

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

ESCUELA DE POSGRADO

**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AGRARIAS**



**ESTUDIO INTEGRAL DEL RIESGO DE DESASTRES POR
DESLIZAMIENTO EN LAS MICROCUENCAS ALTO PERÚ
Y SAN MARTÍN - CERRO LA PICOTA - AYACUCHO**

**Tesis para optar el Grado Académico de:
MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS CON MENCIÓN EN
MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS**

**Presentado por:
Bach. MUNARRIZ SAUÑE, Elia Marina**

AYACUCHO – PERÚ

2015

A Dios, por regalarme la vida.

A mi esposo Carlos y mis hijas Karla y Karol, porque son la inspiración de mis logros y motivo de mi felicidad.

A mi madre Delia y a mi familia por el cariño y el aliento en todo momento.

A mis profesores quienes son un ejemplo de constancia y perseverancia.

Elia Marina.

Agradecimiento

A la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, en especial a cada uno de los docentes que laboran en ella por sus invalorables aportes en mi formación académica.

A todas las personas y amigos que de una u otra manera contribuyeron en la realización del presente trabajo.

La autora.

ÍNDICE

ÍNDICE	iv
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Situación problemática	2
1.2 Formulación del problema	2
1.3 Justificación de la investigación	4
1.4 Objetivos de la investigación	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos	4
1.4.3 Delimitación	5
II. MARCO TEÓRICO	7
2.1 Antecedentes de la investigación	8
2.2 Teorías y enfoques	11
2.2.1 La Gestión del riesgo de desastres	11
2.2.2 Desastre	12
2.2.3 El Riesgo	13

2.2.3.1 Mapa de riesgos	14
2.2.3.2 Factores de inestabilidad de movimiento en masas en laderas	14
2.2.4 La amenaza	15
2.2.4.1 Amenazas naturales	16
2.2.4.2 Amenazas socio naturales	16
2.2.4.3 Amenazas antrópicas-contaminantes	17
2.2.4.4 Amenazas antrópicas tecnológicas	17
2.2.5 La vulnerabilidad	17
Factores presentes en la vulnerabilidad	18
2.2.5.2 Componentes de la vulnerabilidad	21
2.3 Sistemas de información geográfica (SIG)	21
2.3.1 Funcionamiento de un SIG	22
Técnicas utilizadas en los sistemas de información geográfica	23
2.3.3 Análisis espacial mediante SIG	26
2.3.4 Software SIG	28
2.3.5 Sistemas de gestión de bases de datos, espaciales o geográficas (SGBD espacial)	29
2.4 Definición de términos	31
III. MATERIALES Y MÉTODOS	34
3.1 Ubicación	35
3.2 Características socioeconómicas	36
3.2.1 Vivienda	36

3.2.2 Actividades económicas	37
3.3 Características climáticas	38
3.4 Problemática físico espacial	38
3.5 Evaluación de peligros de origen geológico	40
3.6 Evaluación de peligros de origen climático	41
3.7 Evaluación de peligros de origen geológico climáticos	43
3.8 Peligro y vulnerabilidad	44
3.9 Mapa de peligros	46
3.10 Información para la gestión del riesgo de la municipalidad	47
3.10.1 Estudios disponibles, uso actual y uso potencial	47
3.11 Sistema de variables	48
3.12 Operacionalización de variables	48
3.13 Tipo de investigación	49
3.14 Método de investigación	50
3.15 Nivel de investigación	50
3.16 Diseño de investigación	50
3.17 Población, muestra, muestreo	51
3.18 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	51
3.19 Procedimiento para el procesamiento de datos	51
3.20 Técnicas para el procesamiento y análisis de datos	55
3.21 Análisis de Información	56
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	58

