuado por la antigüedad del activo, se debe construir reservorio nuevo. No existe un sistema de alerta ante la presencia de crisis No se ha previsto sistemas alternativos de funcionamiento
Distribución	<ul style="list-style-type: none"> · Se establecen dos zonas de presión independientes, la zona alta que se abastecerá del manantial de San Luís y la zona baja que se alimentará de los manantiales de la Colina. · Red primaria de distribución: tubería, longitud 3085 m. · Ampliación de red secundaria, zona alta y baja, tubería de longitud 155 m. · Reposición de tubería antigua de fierro fundido y asbesto cemento, por tuberías DN 250/100mm, A-7.5. Longitud de 4000 m. 	<ul style="list-style-type: none"> · No hay prioridad y seguridad para el reemplazo de la tubería antigua de fierro y de cemento/asbesto. No hay catastro de la tubería a ser reemplazada. · Precariedad en la logística y manipuleo de los materiales, sobre todo de tuberías de PVC que requieren cuidado para evitar su deformación. · Se observó que en la ejecución los trazos para la instalación de las redes no se lograban con las especificaciones técnicas normadas. · Colocación empírica de las tuberías · En todos los tramos excavados y colocados las tuberías, no hay pruebas hidráulicas para ver calidad de conexiones No existe un sistema de alerta ante la

Componentes del Sistema	Metas del Proyecto de Mejoramiento	Actividades y/o acciones de medidas de mitigación o reducción de riesgo no considerados
		presencia de crisis No se ha previsto sistemas alternativos de funcionamiento.
Alcantarillado	<ul style="list-style-type: none"> · Instalación de 998 conexiones domiciliarias con tubería de 150 mm, con caja estandarizada. · La cobertura alcanza al 65% de la población 	<ul style="list-style-type: none"> · Las cifras poblacionales y de vivienda no son fiables, por lo que sus proyecciones debilitan lo programado para número de instalaciones.
	<ul style="list-style-type: none"> · Instalación de cuatro colectores primarios · Instalación de colectores secundarios · Reposición de colectores antiguos y mal instalados. 	<ul style="list-style-type: none"> · Inadecuada cobertura porque supone que la población no coberturada seguirá contaminando por los efectos del desagüe.
	<ul style="list-style-type: none"> · Construcción de cámara de bombeo para impulsar las aguas servidas del sector 2 al sector 1 · Cámara de bombos de Desagüe, tipo caísom. · Equipamiento, dos electro bombas. 	
Emisor	<ul style="list-style-type: none"> · Instalación de nuevo emisor (900 m de longitud.) 	
Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> · Tratamiento convencional: lagunas de estabilización. Caudal 21 l/s, diseño para diez años. 	No se contempla medidas de mitigación ambiental.

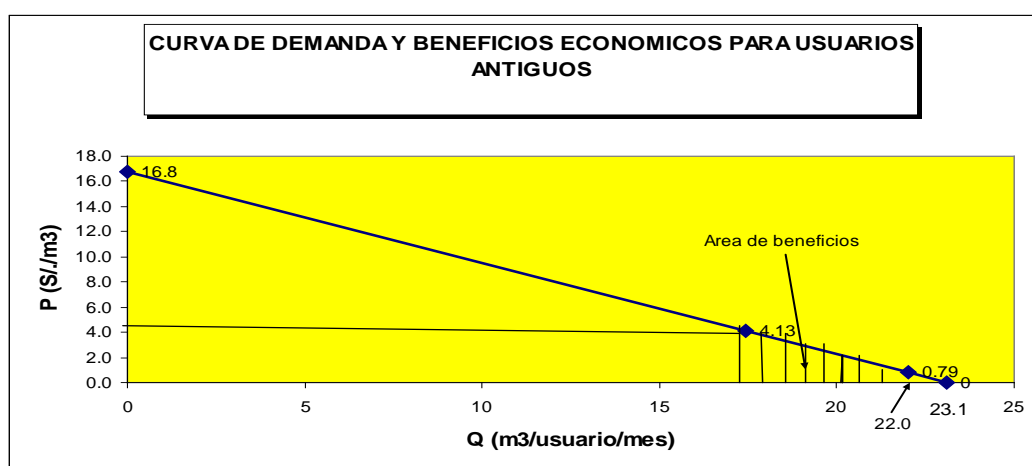
Fuente: Elaborado por los investigadores – 2009.

4.2.7 Evaluación del proyecto de mejoramiento de agua potable y alcantarillado de Oxapampa incorporando el análisis de riesgo.

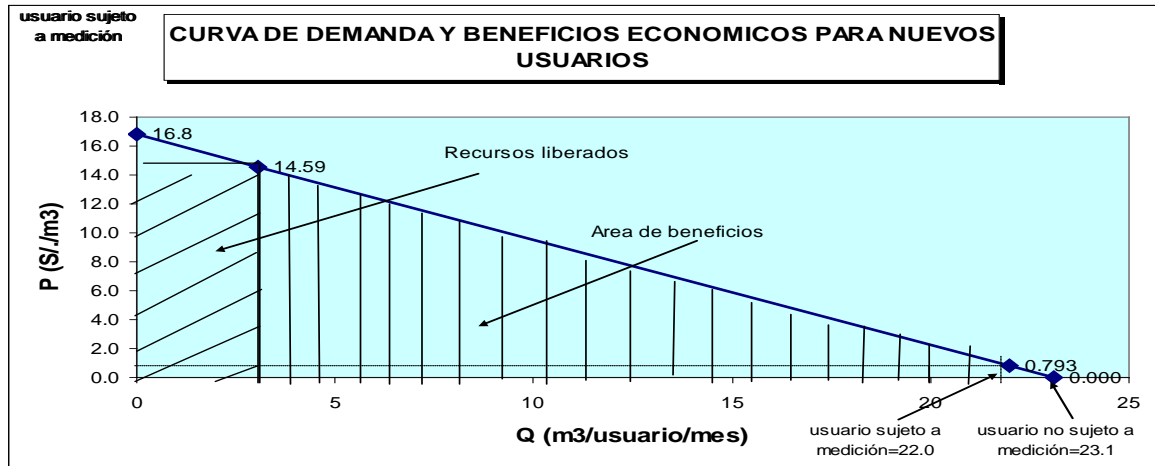
La evaluación económica realizada al componente agua potable se ha realizado con la metodología costo beneficio el cual consiste en evaluar los flujos incrementales del proyecto a precios sociales, para lo cual se ha tenido en cuenta lo siguiente:

Beneficios: Cuantificación de beneficios sociales calculado según la disposición a pagar que es una medida monetaria del cambio en el bienestar de un consumidor que tiene acceso a unidades adicionales de un determinado bien. Se define como el máximo monto de ingreso que el consumidor estaría dispuesto a gastar con tal de obtener unidades adicionales de un bien en este caso el agua potable.

Según la teoría del comportamiento del consumidor esta máxima disposición a pagar se puede aproximar por el área bajo la curva de demanda de agua potable entre las cantidades consumidas con y sin proyecto. La curva de demanda estimada para el proyecto es la siguiente



1. Estimación de los beneficios usuarios antiguos con micromedición		
1.1	Beneficios por incremento del consumo de agua (S./ fam/mes)	11.29
2. Estimación de los beneficios usuarios antiguos sin micromedición		
2.1	Beneficios por incremento del consumo de agua (S./ fam/mes)	11.72



1. Estimación de los beneficios de nuevos usuarios		
1.1 Usuarios sujetos a micromedición		
a.	Beneficios por recursos liberados (S/./fam/mes)	44.64
b.	Beneficios por incremento del consumo de agua (S/./fam/mes)	145.66
c.	Beneficios brutos totales (S/./fam/mes)	190.30
1.2 Usuarios no sujetos a micromedición		
a.	Beneficios por recursos liberados (S/./fam/mes)	44.64
b.	Beneficios por incremento del consumo de agua (S/./fam/mes)	146.10
c.	Beneficios brutos totales (S/./fam/mes)	190.74

Costos:

- Costos del proyecto: El cual incorpora los costos de operación y mantenimiento incrementales a precios sociales.
- Costos del proyecto: Costo de Inversión y de Operación y Mantenimiento incorporando medidas de reducción de desastres, ante la ocurrencia de una situación de riesgo según las actividades propuestas en la Tabla N° 07.

La evaluación realizada se muestra en el Anexo N° 8.

INDICADORES	ALTERNATIVA 1 SELECCIONADA	ALTERNATIVA SELECCIONADA ANTE LA PRESENCIA DE UN DESASTRE	INCORPORANDO COSTOS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS
AGUA			
Costo Inversión Agua (Precios Sociales)	1,252,250.00	1,252,250.00	1,352,250.00
VAN	S/. 6,031,467	S/. 4,518,877	S/. 5,913,467
TIR	43.6%	37.9%	41.3%

Fuente: Elaborado por los investigadores – 2009.

