

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES**

**“PROPUESTA DE UN PLAN DE REDUCCIÓN DE
VULNERABILIDAD FÍSICO FUNCIONAL DE REDES VITALES
ANTE DOS TIPOS DE AMENAZAS: SÍSMICA Y DE
DESLIZAMIENTOS EN LA PARROQUIA HUACA,
CANTÓN SAN PEDRO DE HUACA”**

AUTORA: LILIANA JENNY VÁSQUEZ GARCÍA

DIRECTORA: ING. DELIA ELIZABETH VELARDE CRUZ

**LUGAR DE INVESTIGACIÓN:
CARCHI, SAN PEDRO DE HUACA, HUACA**

**BENEFICIARIOS:
POBLADORES DE LA PARROQUIA HUACA**

IBARRA, MARZO DE 2014

HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR



APELLIDOS	Vásquez García
NOMBRES	Liliana Jenny
C. CIUDADANÍA	100273510-6
DIRECCIÓN	Imbabura, Ibarra, Sagrario, Julio Zaldumbide 1-45 y José Mejía
TELÉFONO CONVENCIONAL	06 295 2176
TELÉFONO CELULAR	099 728 3345
CORREO ELECTRÓNICO	liliana.vasquez@gmx.es

11 de marzo de 2014

FORMATO DEL REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN
Fecha: 11 de marzo de 2014

VÁSQUEZ GARCÍA, LILIANA JENNY. "PROPUESTA DE UN PLAN DE REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICO FUNCIONAL DE REDES VITALES ANTE DOS TIPOS DE AMENAZAS: SÍSMICA Y DE DESLIZAMIENTOS EN LA PARROQUIA HUACA, CANTÓN SAN PEDRO DE HUACA"/ TRABAJO DE GRADO. Ingeniera en Recursos Naturales Renovables Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables Ibarra. EC. Marzo 2014. 135 p. anex., diagr.

DIRECTORA: Velarde Cruz, Elizabeth.

En la presente investigación se analizó el nivel de vulnerabilidad físico funcional de los elementos de las redes vitales (agua potable, alcantarillado y vialidad) de la parroquia Huaca, ello ante la eventual ocurrencia de sismos y deslizamientos. Sobre la base de estos antecedentes se propuso directrices para la aplicación de medidas estructurales y no estructurales, que reduzcan o nulifiquen las vulnerabilidades encontradas y que además conviertan a las redes vitales en elementos seguros, garantizando la provisión de servicios y que en casos adversos apoyen a la rápida recuperación de la dinámica territorial.

Ibarra, 11 de marzo de 2014



Delia Elizabeth Velarde Cruz
DIRECTORA DE TESIS



Liliana Jenny Vásquez García
AUTORA

RESUMEN

Ecuador es un país altamente expuesto a amenazas de origen natural, eventos que en muchas ocasiones desembocan en desastres, los cuales son responsables de la pérdida de vidas humanas, destrucción de viviendas e infraestructuras (daños económicos que retrasan el desarrollo de los países) y de importantes perturbaciones que alteran la vida social y comunitaria.

Ante este panorama, la presente investigación tuvo como objetivo establecer el nivel de vulnerabilidad de los elementos de las redes vitales (agua potable, alcantarillado y vialidad) de la Parroquia de Huaca, ello ante la eventual ocurrencia de sismos y deslizamientos. Para lograr el propósito señalado, se utilizó la "Propuesta metodológica para el análisis de vulnerabilidades a nivel municipal" desarrollada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el proyecto de Preparación para Desastres de la Comisión Europea de Ayuda Humanitaria y Protección Civil (DIPECHO) y la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR).

En primera instancia, las redes vitales fueron evaluadas en dos parámetros de medición: 1) parámetros físicos, como: la edad y los materiales de construcción, el estado actual, el tipo de mantenimiento y los estándares de diseño; y 2) parámetros funcionales, como: la cobertura, la capacidad de intervención y las alternativas de funcionamiento.

Posteriormente, ambos parámetros fueron ponderados, obteniéndose el nivel de vulnerabilidad física de las redes vitales. Los resultados de esta investigación establecen que la vulnerabilidad física es predominantemente baja, en contraste con la funcional que tiene un nivel medio, derivaciones que se explican a partir de la baja de cobertura de los servicios y los bajos niveles de gestión en la mantención de las redes vitales de la Parroquia Huaca.