4.1 Resultados	59
4.1.1 Cálculo de la correlación para variables y dimensiones	59
4.1.1.1 Para la hipótesis principal 1	59
Para la hipótesis principal 2	60
4.1.1.3 Para la hipótesis específica N° 1	62
4.1.1.4 Para la hipótesis específica N° 2	64
4.1.1.5 Para la hipótesis específica N° 3	65
4.1.1.6 Para la hipótesis específica N° 4	67
4.1.1.7 Para la hipótesis específica N° 5	68
4.1.1.8 Para la hipótesis específica N° 6	70
4.1.1.9 Para la hipótesis específica N° 7	72
4.1.1.10 Para la hipótesis específica N° 8	73
4.1.1.11 Para la hipótesis específica N° 9	75
4.1.1.12 Para la hipótesis específica N° 10	77
4.2 Discusión	78
V. CONCLUSIONES	84
VI. RECOMENDACIONES	88
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
ANEXOS	94

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	49
Tabla 2. Variables consideradas para el análisis de riesgo por movimientos en masa, en viviendas	53
Tabla 3. Obtención de Información de variables	54
Tabla 4. Diccionario de datos de LOTES.shp	54
Tabla 5. Campos creados en el archivo LOTES.shp	55
Tabla 6. Valores estandarizados según tipo de influencia	57
Tabla 7. Influencia de variables	58
Tabla 8. Matriz de peligro y vulnerabilidad	56
Tabla 9. Contraste entre la variable niveles de riesgo y peligro	59
Tabla 10. Cálculo del estadígrafo de correlación entre la variable niveles de riesgo y la dimensión peligro	60
Tabla 11. Contraste entre la variable niveles de riesgo y vulnerabilidad	61
Tabla 12. Cálculo del estadígrafo de correlación entre la variable niveles de riesgo y la dimensión vulnerabilidad	62
Tabla 13. Contraste entre la variable niveles de riesgo y la dimensión derrumbe	63
Tabla 14. Cálculo del estadígrafo de correlación entre la variable niveles de riesgo y la dimensión derrumbe	63
Tabla 15. Contraste entre la variable niveles de riesgo y la dimensión erosión	64
Tabla 16. Cálculo del estadígrafo de correlación entre la variable niveles de riesgo y la dimensión erosión	65

Tabla 17. Contraste entre la variable niveles de riesgo y la dimensión deslizamiento	66
Tabla 18. Cálculo del estadígrafo de correlación entre la variable niveles de riesgo y la dimensión deslizamiento	66
Tabla 19. Contraste entre la variable niveles de riesgo y la dimensión inundación	67
Tabla 20. Cálculo del estadígrafo de correlación entre la variable niveles de riesgo y la dimensión inundación	68
Tabla 21. Contraste entre la variable niveles de riesgo y la dimensión material constructivo	69
Tabla 22. Cálculo del estadígrafo de correlación entre la variable niveles de riesgo y la dimensión material constructivo	70
Tabla 23. Contraste entre la variable niveles de riesgo y la dimensión cimentación	71
Tabla 24. Cálculo del estadígrafo de correlación entre la variable niveles de riesgo y la dimensión cimentación	71
Tabla 25. Contraste entre la variable niveles de riesgo y la dimensión geotecnia	72
Tabla 26. Cálculo del estadígrafo de correlación entre la variable niveles de riesgo y la dimensión geotecnia	73
Tabla 27. Contraste entre la variable niveles de riesgo y la dimensión pendiente	74
Tabla 28. Cálculo del estadígrafo de correlación entre la variable niveles de riesgo y la dimensión pendiente	75
Tabla 29. Contraste entre la variable niveles de riesgo y la dimensión exposición directa	76
Tabla 30. Cálculo del estadígrafo de correlación entre la variable niveles de riesgo y la dimensión exposición directa	76

Tabla 31. Contraste entre la variable niveles de riesgo y la dimensión facilidad de evacuación	77
--	----