Según podemos observar del cuadro anterior si bien la alternativa seleccionada es positiva en el VAN y mayor que el TIR establecido, ante la presencia de un desastre estos indicadores disminuyen manteniéndose en cambio con incorporación de las medidas de reducción de riesgos con indicadores similares, el análisis se puede observar en los anexos.

CAPITULO V

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Siguiendo los aspectos que marca la hipótesis, los resultados los dividiremos en tres partes: los relativos a la tipificación de la inversión como de alto riesgo, la existencia de evidentes amenazas y vulnerabilidades que alberga la infraestructura de agua y saneamiento y la ausencia de un análisis de riesgo en la propuesta de inversión.

- **Inversión de alto riesgo:**

La aplicación del modelo conceptual resumido en la siguiente representación simbólica:

$$R = f(A * Vi * Vx * E)$$

Nos permite llegar a los siguientes resultados: la situación del sistema de Agua y Alcantarillado del Distrito de Oxapampa presenta características que lo tipifican como una infraestructura y una inversión de **alto riesgo ambiental**. La matriz N° 14: “Evaluación del Riesgo” resume el proceso de análisis del capítulo IV y estima un impacto de riesgo de orden 12 (doce) que tal como ahí se explica, está en el rango “Alto” de la calificación.

FACTOR DE RIESGO	GRADO DE VULNERABILIDAD			IMPACTO EN EL RIESGO
	Baja	Media	Alta	
Vulnerabilidad Intrínseca V_i		2		2
Vulnerabilidad Externa V_x				
. Exposición		2		2
. Fragilidad		2		2
Estrategia a Resiliencia E			3	3
Peligro A			3	3
Grado de Riesgo R		6	6	12

- **Existencia de evidentes amenazas y vulnerabilidades.**

Amenazas

El sistema de agua y saneamiento muestra un potencial de alto riesgo de sostenibilidad, debido a la existencia de peligros “altamente significativos” como la intensa precipitaciones pluviales a consecuencia del cambio climático, las inundaciones también consecuencia de lo anterior y la deforestación de los bosques en las zonas de “captación” del sistema. El análisis es presentado en la pág. 196. Junto a estas hay otras amenazas de menor significación, pero no por ello menos importantes, tanto de índole físico natural (huaycos, derrumbes, sismos) como de índole social (movimientos sociales, urbanización descontrolada).

Vulnerabilidades.

En el esquema de trabajo distinguimos Vulnerabilidad Intrínseca o Internas y Vulnerabilidades Externas. La intrínseca expresan la fragilidad de cada uno de los elementos o componentes del sistema de abastecimiento de agua,

analizada en la Matriz N° 7, que evalúa esta situación, indica que el sistema en su conjunto tiene vulnerabilidad intrínseca de orden medio. Entre los elementos que conforma al sistema, el componente “Captación” es el más frágil, y su vulnerabilidad es alta.

La vulnerabilidad externa es aquella ocasionada por las amenazas externas y adquieren relevancia de acuerdo al grado de exposición ante la amenaza, el grado de dependencia y control sobre la amenaza.

Grado de exposición:

El análisis realizado página 188, muestra que la vulnerabilidad por exposición del sistema es de orden Medio. La información presentada en la Matriz N° 8, sin embargo, indica que la amenaza que hace más vulnerable al sistema es la denominada “Inestabilidad Climática”, que hace referencia a las intensas precipitaciones pluviales, cuya variabilidad se ha intensificado. Por otro lado son los componentes “captación” y “conducción” los más expuestos a esta amenaza.

Grado de dependencia y control:

Además de la vulnerabilidad por “exposición”, las vulnerabilidades que además han sido consideradas son “Grado de Dependencia” y “Grado de Control”. Todas ellas han sido evaluadas en el rango de orden “de Vulnerabilidad media”. La “dependencia” se expresa de varias formas, por ejemplo, para potabilizar el agua, una planta de tratamiento utiliza diversos productos químicos: sulfato de aluminio, hidróxido de calcio e hipoclorito de

sodio. En la verificación realizada comprobamos que no existe la provisión de estos insumos, algunos hay que importarlos o traerlos de Lima, lo cual pone en riesgo la calidad del agua en caso se de un desabastecimiento, todo por la falta de previsión en el almacenaje de inventarios adecuados. La dependencia también tiene que ver con la necesidad de energía eléctrica para la fase de almacenamiento y distribución, una suspensión del abastecimiento eléctrico significa la suspensión inmediata del aprovechamiento del agua. El Grado de Control, nos induce a pensar en la capacidad de acceso, seguimiento y monitoreo que se tiene sobre el sistema. (Ver Pág. 190)

Estrategias de Gestión:

Junto con lo anterior, se debe destacar la “alta vulnerabilidad “ del sistema ante los factores relacionados con el “Grado de respuesta o Grado de preparación para la Crisis” y “Alternativas de Funcionamiento”. Esta es una forma de estimar la variable “Estrategia de gestión” (ver el modelo conceptual). Según las valoraciones el sistema no tiene respuestas válidas, no está preparado para soportar un episodio de desastre, y menos tiene alternativas de donde echar mano para sustituir el colapso temporal de la infraestructura, por ejemplo no hay sistemas alternativos para cubrir demandas de urgencia

- **Vulnerabilidad del proyecto de Mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado de Oxapampa.**

Lo que nos interesa destacar del proyecto en términos de su vulnerabilidad, es que este ya ha sido presa de sus debilidades intrínsecas y de amenazas externas que ha dado lugar a su paralización total después de tres meses de haber iniciado su ejecución.

En efecto, al no haberse realizado una evaluación de vulnerabilidades en las dos perspectivas (intrínsecas y externas) que hemos empleado para el sistema de agua y alcantarillado existente, el proyecto no ha podido resistir los factores de “Movimientos Sociales” que sugiere la metodología. Es evidente que el análisis detallado de estas evaluaciones están en función del nivel de profundidad del estudio, es decir en su estado de pre factibilidad, factibilidad y definitivo. El que hemos presentado en esta investigación es a un nivel general y más interesa mostrar la metodología, la que debe ser adecuada según la profundidad del análisis.

De la revisión del expediente técnico del proyecto y de los informes técnicos de la gerencia sub regional de Oxapampa, así como documentos de denuncias de los pobladores a través de la Coordinadora Vecinal constituida en asamblea pública para la fiscalización del proyecto, se puede detallar lo siguiente:

- a) La aplicación de la matriz de vulnerabilidad intrínseca, hubiera detectado y priorizado actividades que generen sostenibilidad en la estructura interna del proyecto. Por ejemplo en la captación y línea de conducción del riachuelo donde era necesario reforzar la infraestructura ante posible inundaciones y avenidas del riachuelo, se hubiera identificado la perentoria

necesidad de remplazar el reservorio de 690 m³ de capacidad que tiene más de 50 años de vida y otras actividades de reforestación de la zona de los manantiales.

- b) La aplicación de la matriz de vulnerabilidades externas, hubiera identificado la necesidad de cumplir normas ambientales y tener en cuenta los factores de riesgo ambiental a que está sometido el proyecto, no sólo por fuerzas de la naturaleza (cambio climático expresada en la zona con altas precipitaciones pluviales), sino también por condicionamientos del entorno económico social, como la actividad de los “Movimientos Sociales” que pugnan por una mayor participación en las decisiones del gobierno Regional y Municipal; la “Organización y Gestión” para la operación y mantenimiento del servicio. En relación al cambio climático, es notorio proteger la zona de Capatación de San Alberto, expuesta a las lluvias que la contaminan y transfieren su efecto a todo el sistema bajo. Mayor detalles sobre las vulnerabilidades del proyecto de mejoramiento se presentan en la Matriz N° 10.
- c) La vulnerabilidad transversal, que nos sugiere Harvy⁴⁰, también es una interesante perspectiva que pone en el tapete la vulnerabilidad del funcionamiento urbano y el ordenamiento del territorio. La vulnerabilidad del sistema de agua potable y alcantarillado pone en aprietos la estabilidad de otros sistemas involucrados en el funcionamiento de la urbe, como el sistema de salud, la educación, producción y consumo. Se generan transferencias de vulnerabilidades de un elemento sistémico a otro, en un

⁴⁰ Seminario: *Riesgo y Medio ambiente*. Prof. Robert Dercole y Sebastián Hrdy. IRD, Francia. 2008 - Universidad Nacional mayor de San Marcos, Maestría de Geografía/ Gestión del Ordenamiento Territorial y el Ambiente.

efecto domino que encamina a una perspectiva de crisis. Nada de estos argumentos están presentes en el expediente técnico.

CONCLUSIONES.