Sobre la base de estos antecedentes se propuso posibles directrices para la aplicación de medidas estructurales y no estructurales, como son la reubicación y reconstrucción de sistemas hasta la formulación de ordenanzas institucionales, las cuales podrían implementarse para la reducción o nulificación de las vulnerabilidades encontradas convirtiendo a las redes vitales en elementos seguros que garanticen la provisión de servicios y que en casos adversos apoyen a la rápida recuperación de la dinámica territorial.

Palabras clave: Plan de reducción, vulnerabilidad, redes vitales, agua potable, alcantarillado, vialidad, amenazas naturales, parroquia Huaca.

SUMMARY

Ecuador is a country highly exposed to natural hazard, events that often lead to disasters, which severely affect population and their livelihoods, infrastructures, economy, public and private goods and consequently delay the development of countries and generate important disturbances of the social and community life.

The present investigation put the emphasis on establishing the level of vulnerability of the major elements of Huaca's public utility systems (water, sewer and roads), before the possible occurrence of earthquakes and landslides. To reach this purpose, we had used the "Methodological proposal for vulnerability analysis at the municipal level", developed by the United Nations Development Programme, DIPECHO and the National Secretariat for Risk Management.

The public utility systems such as water supply, sewer and road network were evaluated on two parameters: 1) physical factors, such as the year and the material of the construction, the current status, the type of maintenance and design standards, and 2) functional factors, such as coverage, response capacity and redundancy. After that, both parameters were weighed to give the level of physical vulnerability of public utility systems.

The results of this study established that physical vulnerability is predominantly low, in contrast to the functional vulnerability which has a middle level, explained mainly for the low coverage of services and low capacity of management of this networks. Based on this background, possible guidelines for the implementation of structural and non-structural measures were proposed, such as the relocation and rebuilding of systems, even formulation of institutional laws, which could be implemented for the reduction or nullification of the found vulnerabilities as well as giving choices focused essentially on having control over the risks.

Keywords: Reduction plan, vulnerability, public utility systems, water supply, sewerage, roads, natural hazards, Huaca

RESUMEN EJECUTIVO

PROBLEMÁTICA

Las actividades humanas y el crecimiento acelerado de la población han generado en una fuerte antropización del medio natural, aumentado la ocurrencia de eventos naturales que conjugados con los diferentes tipos de vulnerabilidades, amplían en gran medida las probabilidades de riesgo (Organización de Estados Americanos - OEA, 1991).

Huaca, es un territorio que experimenta un crecimiento poblacional acelerado. Para hacer frente al desafío de asegurar los servicios públicos suficientes y de calidad para todos los pobladores. La parroquia no dispone de un análisis del estado de sus redes de alcantarillado, agua potable y vialidad; además, carece de una delimitación de áreas vulnerables por exposición a amenazas: sísmica y de deslizamientos; siendo proclive, por su ubicación geográfica, a la manifestación recurrente de este tipo de eventos naturales que cada cierto tiempo afectan a la población e infraestructura.

JUSTIFICACIÓN

La existencia de amenazas dentro del territorio no necesariamente tiene que significar que en la ocurrencia de un evento natural, éste se convierta en desastre; ya que con una adecuada evaluación de vulnerabilidades y un plan de reducción de las mismas se puede disminuir los riesgos y a su vez los impactos negativos sobre la población e infraestructura (OEA, 1991).

El presente trabajo, se idealizó a partir de la necesidad de incluir dentro del campo de acción del GAD - San Pedro de Huaca, la temática de gestión de riesgos, cumpliendo con lo establecido por la Constitución Política del Ecuador, y su Art. 389. Enmarcado en convenios con instituciones como el PNUD, la SNGR y el GAD-SPH; este estudio analizó puntos importantes de la dinámica del cantón San Pedro de Huaca, obteniendo un diagnóstico real de la infraestructura, etapas, procesos y vulnerabilidades de las redes vitales; generando de forma simultánea, recomendaciones para la reducción de las debilidades encontradas.

La elaboración de un plan de reducción de vulnerabilidades físico funcionales de redes vitales brinda una ventajosa herramienta de planificación y ordenamiento del territorio,

asegurando y garantizando el correcto funcionamiento de los sistemas indispensables para la dinámica normal de la sociedad.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Proponer un plan de reducción de vulnerabilidad físico funcional de redes vitales ante dos tipos de amenazas: sísmica y de deslizamientos en la parroquia Huaca del cantón San Pedro de Huaca.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar información secundaria dentro del GAD parroquial y municipal, que sirva como base para el análisis del catastro de redes vitales, la determinación de amenazas y la memoria histórica sobre desastres de origen natural y antrópico.
- Adaptar la metodología planteada por la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos para evaluar la vulnerabilidad físico funcional de redes vitales de la parroquia Huaca.
- Cartografiar la susceptibilidad a las amenazas: sísmica y de deslizamientos, dentro del territorio de Huaca.