Tabla 32. Cálculo del estadígrafo de correlación entre la variable niveles de riesgo y la dimensión facilidades de evacuación	78
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista panorámica de la Microcuenca de Alto Perú y San Martín, con la delimitación del área de estudio	3
Figura 2. Vista de vivienda construida en ladera con material tapial	37
Figura 3. Vivienda en zona de riesgo	39
Figura 4. Vista de vivienda típica de los asentamientos en laderas, tapial, piedra y barro	39
Figura 5. Vista de la quebrada de Alto Perú que llega a la calle San Martín en el centro de la ciudad	40
Figura 6. Vista de las viviendas construidas sobre las laderas erosionadas	41
Figura 7. Vista de vivienda ubicada en ladera de cauce de cárcavas	42
Figura 8. Viviendas construidas en el cauce de las cárcavas del cerro La Picota	42
Figura 9. Vivienda precaria instalada en quebrada de cerro La Picota	45
Figura 10. Vista de población asentada en la parte superior del cerro La Picota	45
Figura 11. Componentes básicos de los datos geográficos	53
Figura 12. Variables que conforman el peligro y la vulnerabilidad	56
Figura 13. Obtención del riesgo	55
Figura 14. Superposición con la imagen satelital	57

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Procesos para la espacialización y análisis de la información	95
Anexo 2: Ficha técnica	104
Anexo 3: Ingreso de información a la base de datos	105
Anexo 4: Elaboración de capas temáticas	107
Anexo 5: Cálculo del riesgo	126
Anexo 6: Información de la base de datos	129
Anexo 7: Representación gráfica de los peligros y vulnerabilidades	137
Anexo 8: Fichas del proyecto	146
Anexo 9: Términos de referencia- estimación de riesgo	150

RESUMEN

El Perú posee una riqueza invaluable en recursos naturales gracias a que presenta una geografía por demás diversa. Estos mismos atributos también configuran espacios geográficos propensos a desastres naturales, como es el caso de la microcuenca Alto Perú y San Martín ubicados en el distrito de Ayacucho.

El estudio realizado tuvo como objetivo general, determinar los niveles de riesgo de desastre por deslizamiento en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, que permita a las autoridades y responsables del Gobierno Regional y Municipal, implementar estrategias orientadas a reducir el impacto y la vulnerabilidad por desastre de esta parte de la ciudad.

La metodología de investigación asumida para la realización de este estudio se ciñe a los lineamientos metodológicos de la investigación cuantitativa, en la medida que se utilizó el diseño descriptivo correlacional para comprobar las hipótesis investigativas formuladas.

La muestra de estudio estuvo conformada por 320 lotes ubicados en la microcuenca de Alto Perú y San Martín, registrados en una base de datos, bajo los criterios de riesgo muy alta, alta, media, baja y muy baja.

Las técnicas e instrumentos para el recojo de información consideró herramientas tecnológicas como es el caso de las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG), así como información documental registrada en instituciones responsables de velar por la seguridad de la población.

Los resultados obtenidos en el estudio demuestran que existe correlación directa y significativa entre niveles de riesgo y las dimensiones de peligro y vulnerabilidad, en la medida que el coeficiente de correlación es 0.895, con un nivel de significancia del 1% y un intervalo de confianza del 95%.

Palabras clave: Riesgo de desastre, deslizamiento, peligro, vulnerabilidad

ABSTRACT

Peru has an invaluable wealth of natural resources by presenting a diverse geography others. These same attributes also shape prone to natural disasters geographical areas, such as the micro watershed Alto Peru and San Martin located in the district of Ayacucho.

The study had overall objective is to determine levels of disaster risk sliding into the micro basins of Alto Peru and San Martín, which allows authorities and officials of Regional and Municipal Government, implement targeted strategies to reduce the impact and disaster vulnerability of this area of the city.

The research methodology assumed for this study is limited to the methodological guidelines of quantitative research, to the extent that the descriptive correlational design was used to test the investigative assumptions made.

The study sample consisted of 320 lots located in the micro watershed Alto Peru and San Martin, recorded in a database under the standards very high, high, medium, low and very low risk.

The techniques and tools for information gathering considered technological tools such as remote sensing techniques and geographic information systems (GIS) and documentary information recorded in charge of ensuring the safety of public institutions.

The results obtained in the study demonstrate significant and direct correlation between risk of sliding and disaster warning size and vulnerability, as the correlation coefficient is 0.895, with a significance level of 1% and a range of 95% confidence.