1. **Situación de riesgo y vulnerabilidad de la infraestructura de agua potable y saneamiento básico en el entorno nacional.**

- **Dispersión en la ocupación del territorio:** El ordenamiento actual del territorio. La forma de ocupación tan dispersa del espacio geográfico, condicionado por una geomorfología del suelo tan accidentada, y una sensibilidad climática tan variada, dificulta y hace oneroso la implementación de la infraestructura de agua potable y saneamiento básico. En el contexto Latinoamericano, el Perú es el país con mayor cantidad de municipios (2,026 municipios).
- **Infraestructura rural, la más vulnerable:** En el ámbito rural es más notoria la inequidad en la distribución del servicio de agua y saneamiento. En centros poblados de hasta 200 habitantes-los más dispersos- la cobertura de agua potable es del 45% y sólo el 16% en saneamiento básico.
- **Fragilidad del alcantarillado:** Para el caso del rango poblacional “501-2000 hab “ la cifras de balance es altamente deficitaria, 82% de agua potable contra 44% de saneamiento.

- **Sostenibilidad física:** Los resultados del análisis de la sostenibilidad de 104 sistemas de provisión de agua en el área rural del Perú 1999, realizado en consultoría para el Banco Mundial indican que sólo el 31.7% de los sistemas son sostenibles, por lo tanto se deduce que **el 68.3 % tiene el carácter de insostenibles**, marcados por el deterioro y el colapso.
- **Sostenibilidad administrativa:** La sostenibilidad también implica la dimensión administrativa y política del funcionamiento de los sistemas de agua y saneamiento. El sistema de administración y gestión es heterogéneo y con reducida efectividad y eficiencia. El 29 % de los sistemas es manejado por SEDAPAL, el 30% por EPS (54), el 6% por las municipalidades y el 35% por organizaciones comunales principalmente en el ámbito rural.

2. **Aplicación metodológica – Análisis de riesgo en el proyecto de mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado de Oxapampa.**

- Los resultados de la evaluación presentados en el ítem 4.2.6, del Capítulo IV (ver pág. 199) nos permite llegar a la conclusión que la situación del sistema de agua potable y alcantarillado del distrito de Oxapampa presenta características que lo tipifican como una infraestructura y una inversión de **alto riesgo** ambiental.
- La matriz No. 14: “Evaluación del Riesgo” resume el proceso de análisis y estima un impacto de riesgo de orden 12 (doce) que tal como ahí se explica, está en el rango “Alto” de la calificación.

- **Definición de alternativas**, la aplicación de la matriz de vulnerabilidad intrínseca, detecta y prioriza actividades que generen sostenibilidad en la estructura interna del proyecto.

- a) En el componente captación, la perentoria necesidad de reforestación y consolidación de suelos para enfrentar las fuertes precipitaciones pluviales de la zona de San Alberto, y dar mayor capacidad a la captación de San Luís por la calidad de sus aguas.
- b) Reemplazar en el componente almacenamiento, el reservorio de 690 m³ de capacidad que tiene más de 50 años de vida.
- c) En el componente distribución, priorizar la sustitución de tubería antigua de fierro fundido y abesto-cemento, que atenta contra la calidad del agua y la salud de la población.

En el **ámbito de la empresa gestora del sistema**, puede desarrollar un trabajo de reflexión sobre las alternativas de funcionamiento para reducir la vulnerabilidad de un elemento; por ejemplo, sobre las posibilidades de refuerzo de los controles, vigilancia a distancia de ciertos elementos de acceso difícil; simulaciones de crisis para obtener habilidades y experiencias.

- **Esta metodología**, presenta también la ventaja de no estar vinculada a la necesidad de pesados medios financieros, humanos y materiales. Al mismo tiempo parece eficaz y pertinente para un país en vías de desarrollo, sobre todo en el caso de empresas de abastecimiento de agua de nivel público, que muy raramente pueden contar con importantes

medios económicos financieros. La simplicidad de la metodología puede favorecer la adaptación a la realidad de la situación de cada empresa.

- En el ámbito de la investigación para el planeamiento urbano, la interdependencia de los elementos esenciales que hemos referido, remite a la necesidad de interrogar a los territorios sobre los riesgos en sus múltiples dimensiones espaciales. Además, poner al día las vulnerabilidades del abastecimiento de agua y las vulnerabilidades que se desprenden por efecto dominó, presenta también la ventaja en una perspectiva de crisis, de prepararse mejor para esto. Así, se puede calcular las necesidades mínimas de agua de una población y prever que, en un área de abastecimiento dado su interpretación obligará distribuir esta cantidad mínima de agua.
- Esta preparación debería ayudar a atenuar los efectos de una crisis, Por otro lado, un mapa de los hogares que utiliza otras alternativas de abastecimiento de agua, por pozos o por fuentes, indican también que en caso de disfuncionamiento de la red, estos hogares son poco vulnerables. Esto trastoca un poco la idea que los pobres, que no pueden conectarse a la red, son las poblaciones más vulnerables. Ciertamente se exponen mucho más al consumo de un agua cuya calidad sanitaria es poco y nada controlada. Sin embargo, su mínima dependencia a los elementos de funcionamiento esencial de la ciudad en abastecimiento de agua por red, muestra que pensar alternativas de abastecimiento, garantizando la calidad del agua, también puede facilitar la resolución de ciertas dificultades en caso de crisis.

- Así, el centro de Oxapampa parece depender mucho de la red. Se hace necesario pensar en alternativas de abastecimiento de agua, para evitar que otros elementos esenciales al funcionamiento urbano, por ejemplo los hospitales de tercer nivel concentrados en el barrio de Miraflores, tengan dificultades de abastecimiento.
- Por lo tanto, un análisis de la vulnerabilidad del sistema de abastecimiento de agua permite prepararse mejor frente a una crisis proyectándose en situaciones posibles, enlazando entre ellos diferentes elementos esenciales de funcionamiento de la ciudad.
- Existe el propósito de fortalecer capacidades institucionales y generación de normas para facilitar la inversión en infraestructura de agua y saneamiento, sin embargo hay el convencimiento que además se requiere de velar por la calidad y sostenibilidad del servicio. En este sentido las normas existentes no facilitan una intervención participativa de los actores sociales y es débil el impulso por fortalecer la cultura ambiental como fundamento para una efectiva sostenibilidad. En esta medida elaborar metodologías y manuales para difundir esta urgente perspectiva, es un recurso útil.
- **Implicaciones territoriales**, cuando analizamos el ordenamiento del territorio, estudiamos cómo la población usa su espacio geográfico básicamente en términos productivos, pero también cómo lo ocupa mediante la formación de ciudades y las dotaciones infraestructurales económicas y sociales que le den funcionalidad y óptimo aprovechamiento del territorio. Toda infraestructura económica o social que se construya tiene repercusiones directas en la forma como se

ordena el territorio. La infraestructura de agua y saneamiento es estratégica para este funcionamiento y desarrollo de las ciudades nodales en el sistema urbano de la micro región. Este es el caso de la Ciudad de Oxapampa. El sistema de agua y alcantarillado de la ciudad tiene vulnerabilidades por la calidad propia de sus instalaciones y por el alto grado de exposición a peligros naturales, sociales y organizativos.

- En efecto, la vulnerabilidad del sistema, ya sea por factores intrínsecos o externos, transmite vulnerabilidad al funcionamiento de la ciudad, a través de los sistemas conexos de salud, educación, y actividad productiva de la población. Son 150 camas para hospitalización, que sin agua el riesgo de mortalidad es alta. Son 4,100 estudiantes y 13 centros educativos que deteriorarían sus servicios, son 40 establecimientos agroindustriales que podrían paralizar su actividad a falta de agua. Como se deduce se puede identificar micro territorios que necesitan del agua limpia y evaluar su grado de afectación por una disfuncionalidad del sistema. El sistema de alcantarillado, completamente mínimo y descuidado contamina la ciudad y las aguas del río Chorobamba con los consiguientes efectos nocivos en los poblados del valle en el uso actual del suelo.
- Más aún, el grado de agudeza de esta vulnerabilidad pone en riesgo el funcionamiento de los flujos económicos y de tránsito de los agentes económicos, deteriorando la red urbana del entorno distrital o provincial. Como hemos indicado, Oxapampa es un centro articulado con ciudades importantes del entorno regional. La comercialización de productos son de carácter provincial con La Merced, Tarma y Huancayo, mientras que la

comercialización local se realiza con los distritos de Chontabamba, Huancabamba, Pozuzo y Villa Rica principalmente. En estos términos el alto riesgo detectado pone en circunstancias de alta vulnerabilidad al entorno vinculado directa o indirectamente al sistema de agua potable.

RECOMENDACIONES.