MATERIALES

- Información cartográfica básica procedente del Instituto Geográfico Militar, Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo y del Gobierno Autónomo Descentralizado de San Pedro de Huaca.
- Información temática del INEC-REDATAM.
- Información base del cantón San Pedro de Huaca.
- Guía de Implementación para Análisis de Vulnerabilidades a Nivel Municipal, elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.
- Anuarios meteorológicos.
- Normas del ex Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias y normas del Ministerio de Obras Públicas.
- Insumos de oficina.

- Insumos para toma de datos en campo, como: fluxómetro, herramientas, varas de madera, entre otros.

EQUIPOS

- Computador.
- GPS.
- Cámara fotográfica y de video.
- Software para el análisis de datos (ArcGis 10.0, MapSource, Autocad 2014, Microsoft office, entre otros).

METODOLOGÍA

La evaluación de vulnerabilidades de las redes vitales de la parroquia Huaca se realizó a través de la adaptación de la metodología planteada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, denominada: "Propuesta Metodológica. Análisis de Vulnerabilidades a Nivel Municipal".

Se recopiló información a través de salidas de campo, así como de entrevistas estructuradas y no estructuradas a cada funcionario representante de los Departamentos de Planificación, Ambiente, Obras Públicas, Agua Potable y Alcantarillado del GAD Municipal. La información captada fue utilizada para complementar la caracterización de cada uno de los sistemas de las redes vitales.

El análisis de las vulnerabilidades de las redes vitales se realizó a través de los siguientes pasos:

- Determinar la capacidad de conducción hidráulica de la red de alcantarillado, a partir de la información del caudal de diseño.
- Conocer la antigüedad y el tipo de materiales de construcción de las redes de alcantarillado y agua potable.
- Analizar los estándares de diseño y si los sistemas de alcantarillado y agua potable fueron diseñados y construidos a partir de la aplicación de las normas IEOS.
- Examinar los planes de mantenimiento de las redes de alcantarillado, agua potable y vialidad.
- Establecer cuál es la cobertura de servicios de las redes de alcantarillado y agua potable.

- Conocer la capacidad de intervención de las redes de alcantarillado, agua potable y vialidad.
- Analizar la dependencia de las redes de agua potable y vialidad.
- Analizar la redundancia o alternativas de funcionamiento de las redes de agua potable y vialidad.

También, se generó cartografía temática con el fin identificar el origen de la amenaza de deslizamientos. Esto se realizó a través de los siguientes pasos:

- Organización de la información cartográfica base como los límites cantonales y parroquiales de San Pedro de Huaca para la generación de un mapa base de este territorio.
- Se adaptó la metodología propuesta por Mora – Vahrson, citada por Abad (2006); en donde se propone al análisis de cinco factores principales: relieve, humedad del suelo, litología, uso del suelo y precipitación.
- A partir del análisis de las ponderaciones de los factores, se genera un mapa que muestra el nivel de susceptibilidad a deslizamientos que posee el territorio.

Para la elaboración de la propuesta de un plan de reducción de las vulnerabilidades físico-funcionales de las redes vitales de la parroquia Huaca, se aplicó los siguientes criterios:

- Una vez obtenidos los resultados sobre los principales factores que hacen vulnerables las redes vitales de la parroquia Huaca, se generó propuestas sobre medidas estructurales y no estructurales que permitan mitigar y/o nulificar cada una de dichas vulnerabilidades.
- Se emitió recomendaciones sobre acciones que garanticen el funcionamiento de las redes vitales incluso en situaciones de emergencia o crisis en donde sea necesaria una rápida recuperación de la población y sus medios de vida.

RESULTADOS

A partir de la síntesis cronológica de los acontecimientos sucedidos en la parroquia Huaca, se puede comprender que la sismicidad y los deslizamientos son las principales amenazas que aquejan a este territorio; haciéndose imperiosa la necesidad de desarrollar planes que ayuden a la preparación de la población y de las diferentes infraestructuras, principalmente de los elementos esenciales y de las redes vitales del cantón; ante la posible ocurrencia de eventos de origen natural.