Keywords: Risk of disaster slip hazard vulnerability

INTRODUCCIÓN

El Perú debido a su ubicación geográfica, presenta una geomorfología muy accidentada, donde la combinación de las características geológicas, hidrológicas y sísmicas de las diferentes regiones y zonas del Perú hace que los desastres naturales por deslizamiento se presenten constantemente, poniendo en riesgo muchas zonas que son vulnerables ante este tipo de eventos.

El 17 de diciembre del 2009, la prensa nacional e internacional informó sobre la tragedia que ocurrió en la ciudad de Ayacucho. Las fuertes lluvias ocasionaron un desplazamiento de lodo y piedras desde las laderas del cerro La Picota en el sector de San Martín y Alto Perú e inundaron varios locales comerciales de la ciudad, también informaron que el alcantarillado de la ciudad colapsó ante la presión de las aguas, formando un alud en la parte alta de la ciudad que arrasó todo a su paso ocasionando la muerte de 10 ciudadanos.

La microcuenca Alto Perú y San Martín representan una zona de alta vulnerabilidad para desastres por deslizamiento, tal como ocurrió en el año 2009, pero a pesar de ello, hasta la fecha no se han implementado planes que reflejen las estrategias a considerar para mitigar o evitar la ocurrencia de desastres; por lo tanto creemos trascendente el trabajo de investigación realizado, porque proporciona la información científica sobre los niveles de riesgo de desastre por deslizamiento que presenta la zona alta de la ciudad de Ayacucho.

Como resultado de la presente investigación se ha logrado evidenciar los factores que tienen estrecha correlación con la ocurrencia de desastres por deslizamiento en la Microcuenca Alto Perú y San Martín, entre los cuales podemos indicar que el material constructivo, el tipo de cimentación, la pendiente del terreno, la exposición a los eventos y la facilidad de evacuación a zonas seguras, son los elementos que influyen directamente sobre el riesgo de que exista un desastre en la zona.

El informe final de tesis está estructurado en VI capítulos, conteniendo cada una de ellas aspectos sustanciales relacionados con los propósitos de la investigación, incidiendo en el capítulo que contiene el marco teórico, la metodología, los resultados y las conclusiones.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación problemática

Los movimientos de ladera (deslizamientos) son fenómenos geológicos de evolución del relieve y figuran entre los procesos más frecuentes que afectan la superficie terrestre. Contrario a las erupciones volcánicas o los terremotos, estos procesos pueden ser provocados por la intervención humana y se incrementa su ocurrencia durante la época de lluvias causando muchos daños en cuanto a pérdidas de vidas humanas, económicas y alteraciones en el ambiente.

La ciudad de Ayacucho no es ajena a esta amenaza, presentándose cada año con mayor intensidad durante el periodo de Diciembre-Marzo, originando deslizamientos, inundaciones y acumulación de sedimentos de gran magnitud en las calles más importantes de la ciudad por el transporte de sólidos, ocasionando el colapso del sistema de alcantarillado y afectando el sistema vial.

Ante esta realidad, la vulnerabilidad de la ciudad se acrecienta por la urbanización rápida y no regulada, la persistencia de la pobreza urbana generalizada, la degradación del medio ambiente causada por el mal manejo de los recursos naturales, la política pública ineficiente y los rezagos y desaciertos de las inversiones en infraestructura, focalizada en la inmediaciones del cerro la Picota.

A esto se suma el insuficiente interés de las autoridades en la mitigación de amenazas naturales, puesto que la política en materia de desastres se ha centrado principalmente en la respuesta a situaciones de emergencia (BID, 2004).