1. Riesgo ambiental y planificación para el desarrollo.

- Es conveniente realizar la planificación del 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**.
- La realidad dramática generada por los desastres naturales y considerados en esencia promovidos por el hombre mismo, deben ser encarados con un enfoque integral de desarrollo, el **desarrollo territorial sostenible**, donde la intervención busca ser auténticamente participativa como fórmula central para lograr la sostenibilidad en las decisiones.
- En el caso de la infraestructura de sistemas de agua potable y saneamiento básico, se debe buscar suplir los retos financieros que implica la inversión creciente, con mecanismos de participación y supervisión comunitaria. exigiendo las consideraciones básicas de los riesgos ambientales. Estas circunstancias están permitiendo que iniciativas de organizaciones civiles junto con sus gobiernos locales

generen instancias resolutivas para **promover la mitigación y la adaptación a los riesgos ambientales.**

2. Enfoque no convencional de proyectos.

- Sugerimos que la investigación de riesgos de la infraestructura de agua potable y saneamiento básico, se inscriba en el marco de una investigación sobre la **vulnerabilidad del funcionamiento urbano**, acoplando este elemento esencial que es el abastecimiento de agua potable, a otros elementos esenciales como la salud, la educación y la producción.
- Es recomendable que a partir del análisis matricial cualitativo el investigador cartografíe, con ayuda de un sistema de información geográfica, los territorios del sistema de abastecimiento de agua potable y procurar cuantificar las poblaciones involucradas, eventualmente evaluar su grado de afectación por un disfuncionamiento de sistema.
- Es necesario cambiar el enfoque en la formulación y evaluación de proyectos de inversión de la infraestructura pública y específicamente los proyectos de agua potable y saneamiento básico. Estos deben velar por la sostenibilidad del servicio evitando el dispendio de recursos que implica su ejecución improvisada. El análisis de vulnerabilidades es buen método que permita afrontar y corregir las debilidades de los sistemas, con una visión amplia de efectos en el ordenamiento del uso y ocupación del territorio.

3. Riesgos identificados en el sistema.

- 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 tanto permitirá estimar los beneficios de la prevención.
- Con el uso y el paso del tiempo, los sistemas de acueducto se desgastan y envejecen. Por eso es necesario que los municipios desarrollen programas rutinarios de renovación de tuberías, de los equipos de mantenimiento y otros elementos del sistema, y así garantizar la calidad del servicio.
- Existe una amplia brecha en niveles de acceso a los servicios de agua potable y saneamiento básico en las regiones, por lo tanto, se hace indispensable incorporar en la **agenda de la salud pública** del país, las acciones y la política de agua potable y saneamiento básico.
- Finalmente, tal como se ha demostrado, la infraestructura de agua potable y saneamiento básico del distrito de Oxapampa, muestra vulnerabilidades internas y externas significativas, que es necesario subsanar, el proyecto de mejoramiento, actualmente paralizado, no da soluciones integrales de seguridad ambiental y sostenibilidad de la inversión. En este sentido se recomienda una mesa de concertación de actores para convenir salidas para la reformulación del proyecto y comprometer la participación de la comunidad en su realización.

FUENTES DE INFORMACIÓN.

BIBLIOGRÁFICAS.

CAF (Corporación Andina de Fomento). (2000). *Las lecciones de el niño. Memorias del fenómeno el niño 1997-1998, retos y propuestas para la región andina.*

CEPAL- PENUMA. (2002). *La sostenibilidad del desarrollo en América Latina y el Caribe: desafíos y oportunidades 2001- informe previo a la cumbre de la tierra,*

CHACALTANA, Juan. (2006). *¿Se puede prevenir la pobreza?. Soluciones prácticas-ITDG.* Lima.

DERCOLE, Robert y HRDY, Sebastián. (2008). *Seminario: Riesgo y medio ambiente.* IRD. Francia.

DOCUMENTO PROPUESTA DEL PERÚ. (2000). 4to. *Plan de acción del programa DIPECHO en la Región Andina.*

FERRADAS, Pedro. (n.d). *“Perú: país en riesgo”. Documento de trabajo de soluciones prácticas – ITDG que recopila, complementa y organiza información de diferentes fuentes.*

FERRADAS, Pedro. (n.d.). *Las aguas del cielo y de la tierra: El impacto del fenómeno de el niño en el Perú*. Lima.

GOBIERNO REGIONAL DE PASCO – SUB REGIÓN DE OXAPAMPA. (2006). *Perfil del proyecto de “Mejoramiento y ampliación del sistema de agua y alcantarillado de Oxapampa*. Oxapampa.

GOBIERNO REGIONAL DE PASCO – SUB REGIÓN DE OXAPAMPA. (2007). *Estudio de factibilidad “Mejoramiento y ampliación del sistema de agua y alcantarillado de Oxapampa”*. Oxapampa.

GOBIERNO REGIONAL DE PASCO – SUB REGIÓN DE OXAPAMPA. (2007). *Expediente Técnico del proyecto de “Mejoramiento y ampliación del sistema de agua y alcantarillado de Oxapampa”*. Oxapampa.

HOCQUENGHEM, Anne Marie. (1992). *Eventos el niño y lluvias anormales en la costa del Perú*. Siglos XVI-XIX.

INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil). (2005). *Plan nacional de prevención y atención de desastres*. Lima.

INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil). (2002). *Compendio estadístico de emergencia 2001*. Lima.

INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil). (2005). *Manual de riesgos*. Lima.

KENNETH, Hewitt. (1983). *Interpretations of calamity*. Allen & Unwin. Boston.

LA RED/ITDG/FLACSO. (1996), *Estado, sociedad y gestión de los desastres en América Latina: En busca del paradigma perdido*. Eduardo Franco y Allan Lavell (Editores).

LA RED/CIESAS. (1996). *Historia y desastres en América Latina*. Virginia García Acosta (Coordinadora).

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS – DIRECCIÓN GENERAL DE PROGRAMACIÓN MULTIANUAL DEL SECTOR PÚBLICO (DGPM-MEF). (2007). *Guía de identificación, formulación y evaluación social de proyectos de saneamiento básico en el ámbito rural, a nivel de perfil*. Lima.

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS – DIRECCIÓN GENERAL DE PROGRAMACIÓN MULTIANUAL DEL SECTOR PÚBLICO (DGPM-MEF). (2007). *Pautas metodológicas para la incorporación del análisis del riesgo de desastres en los Proyectos de Inversión Pública*. Comunica2-SAC. Lima.

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS – DIRECCIÓN GENERAL DE PROGRAMACIÓN MULTIANUAL DEL SECTOR PÚBLICO (DGPM-MEF). (2007). *Conceptos asociados a la gestión del riesgo de desastres en la planificación e inversión para el desarrollo*. Stampa Gráfica SAC. Lima.

MINISTERIO DEL AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (2005). *Lineamientos para una política en agua y saneamiento para el área rural*. Bogotá.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE OXAPAMPA. (2005). *Plan de desarrollo del distrito de Oxapampa*. Oxapampa.

MUÑOS, Alejandro, TINMAN, Marcos y QUIUN, Daniel. (n.d). *Riesgo sísmico de edificios peruanos*. Lima.

NEFTALI MEDINA, Pedro Ferradas. (2003). *Riesgos de desastres y derechos de la niñez en Centroamérica y el Caribe*.

OPS/OMS. (1998). *Mitigación de desastres naturales en sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario*. Washington, D. C.

PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS. (2006). *Marco de políticas de adaptación al cambio climático: Desarrollo de estrategias, políticas y medidas*. Editado por Bo Lim Erika Spanger-Siegfried. Coautores: Ian Burton, Elizabeth Malone, Saleemul Huq,

QUINTERO, Víctor. (2007). *Agua potable, saneamiento básico y cultura ambiental para la zona rural colombiana- un modelo integral*. Centro de apoyo a la cooperación para el desarrollo cades.

SMIT, Anthony Oliver. (n.d). *El gran terremoto del Perú, 1970: el concepto de la vulnerabilidad, el estudio y la gestión de los desastres en América Latina*.

SOLUCIONES PRÁCTICAS – ITDG. (2005). *Estudio de amenazas y vulnerabilidad de los distritos de Yungay, Huaraz, Ranrairca*. Independencia.

SOLUCIONES PRÁCTICAS – ITDG. (2006). *Diagnósticos de riesgo de desastres distritos de Chimbote, Nepeña, Moro y Nuevo Chimbote*.

WILCHEZ CHAUX, Gustavo. (2006). *Qu-Enos pasa?: Guía de la red para la gestión local de riesgos asociados con el Fenómeno ENOS*.

ELECTRÒNICAS.

CEPIS.OPS.OMS (n.d.). Sostenibilidad de los servicios de agua y saneamiento. Consultado el 11 de enero de 2010. De <http://www.cepis.ops-oms.org/cursodesastres/diplomado/curso1/tema2.pdf>.

El Comercio. (2009). Pobladores de Provincia de Jaén sin agua potable por colapso de canales de riego. Consultado el 11 de enero de 2010. De <http://elcomercio.pe/ediciononline/HTML/2008-03-07/pobladores-provincia-jaen-sin-agua-potable-colapso-canales-riego.html>.

ANDINA. (2009). Situación de emergencia del agua potable en Jauja. Consultado el 11 de enero de 2010. De <http://www.andina.com.pe/Espanol/Noticia.aspx?id=F2illT1ivyw=>.