Dentro de la parroquia Huaca se ubican una serie de fallas geológicas, que se traducen en una alta susceptibilidad; si se hace referencia a la Norma Ecuatoriana de la Construcción (2011), esta parroquia se encuentra en una zona V, con un factor Z de 0,40; características que la ubican dentro de una zona de amenaza sísmica alta. Esta caracterización indica también que todas las estructuras que conforman las redes vitales de la parroquia Huaca se encuentran expuestas a una amenaza sísmica.

El mapa de redes vitales expuestas a deslizamientos generado, indica que la zona urbana, en donde se encuentran la mayor parte de los sistemas que componen las redes vitales, presenta una baja susceptibilidad a deslizamientos, lo que da una idea general sobre el bajo grado de amenaza que representan los deslizamientos para estas redes. A pesar de ello existen tramos en la red vial y de agua potable, que tienen una exposición más alta a este tipo de amenaza.

A partir del análisis de parámetros, se pudo determinar que la vulnerabilidad física tiende a ser baja en las redes vitales, pero es necesario actuar en el sistema de tratamiento de aguas residuales y en el sistema vial rural que obtuvieron valores medios, principalmente por el tipo de mantenimiento esporádico o nulo que reciben.

La vulnerabilidad funcional es predominantemente media para las redes vitales, necesitando afinarse el tipo y la calidad de servicio que se presta, la principal debilidad encontrada es la deficiente capacidad de intervención ya que se cuenta con el personal calificado pero no suficiente, además de la carencia de algunas herramientas necesarias para una eficaz intervención ya sea en tiempo normal o de crisis.

A pesar que la sismicidad representa una amenaza latente dentro del territorio de Huaca, emite una vulnerabilidad mayoritariamente media para las redes vitales, significando daños leves y de fácil recuperación en caso de ocurrencia de eventos sísmicos. La vulnerabilidad por exposición a deslizamientos de las redes vitales tiende a ser media.

La propuesta de un plan de reducción de vulnerabilidades consta de dos programas, uno para las redes básicas de agua potable y alcantarillado y otro para la red vial. Dentro de estos constan proyectos que buscan articular las actividades que realizan las autoridades del cantón con los procesos de gestión de riesgo para la reducción de vulnerabilidades en las redes vitales, organizándolas de una manera sistemática y acorde a las necesidades de intervención en cada red. En la Tabla 1, se encuentra un resumen del plan de reducción de vulnerabilidades propuesto.

Tabla 1. Lectura general - Propuesta de un Plan de Reducción de Vulnerabilidades Físico Funcionales de las Redes Vitales

PLAN DE REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES	
PROGRAMA I: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA PARROQUIA HUACA	
PROYECTO I: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES FÍSICAS DE AGUA POTABLE	PROYECTO II: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES FUNCIONALES DE AGUA POTABLE
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plan de mantenimiento ▪ Revisión e instalación de válvulas ▪ Planificación de nuevas líneas que complementen los sistemas actuales ▪ Sostenibilidad del sistema 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plan de monitoreo de la calidad de agua ▪ Diseño de un sistema de redundancia ▪ Diseño de líneas para zonas de expansión urbana ▪ Proyectos de forestación y reforestación en las zonas altas y áreas de captación ▪ Actualización de información del catastro de la red ▪ Incorporación de un sistema tarifario equitativo y diferenciado ▪ Legalización de las fuentes de agua
PROYECTO III: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES FÍSICAS DE LA RED DE ALCANTARILLADO	PROYECTO IV: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES FUNCIONALES DE LA RED DE ALCANTARILLADO
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plan de mantenimiento ▪ Capacitaciones en centros educativos ▪ Realización de estudios de factibilidad para la construcción de una planta integral de tratamiento de aguas residuales ▪ Realización de obras civiles 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diseño y construcción de alcantarillado pluvial ▪ Monitoreo del agua vertida a los cauces ▪ Control del vertido de aceites y combustibles a la red de alcantarillado ▪ Elaboración de protocolos de acción en situaciones de emergencia
PROGRAMA II: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES DE LA RED VIAL DE LA PARROQUIA HUACA	
PROYECTO I: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES FÍSICAS DE LA RED VIAL	PROYECTO II: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES FUNCIONALES LA RED VIAL
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plan de mantenimiento ▪ Establecimiento de acuerdos entre instituciones ▪ Estabilización de taludes ▪ Construcción y mantenimiento de cunetas de coronación 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adecuación y/o construcción de nuevas vías de redundancia