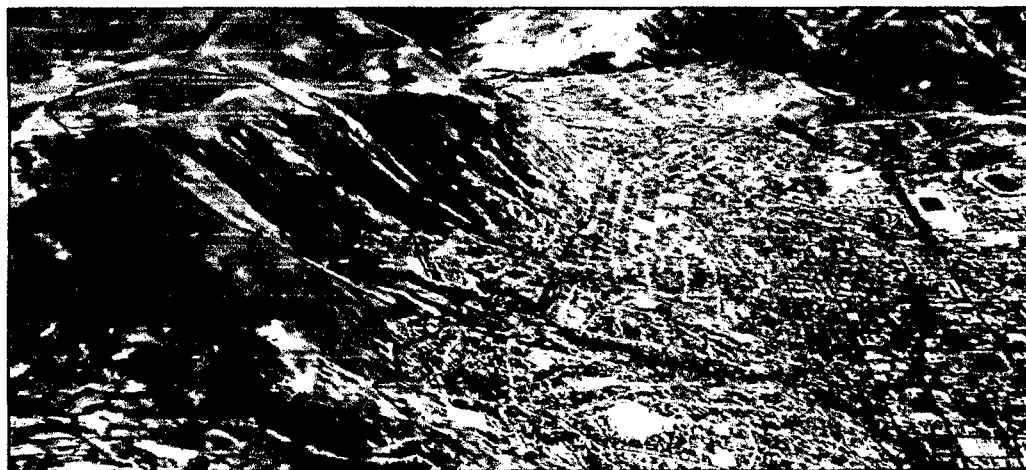
1.2 Formulación del problema

La ciudad de Ayacucho se encuentra en un proceso de expansión urbana iniciada alrededor del año 2000 como producto de la pacificación y reconciliación nacional, consolidándose en las zonas populares periféricas, donde vive buena parte de la población ayacuchana, en diferentes sectores que llegaron a conformar barrios suburbanos en los cerros adyacentes complicando las habilitaciones urbanas y afectando las condiciones de vida de la población asentada en dichas áreas.

La forma de ocupación de estos asentamientos se ha dado en forma desordenada y sin una planificación coherente, ni tomando en cuenta los requerimientos estructurales, espaciales, ambientales y funcionales más trascendentales, originando un desequilibrio acentuado en lo que se refiere a ubicación de lotes de vivienda, áreas verdes y equipamiento, en lugares no adecuados para el asentamiento poblacional.

Esta problemática es acentuada por la morfología muy accidentada y la presencia de torrenteras que atraviesan y limitan estas áreas. Estas torrenteras son depositarias de grandes flujos de aguas en tiempos de lluvia, ocasionando inundaciones, acumulación de sedimentos y sólidos transportados por la esorrentía, llegando al Centro Histórico de la Ciudad, ocasionando daños en las propiedades privadas, sedimentación en las calles con consecuente colapsando del alcantarillado. Tal como sucedió en la temporada de lluvia del año 2009, originando un desastre de consecuencias catastróficas, ya que se ha tenido como saldo lamentable la muerte de 10 personas y muchas pérdidas materiales en el área de estudio y a lo largo de la ciudad de Ayacucho.

Figura 1. Vista panorámica de la Microcuenca de Alto Perú y San Martín, con la delimitación del área de estudio



Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la figura N° 01, en el sector denominado microcuenca Alto Perú y San Martín es donde se originan las principales afectaciones que ocurre en

la ciudad de Ayacucho, específicamente en épocas de lluvias se producen deslizamientos de grandes volúmenes de lodo y agregados que favorecidos por la fuerte pendiente del cerro La Picota, llega a la ciudad de manera violenta y con mucha capacidad de destrucción.

1.3 Justificación de la investigación

El presente estudio se realiza con la finalidad de realizar un aporte en la información técnica del estudio de riesgos de la población que vive asentada en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, con la finalidad de que ayude a mejorar la respuesta de la población ante los eventos por deslizamiento en presencia de lluvias.

Asimismo, para las autoridades locales será importante contar con una herramienta más detallada de información técnica que permita la toma de decisiones y la implementación de proyectos en los puntos críticos o de mayor vulnerabilidad, así como la delimitación y control del área de asentamientos de las viviendas, considerando la delimitación de las zonas de alto riesgo en las microcuencas de Alto Perú y San Martín.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

Determinar la correlación entre los **niveles de riesgo** y las **dimensiones de peligro y vulnerabilidad**, en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Evaluar la correlación entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión derrumbe**.
2. Evaluar la correlación entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión erosión**.
3. Evaluar la correlación entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión deslizamiento**.