Anexos

Anexo 1:

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“RIESGO Y VULNERABILIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO: Caso Proyecto de Mejoramiento del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Oxapampa”.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS	POBLACIÓN Y MUESTRA.
<p>PROBLEMA PRINCIPAL: ¿Cuál es el nivel de riesgo y vulnerabilidad de las infraestructuras de agua potable y saneamiento básico, en el entorno nacional, con relación a las amenazas naturales y decisiones antrópicas; y aplicado al caso del proyecto “Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Oxapampa”?</p>	<p>OBJETIVO PRINCIPAL: Establecer los tipos de amenazas ambientales y la vulnerabilidad a que esta sometido las inversiones de infraestructura de agua potable y saneamiento básico a nivel nacional y con aplicación al proyecto “Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de Oxapampa”.</p>	<p>HIPÓTESIS PRINCIPAL: Es considerable el grado de riesgo y vulnerabilidad al que está sometido el territorio nacional, en las infraestructuras de agua potable y saneamiento básico, a causa de desastres naturales y decisiones antrópicas; como en el caso del proyecto “Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de Oxapampa”.</p>	<p>VARIABLES INDEPENDIENTES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peligro. • Vulnerabilidad interna. • Vulnerabilidad externa. • Estrategia de gestión. <p>VARIABLE INTERVINIENTE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contexto ambiental global del país. • Contexto local urbano: Ordenamiento territorial. <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grado de riesgo. 	<p>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN: Cualitativo.</p>	<p>TÉCNICAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Matrices. • Entrevista. • Focus group. • Análisis de contenido documental. 	<p>POBLACIÓN: La población está constituida por las infraestructuras de agua potable y saneamiento básico en el entorno nacional.</p>
<p>PROBLEMAS SECUNDARIOS: ¿En qué medida se ha realizado el estudio de riesgos y vulnerabilidad en el proyecto “Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Oxapampa”?</p>	<p>OBJETIVOS SECUNDARIOS: Identificar y analizar los riesgos y vulnerabilidad a que está sometido el proyecto “Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Oxapampa”.</p>	<p>HIPÓTESIS SECUNDARIOS: El proyecto “Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Oxapampa”, presenta características que lo tipifican como una inversión de alto riesgo y vulnerabilidad.</p>	<p>VI: PELIGRO. <u>Indicadores:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia. • Severidad. • Impacto. <p>VI: VULNERABILIDAD INTERNA. <u>Indicadores:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ubicación. • Estado de conservación. • Tipo de suelo. • Pendiente. • Mantenimiento. • Obras de protección 	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN: Descriptivo, explicativo no experimental y aplicativo.</p>	<p>INSTRUMENTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Matrices para registro cruzado de datos. • Entrevista a expertos. • Cartografía. • Corema, • Registros estadísticos. • Focus group • Observación en campo. • Elaboración de mapas. • Guía de análisis documental. 	<p>MUESTRA: Perfil, estudio de prefactibilidad y expediente técnico del proyecto: “Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Oxapampa”.</p> <p>Muestra intencional.</p>

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES.	METODOLOGÍA INVESTIGACIÓN	TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS	POBLACIÓN Y MUESTRA.
¿Existe una metodología, que permita identificar y analizar la vulnerabilidad a los peligros de origen natural, para el diseño de políticas y estrategias más eficaces para la reducción de riesgos en las inversiones de infraestructura de agua potable y saneamiento básico?	Hacer recomendaciones metodológicas para analizar las vulnerabilidades, y generar comprensión sobre el nivel de riesgo de las infraestructuras de agua potable y saneamiento básico.	Existen vacíos metodológicos para identificar y analizar la vulnerabilidad de la infraestructura de agua potable y saneamiento básico, frente a los peligros ambientales..	<ul style="list-style-type: none"> Nivel de organización. VI: VULNERABILIDAD EXTERNA <u>Indicadores:</u> <ul style="list-style-type: none"> Exposición. Dependencias. Capacidad de control. VI: ESTRATEGIA DE GESTIÓN. <u>Indicadores:</u> <ul style="list-style-type: none"> Preparación para la crisis. Alternativas de funcionamiento. V. INT: CONTEXTO AMBIENTAL GLOBAL DEL PAÍS. <ul style="list-style-type: none"> Descripción de peligros ambientales del país. V. INT CONTEXTO LOCAL URBANO: ORDENAMIENTO TERRITORIAL. <ul style="list-style-type: none"> Cartografía.. VD: GRADO DE RIESGO. <u>Indicadores:</u> <ul style="list-style-type: none"> Bajo. Medio. Alto. 	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Descriptivo – Correlacional de Corte Transversal. CA ↔ (R) R=f(A*Vi*Vx*E) OT ↔ (R) Donde: R: Grado de riesgo. P: Peligro. Vi: Vulnerabilidad Intena. Vx: Vulnerabilidad externa. E: Estrategia gestión. CA: Contexto ambiental global. OT: Ordenamiento territorial urbano.	TRATAMIENTO DE DATOS: <ul style="list-style-type: none"> Excel. PASOS DE LA INVESTIGACIÓN. <ul style="list-style-type: none"> Plan de investigación. Información y análisis espacial. Identificación y análisis de los peligros. Identificación y análisis de las vulnerabilidades. Análisis y evaluación de riesgos. 	

Anexo 2:

PASOS METODOLÓGICOS PARA LA REALIZACIÓN DE UN ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL SOBRE LA INFRAESTRUCTURA DE AGUA Y ALCANTARILLADO DEL DISTRITO DE OXAPAMPA, PROVINCIA DE OXAPAMPA, REGIÓN PASCO.

(Nota: El esquema presentado en este Anexo, sirvió de base para la realización de las entrevistas y consultas técnicas).

Pasos de la Investigación	Fuente de Información
1. Plan de investigación Revisión y precisión de los problemas, objetivos y su relación con la hipótesis: Matriz de Coherencia y Operacionalización.	Plan de Investigación
2. Información y análisis espacial. ○ Uso del enfoque de cuenca para el análisis del problema.	Teoría
<ul style="list-style-type: none"> - Caracterización de la micro cuenca: Se hace uso de la cartografía para visualizar la cuenca y la micro cuenca donde está ubicado el proyecto. - Configuración natural de la cuenca: Ubicación de la ciudad y la infraestructura en el marco de cuenca o micro cuenca. Establecer las zonas de la cuenca (alta, media, baja) y su rol en el funcionamiento del sistema de agua y alcantarillado. 	Cartografía Entrevista con técnicos
○ Análisis geográfico ecológico de la micro cuenca:	Cartografía y trabajo de campo
Descripción general: Geología, uso del suelo, zonas de vida Descripción específica: El agua <ul style="list-style-type: none"> - Mapeado de recursos hídricos existentes (manantiales) y saber cuáles son aptos para el consumo y cuáles no. - Número de fuentes existentes, tipo, caudal, uso 	Cartografía y trabajo de campo Observación directa y planos Observación directa y planos

Pasos de la Investigación	Fuente de Información
<ul style="list-style-type: none"> - ¿Cómo se encuentra la cobertura vegetal cerca de los manantiales? - Usos y cuidados del agua - Oferta y demanda del agua 	<p>Observación directa</p> <p>Observación directa y entrevistas</p> <p>Expediente Técnico</p>
<p>3. Identificación y análisis de las vulnerabilidades del sistema</p> <ul style="list-style-type: none"> - Antecedentes históricos sobre la infraestructura y el proyecto - Cartografía de infraestructura relacionada con el proyecto: ubicación de escuelas, iglesias, centros de salud, etc. - Descripción del sistema de saneamiento: agua y alcantarillado. - Descripción de las vulnerabilidades de los componentes del sistema de saneamiento <ul style="list-style-type: none"> - Ubicación, estado de conservación, tipo de suelo, pendiente, mantenimiento, obras de protección, nivel de organización. - Descripción de las vulnerabilidades de exposición: <ul style="list-style-type: none"> - Deslizamientos, derrumbes, inundaciones, inestabilidad climática, sismo, huayco, frontera agrícola, movimientos sociales, urbanización descontrolada - Descripción de las vulnerabilidades de dependencia: <ul style="list-style-type: none"> - Electricidad, telecomunicación, productos químicos - Descripción de las vulnerabilidades de capacidad de control: <ul style="list-style-type: none"> - Accesibilidad vial y directa, personal calificado, televigilancias. <p>Descripción de las estrategia de gestión para la preparación ante las crisis y alternativas de funcionamiento</p>	<p>Entrevista.</p> <p>Planos y cartografía.</p> <p>Expediente técnico, perfil y observación directa.</p> <p>Entrevista técnica, observación directa.</p> <p>Entrevista técnica, observación directa.</p> <p>Entrevista técnica, observación directa.</p> <p>Entrevista técnica, observación directa.</p>
<p>4. Identificación de los peligros:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación de peligros naturales: el agua como factor de desastre, por alta precipitación y su expresión en derrumbes y deslizamientos. 	<p>Entrevistas</p>

Pasos de la Investigación	Fuente de Información
<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de otros peligros naturales • Estadística sobre precipitación pluvial • Descripción de los peligros: <ul style="list-style-type: none"> - Ubicación geográfica - Área afectada - Época del año en que se presentan - Frecuencia del peligro - Magnitud del peligro - Antecedentes de desastres ocurridos - Causas de la ocurrencia del peligro • Matriz de Identificación del Peligro 	<p>Entrevistas SENAMHI Cartografía y Entrevistas técnicas</p> <p>Matriz N° 12</p>
<p>5. Análisis y evaluación del riesgo</p> <p>Pasos a seguir en el estudio de pre inversión al incorporar el análisis de riesgo.</p> <p>Se busca en los proyectos rentabilidad económica, social y sostenibilidad de la inversión pública coherente con las políticas sociales.</p>	

Fuente: Elaborado por los investigadores 2009.