Elaborado por: Liliana Vásquez

CONCLUSIONES

- Las vulnerabilidades y las amenazas a las que se encuentra expuesto un territorio no necesariamente son características intrínsecas del mismo; sino más bien, deberían considerarse como consecuencias normales vinculadas al desarrollo de la población que dentro de sus límites habita. Por tal motivo, es indispensable buscar una forma asertiva de gestión territorial, que logre dirigirse hacia un verdadero desarrollo sustentable, preparado a las comunidades para las amenazas y construyendo un futuro libre de desastres.
- El presente trabajo se constituye no solamente como un levantamiento y análisis de información en cuestiones de redes vitales y vulnerabilidades, sino también como una herramienta que facilita a los actores claves de la parroquia y el cantón, la toma de decisiones acertadas en materia de gestión de riesgo con un respaldo técnico y metodológico.
- La reducción de vulnerabilidades principalmente de las redes vitales, es una medida eficaz y de mayor aplicabilidad en la prevención y mitigación de desastres. Los estudios encaminados dentro de esta línea, apoyan al involucramiento de actores de los diferentes sectores para la toma de decisiones a fin de transformar factores de riesgo y vulnerabilidad en fortalezas de gestión política con grandes beneficios no solo para la parroquia y el cantón, sino también para sus alrededores.
- Como punto principal, se ha determinado la necesidad de planes de mantenimiento para la reducción de las vulnerabilidades físicas en cada uno de los sistemas. El planteamiento de la necesidad de monitoreos permanentes será la solución más viable para mantener una buena calidad en los servicios de las redes vitales, además permitirá detectar a tiempo posibles anomalías causantes de afectaciones a la funcionalidad del agua potable, alcantarillado o las vías.

RECOMENDACIONES

Los verdaderos procesos de reducción de vulnerabilidades vienen dados desde un punto más epistémico, vinculados con temas concretos y prioritarios para la sociedad como salud, vivienda, educación, provisión de alimentos, etc. Las acciones de gestión de riesgo deben implementarse junto con los procesos de desarrollo, siendo así que al mismo tiempo

que se planifica para el futuro se esté asegurando las condiciones para la seguridad humana integral.

La inexistencia de información cartográfica con mayor detalle y a una misma escala, convierte en imperiosa la necesidad de la realización de estudios principalmente geológicos y geomorfológicos que ayuden a la generación de nueva cartografía temática válida y que a partir de su interpretación permitan comprender a mayor detalle la dinámica de las amenazas naturales presentes dentro del territorio.

Para un entendimiento más holístico de la realidad parroquial en cuanto a sus necesidades de servicios públicos es importante analizar otro tipo de parámetros como la vulnerabilidad social, política, institucional, legal, etc. Además, es importante implantar la variable temporalidad; es decir, se debe buscar que los proyectos desarrollados para la gestión de riesgo tengan sostenibilidad.

El involucramiento de la comunidad es indispensable en los procesos de gestión de riesgo, por este motivo se sugiere fortalecer la participación ciudadana en temas de capacitación y preparación para eventos naturales, así como su inclusión en la toma de decisiones. De esta forma se podrá generar conciencia e implantar a la sociedad actual “la cultura del riesgo”.

BIBLIOGRAFÍA

- ABAD, Francisco (2006). Ensayo metodológico para la evaluación y zonificación de la amenaza por fenómenos de remoción en masa, cuenca de Loja. Quito: Tesis de ingeniería geológica, Escuela Politécnica Nacional.
- Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas. (2009). Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres. Ginebra: Organización de las Naciones Unidas.
- INEC. (2010). VII Censo de población y VI Vivienda. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).
- La Hora. (08 de junio de 2011). A un paso de desplomarse. Diario La Hora, pág. 3.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2011). Norma Ecuatoriana de la Construcción. En CAPITULO II: Peligro sísmico y requisitos de diseño sismo resistente (pág. 78). Quito: MIDUVI.
- Organización de Estados Americanos (1991). Desastres, planificación y desarrollo: Manejo de amenazas naturales para la reducir los daños . Washington, D.C.: Organización de Estados Americanos (OEA), Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).
- PDOT - San Pedro de Huaca. (2012). Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón San Pedro de Huaca. Huaca: GAD Muicpald de San Pedro de Huaca.
- Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (2012). Guía para implementar el análisis de vulnerabilidades a nivel cantonal. En S. N. Riesgos. Quito: AH/editorial.
- Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (2012). Propuesta Metodológica. Análisis de Vulnerabilidades a nivel municipal. Quito: AH/editorial.