4. Evaluar la correlación entre los ***niveles de riesgo*** y la ***dimensión inundación***.
5. Evaluar la correlación entre los ***niveles de riesgo*** y la ***dimensión pendiente***.
6. Evaluar la correlación entre los ***niveles de riesgo*** y la ***dimensión material constructivo***.
7. Evaluar la correlación entre los ***niveles de riesgo*** y la ***dimensión cimentación***.
8. Evaluar la correlación entre los ***niveles de riesgo*** y la ***dimensión geotecnia***.
9. Evaluar la correlación entre los ***niveles de riesgo*** y la ***dimensión exposición directa***.
10. Evaluar la correlación entre los ***niveles de riesgo*** y la ***dimensión facilidad de evacuación***.

1.4.3 Delimitación

La ubicación política del área considerada es tal como sigue:

Lugar: Área urbana de Ayacucho

Distrito: Ayacucho

Provincia: Huamanga

Departamento: Ayacucho

Región: Libertadores Wari

El área de estudio está ubicada en la margen izquierda del Río Alameda, en el área periurbana de la ciudad de Ayacucho, en la parte media-alta del cerro La Picota, en el área denominada quebradas Alto Perú y San Martín, a la cual se accede a través de las prolongaciones de los jirones San Martín y Lima partiendo desde la Plaza Mayor de la Ciudad.

De acuerdo a la información del número de viviendas registradas en la Municipalidad Provincial de Huamanga, se indica que la muestra de estudio está

conformada por 320 lotes ubicados en la micro cuenca de Alto Perú y San Martín quienes cuentan con su respectivo código catastral.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Salgado (2005), desarrolló un estudio titulado: "Análisis integral del riesgo a deslizamientos e inundaciones en la microcuenca del río Gila, Copán, Honduras", este trabajo que fue presentado a consideración de la Escuela de Postgrado, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza como requisito para optar por el grado de Magister en Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas. El diseño de investigación utilizado fue descriptivo correlacional en la medida que se han establecido índices de correlación entre las variables y las dimensiones de estudio. La muestra de estudio estuvo conformada por 720 lotes con más de 4500 habitantes. Las técnicas utilizadas para el recojo de información fueron a nivel documental las entrevistas y a nivel instrumental el Sistema de Información Geográfica (SIG). Las conclusiones registradas en este estudio afirman que, los ejercicios de mapeo resultan ser una buena herramienta para discutir y reflexionar acerca de los beneficios, usos, manejos y limitaciones de los recursos naturales de una comunidad o zona determinada, El método presentado en este documento no solo le permite a un externo aproximarse a las dificultades de una comunidad, sino que le permite discutir con ella y desarrollar una estrategia para cambios a futuro. La comparación del mapeo comunitario de riesgo con los mapas elaborados con SIG, resultó ser similar. El mapeo comunitario mostró lugares muy puntuales de riesgo; sin embargo, con SIG se pueden identificar con precisión otros sitios de riesgo tomando en consideración aspectos como: pendiente, cobertura, intensidad de uso y precipitación, que no pueden ser identificados a simple vista.

Jiménez (2009), desarrolló el estudio de investigación titulado: "Elementos históricos y urbanos en la generación de desastres por inundaciones y deslizamientos en Cali, 1950 – 2000", cuyo objetivo estuvo orientado a determinar las causas que originaron los desastres ocurridos en la ciudad de Cali en Colombia debido a deslizamientos e inundaciones en el periodo 1950 a 2000. La muestra de estudio estuvo conformada por 432 lotes ubicados en 3 distritos