Anexo 3:

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDADES Y RIESGOS UTILIZADAS PARA LA CONSULA TÉCNICA.

1. Matriz de evaluación de vulnerabilidades internas.

INDICADORES	PARTES DEL SISTEMA			
	Captación	Conducción	Almacenamiento	Distribución
A. Ubicación				
B. Estado de Conservación				
C. Tipo de suelo				
D. Pendiente				
E. Mantenimiento				
F. Obras de Protección				
G. Nivel de organización				

Criterios de Calificación:

- A) Ubicación: 1. Ubicación no vulnerable, 2. Ubicación medianamente vulnerable, 3. Ubicación vulnerable (lugares con presencia de deslizamiento, abras, cauces, etc.)
- B) Estado de conservación del sistema: 1. Bueno, 2. Regular, 3. Malo
- C) Tipo de suelo: 1. Compacto, 2. Medio, 3. Suelto
- D) Pendiente: 1. Bajo, 2. Medio, 3. Alto
- E) Mantenimiento del sistema: 1. Bueno, 2. Regular, 3. Malo
- F) Obra de protección: 1. Con obra, 2. Obras insuficientes, 3. No existen obras de protección.
- G) Nivel de organización: 1. Bien organizado, 2. Poco organizados, 3. Nada organizados.

2. Matriz de evaluación de vulnerabilidades por exposición

AMENAZAS O PELIGROS	EXPOSICIÓN AL RIESGO DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA			
	CAPTACION	CONDUCCION	ALMACENAMIENTO	DISTRIBUCIÓN
EXPOSICIÓN				
.Deslizamientos	3	3	1	1
.Derrumbes	3	3	1	1
. Inundaciones	1	1	3	3
. Inestabilidad climática	3	1	2	3
. Sismo	2	1	1	1
. Huayco	2	2	1	1
. Frontera agrícola	3	3	1	1
. Movimientos sociales	1	3	1	2
. Urbanización descontrolada	1	2	2	3

Criterios de Calificación:

- A) Deslizamientos: 1. No existe deslizamientos, 2. Presencia de deslizamiento esporádicamente, 3. Existe deslizamientos en el área del componente
- B) Derrumbes: 1. No existe derrumbes, 2. Presencia de derrumbes esporádicamente, 2. Presencia de derrumbes en el área del componente.
- C) Inundaciones: 1. No existe inundaciones, 2. Presencia de inundaciones del componente de manera muy esporádica, 3. Inundación del componente.
- D) Inestabilidad climática: 1. El componente no es afectado por los cambios climáticos (frío, calor, lluvias, sequía, etc.), 2. El componentes es afectado medianamente por los cambios climáticos, 3. El componente es afectado por los cambios climáticos.
- E) Sismo: 1. El componente no es afectado por la ocurrencia de sismos, 2. El componente es afectado medianamente por la ocurrencia de sismos, 3. El componente es afectado severamente por la ocurrencia de sismos.
- F) Huayco: 1. No hay presencia de Huaycos en el área del componente, 2. El componente es afectado medianamente por la presencia de Huaycos, 3. El componente es afectado severamente por la ocurrencia de Huaycos.
- G) Frontera agrícola: 1. Frontera agrícola conservada alrededor de la ubicación del componente, 2. Poco organizados, 3. Deforestación existente en el área del componente.
- H) Movimientos sociales: 1. Bueno, 2. Regular, 3. Malo

- I) Urbanización descontrolada: 1. Sin presencia de viviendas alrededor del componente. 2. Presencia de viviendas alrededor del componente, 3. Viviendas existentes alrededor del componente.

3. Matriz de evaluación de vulnerabilidades por dependencia

AMENAZAS O PELIGROS	EXPOSICIÓN AL RIESGO DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA			
	CAPTACION	CONDUCCION	ALMACENAMIENTO	DISTRIBUCIÓN
DEPENDENCIAS				
. Electricidad				
. Telecomunicaciones				
. Productos químicos				

Criterios de Calificación:

- A) Electricidad: 1. El funcionamiento del componente no depende de la energía eléctrica, 2. El funcionamiento del componente depende regularmente de la energía eléctrica, 3. Es necesaria la energía eléctrica para el funcionamiento del componente.
- B) Telecomunicaciones: 1. El funcionamiento del componente no depende de un medio de telecomunicación, 2. El funcionamiento del componente depende regularmente del medio de telecomunicación, 3. Es necesaria la telecomunicación para el funcionamiento del componente.
- C) Productos químicos: 1. El componente no requiere el uso de componentes químicos, 2. Es necesario el uso de componentes químicos de manera esporádica, 3. Es necesario el uso de componentes químicos de manera regular.

4. Matriz de evaluación de vulnerabilidades por capacidad de control

AMENAZAS O PELIGROS	EXPOSICIÓN AL RIESGO DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA			
	CAPTACION	CONDUCCION	ALMACENAMIENTO	DISTRIBUCIÓN
CAPACIDAD DE CONTROL				
. Accesibilidad vía terrestre	3	3	1	1
. Accesibilidad directa a los componentes	3	3	1	1
. Personal calificado	1	1	3	3
. Televigilancias	3	1	2	3

AMENAZAS O PELIGROS	EXPOSICIÓN AL RIESGO DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA			
	CAPTACION	CONDUCCION	ALMACENAMIENTO	DISTRIBUCIÓN
. Accesibilidad vía terrestre	2	1	1	1
. Accesibilidad directa a los componentes	2	2	1	1
. Personal calificado	3	3	1	1
. Televigilancias	1	3	1	2
. Accesibilidad vía terrestre	1	2	2	3

Criterios de Calificación:

- A) Accesibilidad vía terrestre: 1. Fácil acceso, 2. Mediana accesibilidad, 3. Dificil acceso.
- B) Accesibilidad directa a los componentes: 1. Fácil accesibilidad al componente, 2. Mediana accesibilidad al componente, 3. Dificil acceso al componente
- C) Personal calificado: 1. Requiere personal calificado para su funcionamiento, 2. Requerimiento de personal calificado de manera esporádica, 3. Requerimiento de personal especializado para el manejo del componente.
- D) Televigilancia: 1. El componente no requiere de vigilancia, 2. El sistema requiere de vigilancia regularmente 3. El componente requiere de vigilancia y no lo tiene.

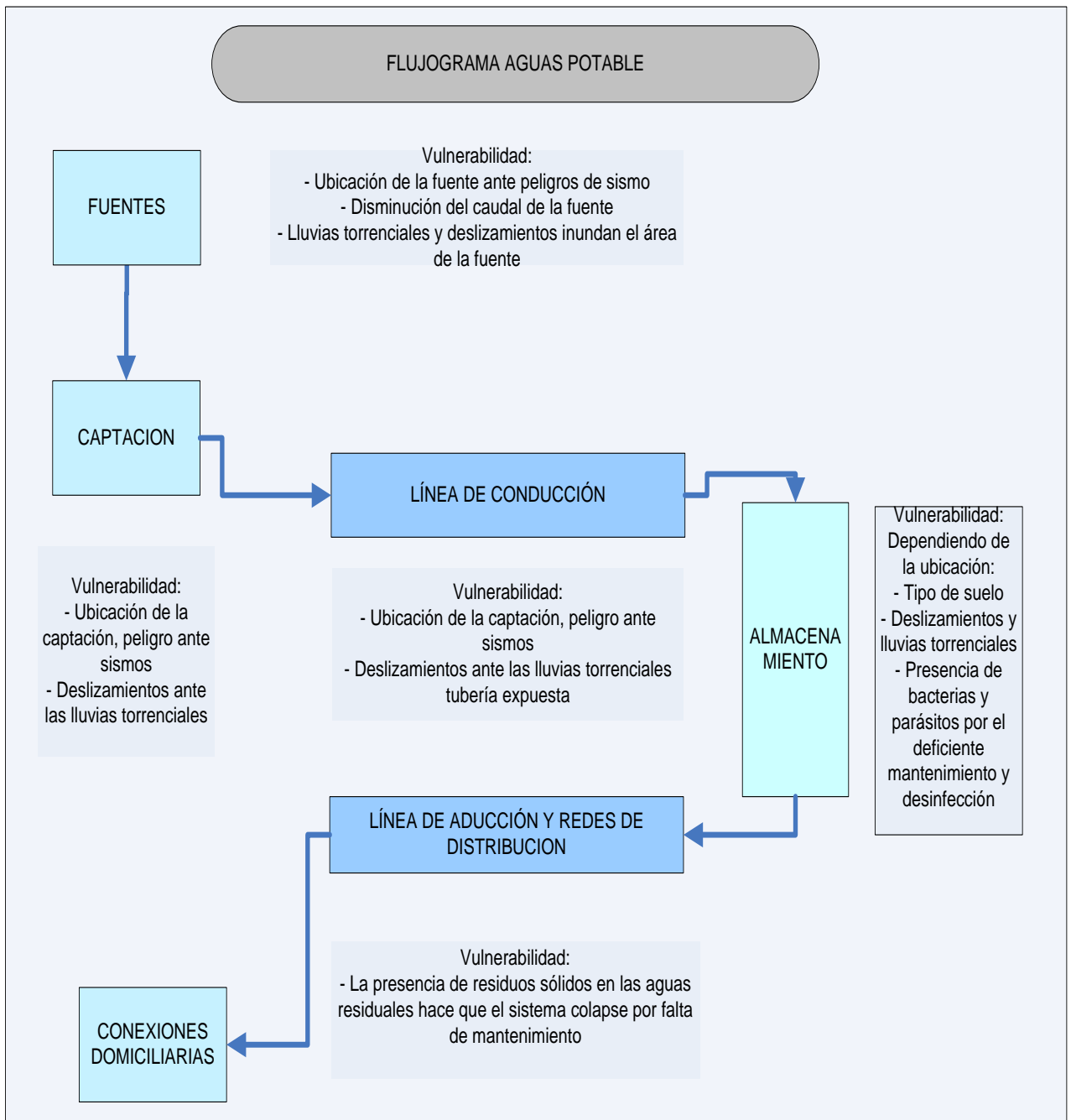
5. Matriz de estrategias de gestión

INDICADORES	CAPTACIÓN	CONDUCCIÓN	ALMACE- NAMIENTO	DISTRIBUCIÓN
PREPARACIÓN PARA CRISIS				
. Existencia de un plan				
. Preparación del personal				
. Simulacros				
. Experiencia de emergencia de crisis				
. Autonomía energética				
. Comunicación con organismos de emergencia				
. Facilidades de comunicación				
ALTERNATIVAS DE FUNCIONAMIENTO				
Vulnerabilidad por previsión				

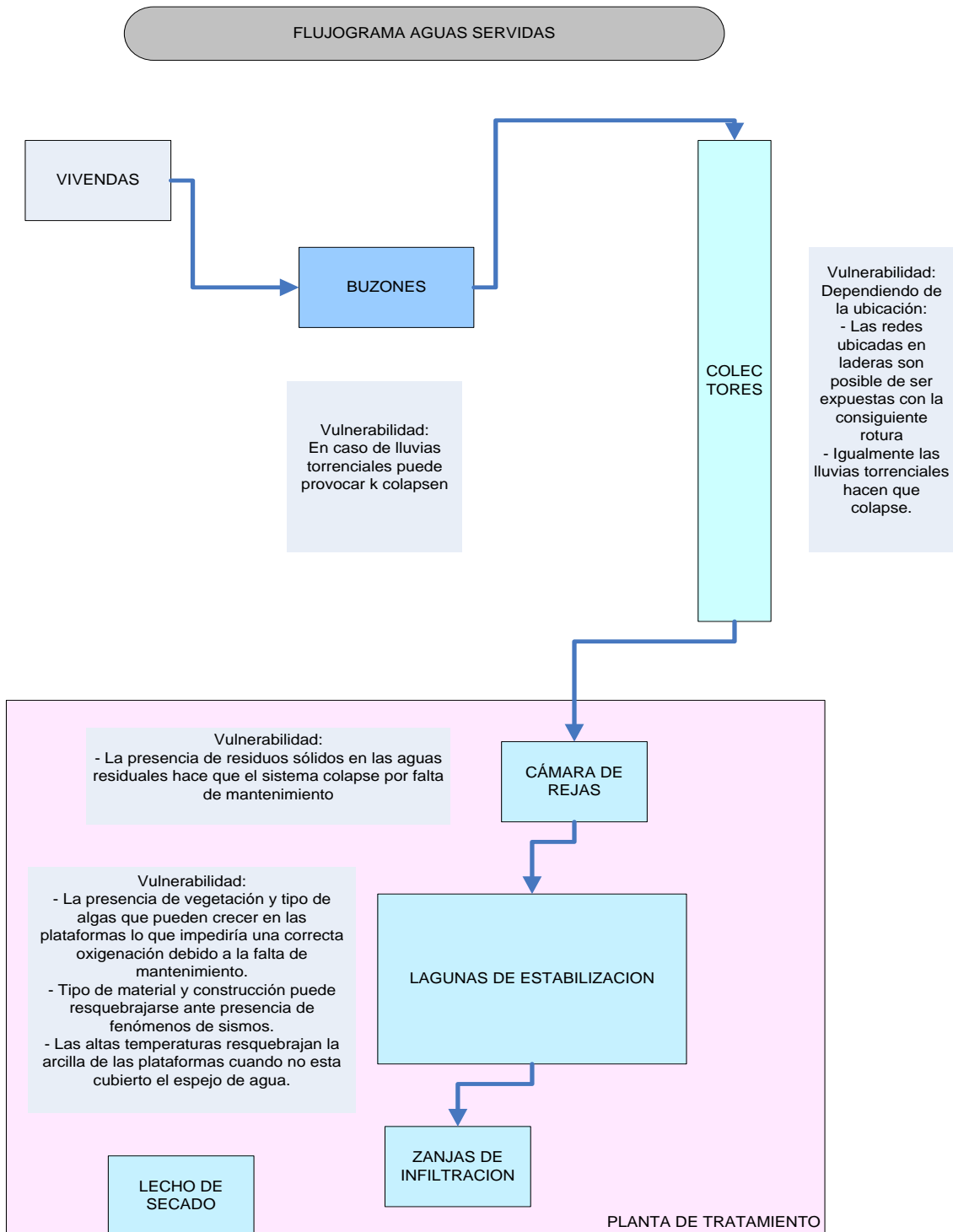
Criterios de Calificación:

- A) Existencia de un Plan: 1. No existe, 2. Existen pocos planes, 3. Existe un Plan.
- B) Preparación del personal: 1. No existe, 2. Medianamente existe, 3. Si existe.
- C) Simulacro: 1. No existe, 2. Medianamente existe, 3. Si existe.
- D) Experiencia de manejo de crisis: 1. No existe, 2. Medianamente existe, 3. Si existe.1.
- E) Autonomía energética: 1. No existe, 2. Medianamente existe, 3. Si existe.
- F) Comunicación con organismos de emergencias: 1. No existe, 2. Medianamente existe, 3. Si existe.
- G) Facilidad de comunicación: 1. No existe, 2. Medianamente existe, 3. Si existe.

Anexo 4:
SISTEMA DE AGUA POTABLE



Gráfica Sistema de Alcantarillado



Anexo 5:

FICHA TÉCNICA 1: CUENCAS.

Cuenca Hidrográfica del Río Chorobamba

El río Chorobamba nace en la confluencia de los ríos el Tingo y Gramazú, recorre en su curso superior de nor oeste a sur este y en su curso inferior recorre de suroeste a nor este. Este río recorre y une los distritos de Oxapampa y Chontabamba, posee especial importancia porque recorre las tierras más fértiles de los tres distritos que conforman la cuenca de Oxapampa. Tiene una longitud aproximada de 36 km posee un ancho promedio de cauce de 12 metros y un caudal promedio de 30 m³/seg, se une con el río Huaylamayo en la zona de Chorobamba. Su rol en el desarrollo socio económico es fundamental, por eso la necesidad de cuidar su contaminación por las deseconomías externas y el impacto en el ordenamiento del territorio.

Este sistema hidrográfico recibe además las aguas de otros afluentes menores como los ríos: Santa Clara, Grapanazú, San Jorge, Sipizú, San Daniel y otros.

Cuenca Hidrográfica del río Llamaquizu - San Alberto

El río Llamaquizú localizado en la parte central del distrito de Oxapampa tiene sus orígenes en la parte alta de las quebradas de Oyón, Santa cruz y límites del Parque Nacional Yanachaga Chemillén. Tiene una longitud aproximada de 16 km recorre de Este a Oeste y se une con el río San Luis - San Alberto en Chontabamba en la parte Sur Oeste.