ubicados en la periferia de la capital de la ciudad de Cali. El diseño de investigación fue retrospectivo del tipo causal, en la medida que se recogió registros de desastres naturales ocurridos en diferentes épocas, las que permitieron elaborar un plan de gestión de riesgo. Las conclusiones arribadas en este estudio consideran las siguientes afirmaciones: la frecuente ocurrencia de desastres en los 50 años analizados tiene que ver con la permanencia de sectores sociales en condiciones de subnormalidad localizados en zonas con fuertes restricciones ambientales o tecnológicas, que se expresan en la exposición de la población a amenazas de deslizamientos e inundaciones, inadecuadas construcciones de vivienda o sistemas de desagüe, entre otras. La conformación de estas condiciones de inseguridad está asociada, en primer lugar, al continuo crecimiento demográfico con diferentes periodos de intensificación por conflictos de diverso orden a escala local, regional y nacional, aunado a un permanente déficit de vivienda para sectores de menores ingresos. Con esto se hizo propicia la activación de mecanismos de especulación y tomas de tierras para la consecución de alojamiento y, por ende, el incremento de fronteras marginales al no ser atendidas de manera óptima demandas como la vivienda y el empleo. Como causa y consecuencia la ciudad creció en forma desordenada y descontrolada mediante procesos de ocupación de tierras en las que se fueron dejando las zonas de ladera y áreas bajas e inundables para los sectores sociales con menores ingresos.

Tal como lo menciona April-Gnisset (1992), la ciudad se ha ido conformado y organizando mediante una distribución social del espacio en la que "como en cualquier ciudad colombiana se dejaron las peores tierras y las más costosas de adecuar a la gente con menos recursos para ello". En términos generales, el comportamiento espacial y temporal de los desastres por inundaciones y deslizamientos coincide con esta división del espacio urbano. Los sectores históricamente más afectados se han caracterizado porque corresponden a la población más pobre que ha tenido que ocupar zonas peligrosas (laderas con pendientes pronunciadas o terrenos bajos expuestos a desbordes de cauces o canales).

Rosales (2009), realizó un estudio titulado "Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el Municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua". El objetivo de este estudio estuvo orientado a estructurar un sistema de análisis de riesgo, comprendiendo la vulnerabilidad, la amenaza y el riesgo propiamente dicho, el enfoque de investigación utilizado para el desarrollo del fue mixto, lo que demandó el uso de técnicas cuantitativas y cualitativas en la recopilación, presentación, análisis e interpretación de la información. La muestra de estudio estuvo conformado por 362 viviendas con un aproximado de 957 habitantes; mientras que para el caso de la técnica y los instrumentos de recojo de información se utilizó el Sistema de Información Geográfica (SIG), además de las entrevistas. Las conclusiones de este estudio consideran los siguientes aspectos:

El municipio de La Conquista se encuentra en una región tectónicamente activa y de geología frágil; de acuerdo a la densidad de fracturas si se presentase un sismo contribuiría a la susceptibilidad a provocar deslizamientos.

La formación de rocas intrusivas es la más inestable por coincidir con las áreas más húmedas, con pendientes de 30% - 45% o más, y la mayor presencia de fracturas, se ubican en la zona sur del municipio donde se encuentran los cerros más importantes.

Se comprobó en el campo que existen deslizamientos activos, las comunidades inmersas dentro del área vulnerable son: La Avellana, Tecomapita, San José de los Remates, Los Gómez, Las Lajitas, El Jabillo, Paso la Solera, entre otros, de esta forma se refuerza la confiabilidad de los resultados obtenidos.

El factor intrínseco que más influye en la susceptibilidad a la ocurrencia de deslizamientos es la pendiente (condicionante), y el factor extrínseco de mayor influencia es el conflicto de uso de tierra (detonante).

Se carece de un plan estratégico para la evacuación de las personas de los sitios vulnerables en situación de emergencia.

Torres (2007), desarrolló un estudio investigativo titulado: Valoración Del Riesgo en Deslizamientos, presentado a la Universidad Ricardo Palma de Lima, Perú. El estudio mencionado se realizó bajo los lineamientos metodológicos del diseño descriptivo, porque la intención del trabajo fue evaluar y aplicar nuevos conceptos y metodologías para la valoración del riesgo por deslizamiento en taludes. Las conclusiones registradas en este estudio han sido organizadas de la siguiente manera:

De la curva de confiabilidad para condiciones estáticas y pseudo estáticas se determinó que un índice de confiabilidad $\beta > 2$, permite asegurar que existe una correlación entre el factor de seguridad calculado, el índice de confiabilidad, la pendiente del terreno y el índice de vulnerabilidad, por tanto, para conseguir un buen nivel de confiabilidad la pendiente del terreno debe ser menor a 36° para un factor de seguridad estático de 1.25, esto relacionado a un nivel de vulnerabilidad específico.