Esta cuenca tiene gran importancia porque circunda la zona Nor - Oeste del valle y es la fuente natural que generan las filtraciones hídricas de la zona y da vida a manantiales que sirven para la captación de agua para alimentar el sistema de agua potable de los distritos aledaños.

En el mapa 2, se observa las principales cuencas hidrográficas y los principales ríos que conforman las microcuencas de Chontabamba, Oxapampa, Huancabamba.

ANEXO 6:

MATRIZ DE LOS EFECTOS GENERADOS SEGÚN AMBITO POR TIPO DE PELIGROS NATURALES

PELIGRO	EFECTOS DE PELIGROS SEGÚN AMBITO			
	FISICO	ECONOMICO	SOCIAL *	AMBIENTAL
SISMOS / TERREMOTOS	<p>En la Superficie de la Tierra</p> <ul style="list-style-type: none"> - Deformación de los suelos y pérdida de la capacidad de los mismos. - Deslizamientos de tierra - Desprendimiento de rocas, avalancha, flujos de lodo y deslizamiento de tierra - Fisuras, agrietamientos de la superficie de la tierra. <p>En la infraestructura</p> <ul style="list-style-type: none"> - Derrumbes y daño estructural en la infraestructura vial y edificaciones. - Carreteras afectadas por derrumbes y desprendimiento de rocas. - Fisuras y agrietamientos en superficie de carreteras. - Daños diversos en caminos, puentes, diques y alcantarillas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Interrupción de flujo de bienes y personas. - Pérdida de viviendas - Pérdida de producción industrial y comercial - Desorganización en los negocios - Daños en las unidades o plantas industriales y equipos - Desorganización e interrupción de las redes de transportes y comunicaciones - Gastos por respuesta y socorro - Pérdidas asumidas por las compañías de seguros - Pérdida de los mercados y oportunidades de comercio - Gastos en rehabilitación y reconstrucción de infraestructura vial. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de vidas humanas / lesiones - Reubicación de población afectada - Desorden social y pánico en la población. - Desamparo - Pérdida de ingresos y puestos de trabajo - Enfermedades - Pérdida de cohesión social debido a la desorganización de la comunidad - Malestar social cuando la acción del gobierno es considerada insuficiente. - Epidemias, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Modificación en el paisaje - Alteración en los ecosistemas - Cambios en la morfología del terreno.

NOTA:

(*) Para todas las amenazas, un efecto directo positivo posterior es la generación de empleo debido a la necesidad de reconstruir la infraestructura dañada.

MATRIZ DE LOS EFECTOS GENERADOS SEGÚN AMBITO POR TIPO DE PELIGROS NATURALES

PELIGRO	EFECTOS DE PELIGROS SEGÚN AMBITO			
	FISICO	ECONOMICO	SOCIAL *	AMBIENTAL
INUNDACIONES Y DESBORDE DE RIOS	<ul style="list-style-type: none"> - Fisuramiento y hundimiento de puentes - Erosión de bases / colapso de puentes - Anegamiento y erosión de vías - Erosión de carreteras - Destrucción del pavimento - Deslizamiento de arena y lodo - Destrucción / colapso de alcantarillas y similares. - Modificación cauce de ríos 	<ul style="list-style-type: none"> - Interrupción de transportes y comunicaciones - Pérdidas de viviendas - Daños en las plantas industriales y equipos - Pérdida en la producción industrial - Desorganización y pérdida en los negocios - Baja en el turismo - Gastos en rehabilitación y reconstrucción de infraestructura vial. 	<ul style="list-style-type: none"> - Migración de población afectada - Desamparo - Pérdida de ingresos u oportunidades de empleo - Enfermedades infecto contagiosas - Pérdida de cohesión local a causa de la desorganización de la comunidad. - Malestar social cuando la acción del Gobierno se considera insuficiente. - Deterioro de las condiciones de vida de la población 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración de los ecosistemas - Aparición de insectos poco comunes - Aguas estancadas provocan infecciones - Inadaptación a nuevos hábitats de la población reubicada. - Ocupación y uso del suelo sin planificar. - Procesos geomorfológicos tales como erosión, sedimentación y modificación de los cauces de los ríos.
EROSION	<ul style="list-style-type: none"> - Erosión de bases de puentes - Erosión de taludes y ocurrencia de derrumbes - Erosión de plataforma de carreteras - Erosión de vías urbanas por inundaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gastos en la rehabilitación de la infraestructura afectada (puentes, carreteras, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Oportunidades de empleo en recuperación de los servicios 	<ul style="list-style-type: none"> - Modificación en la morfología del área afectada
DERRUMBES, DESLIZAMIENTOS, ALUDES	<ul style="list-style-type: none"> - Acumulación de tierra y lodo en carreteras - Daños y destrucción de puentes y carreteras - Daños y/o destrucción de alcantarillas y otros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Interrupción de los flujos de bienes y servicios y de personal - Desabastecimiento de mercados - Desorganización y pérdida en los negocios - Baja en el turismo - Gastos en reparación de infraestructura / rehabilitación 	<ul style="list-style-type: none"> - Temporal - Pérdida de productos perecibles - Desabastecimiento, especulación y encarecimiento en los productos de primera necesidad. - Reubicación de la población directamente afectada. - Alteración del bienestar de la población afectada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cambios en la morfología del terreno.
HUAYCOS.	<ul style="list-style-type: none"> - Acumulación de lodo y tierra en carreteras - Daños en puentes y carreteras. - Destrucción de infraestructura urbana y agrícola. 	<ul style="list-style-type: none"> - Interrupción de los flujos de bienes y servicios y de personal - Desabastecimiento de mercados - Desorganización y pérdida en los negocios - Baja en el turismo - Gastos en reparación de infraestructura / rehabilitación 	<ul style="list-style-type: none"> - Oportunidades de empleo temporal - Pérdida de productos perecibles - Desabastecimiento, escasez, especulación y encarecimiento en los productos de primera necesidad. - Reubicación de la población directamente afectada. - Alteración del bienestar de la población afectada 	<ul style="list-style-type: none"> - Cambios en la morfología del terreno.
TsunamiS O MAREMOTOS	<ul style="list-style-type: none"> - Daños a la infraestructura portuaria y vial costera. - Daños a edificaciones costeras. 	<ul style="list-style-type: none"> - Baja de producción artesanal, industrial de productos marinos. - Daños a empresas pesqueras. 	<ul style="list-style-type: none"> - Población costera afectada. - Migraciones 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración de la biomasa marina.

NOTA:

(*) Para todas las amenazas, un efecto directo positivo posterior es la generación de empleo debido a la necesidad de reconstruir la infraestructura dañada.

MATRIZ DE LOS EFECTOS GENERADOS SEGÚN AMBITO POR TIPO DE PELIGROS TECNOLÓGICOS

PELIGROS	EFECTOS DE PELIGROS SEGÚN AMBITO			
	FISICO	ECONOMICO	SOCIAL *	AMBIENTAL
EMISIONES DE GASES Y PARTICULAS POR VEHICULOS MOTORIZADOS	<ul style="list-style-type: none"> - Deterioro de monumentos históricos, viviendas, por partículas de carbón y otros gases. - Deterioro de puentes metálicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Gasto en salud para la población. - Gasto en restauración de monumentos, viviendas y del equipamiento urbano. 	<ul style="list-style-type: none"> - Daño a la salud humana. 	<ul style="list-style-type: none"> - Deterioro de la calidad del aire - Deterioro de la cobertura vegetal.
INCENDIOS	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de viviendas y edificaciones, monumentos históricos. - Pérdida de áreas forestales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gastos en reconstrucción de viviendas y edificaciones y monumentos históricos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de vidas humanas. - Hogares damnificados - Reubicación de población afectada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Desmejoramiento en la calidad del aire
DERRAMES DE TOXICOS EN PROCESOS DE TRANSPORTE	<ul style="list-style-type: none"> - Deterioro en vías de transporte. - Contaminación de áreas marinas por accidentes en naves. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gasto en rehabilitación, limpieza de áreas. - Gasto en descontaminación de espacios. 	<ul style="list-style-type: none"> - Daño a la salud humana y a la salud de especies en el ámbito marino o de aguas continentales, así como sobre áreas verdes según el tipo de medio de transporte. 	<ul style="list-style-type: none"> - Deterioro en la calidad de suelos, agua marina o continental, o bosques según el caso. - Contaminación del suelo y zonas marinas o de ríos.
VERTIMIENTO DE RESIDUOS DOMESTICOS SÓLIDOS O LIQUIDOS	<ul style="list-style-type: none"> - Daño a sectores de vías u otras áreas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gasto en salud a la población. - Gasto en procesos de limpieza y desinfección y rehabilitación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Daño a la salud humana y de especies marinas o de aguas continentales según el caso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Deterioro en la calidad de suelos, agua marina o continental o bosques según el caso.

NOTA:

(*) Para todas las amenazas, un efecto directo positivo posterior es la generación de empleo debido a la necesidad de reconstruir la infraestructura dañada.