2.2 Teorías y enfoques

Debido a que el objeto del presente estudio centra su interés en analizar los factores que originan los riesgos de deslizamiento ante fuertes lluvias en la Microcuenca de Alto Perú y San Martín, es necesario describir algunos conceptos que sirvan de ejes conceptuales sobre los cuales apoyaremos el desarrollo del cuerpo de la tesis. En primer lugar debemos conocer los conceptos que se encuentran en la normativa peruana específicamente en la Ley N° 29664 (INDECI, Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres SINAGERD Ley N° 29664, 2011), los que se indican a continuación:

2.2.1 La Gestión del riesgo de desastres

De acuerdo a la Ley N° 29664 Artículo 3° indica que:

“La Gestión del Riesgo de Desastres es un proceso social cuyo fin último es la prevención, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastre en la sociedad, así como la adecuada preparación y respuesta ante situaciones de desastre, considerando las políticas nacionales con especial

énfasis en aquellas relativas a materia económica, ambiental, de seguridad, defensa nacional y territorial de manera sostenible.

La Gestión del Riesgo de Desastres está basada en la investigación científica y de registro de informaciones, y orienta las políticas, estrategias y acciones en todos los niveles de gobierno y de la sociedad con la finalidad de proteger la vida de la población y el patrimonio de las personas y del Estado” (INDECI, Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres SINAGERD Ley N° 29664, 2011).

Otros autores plantean la Gestión del Riesgo de Desastres como un proceso estratégico idóneo para que los actores sociales insertos en la dinámica de un territorio determinado, puedan concertar el contexto y la lógica de los esfuerzos, las capacidades y los recursos que se dispondrán de forma correctiva y prospectiva, para llegar a niveles aceptables de seguridad humana (Leonelli, 2000).

Otro concepto relacionado, lo define como un proceso social cuyo fin último es la previsión, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastre en la sociedad, en consonancia e integrada al logro de pautas de desarrollo humano, económico, ambiental y territorial, sostenibles (Narváez, 2009).

Como se puede entender, la gestión del riesgo abarca formas de intervención muy variadas, que van desde la formulación e implementación de políticas y estrategias, hasta la implementación de acciones e instrumentos concretos de reducción y control. Un análisis detallado de los factores que transforman un fenómeno natural en un desastre humano y económico revela que los problemas fundamentales del desarrollo, son los mismos que contribuyen a su vulnerabilidad hacia los efectos catastróficos de las amenazas naturales. (BID, 2004).

2.2.2 Desastre

Es el conjunto de daños y pérdidas, en la salud, fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica y medio ambiente, que ocurre a

consecuencia del impacto de un peligro o amenaza cuya intensidad genera graves alteraciones en el funcionamiento de las unidades sociales, sobrepasando la capacidad de respuesta local para atender eficazmente sus consecuencias, pudiendo ser de origen natural o inducido por la acción humana (INDECI, DS 074-2014-PCM Norma Complementaria de la Ley 29664, 2014)

Al hacerse referencia que un desastre se da sólo en condiciones de vulnerabilidad, se está aceptando el carácter social que tiene. Históricamente se puede determinar cómo el hombre al actuar de una u otra forma sobre su medio ambiente, pone en manifiesto el reflejo de su nivel socio cultural en el que se encuentra. Este concepto supera cualquier otro que pretende vincular el desastre únicamente a fenómenos naturales.

De esta forma se puede determinar que un desastre no será grande, mediano o pequeño per se, sino dependiendo de la situación particular de la comunidad o de las comunidades afectadas, y de éstas en el contexto de la nación.

2.2.3 El Riesgo

El riesgo es la estimación o evaluación de probables pérdidas de vidas y daños a los bienes materiales, a la propiedad y la economía, para un periodo específico y un área conocida. Se evalúa en función de la relación entre el peligro y la vulnerabilidad. El riesgo sólo puede existir al ocurrir presentarse un peligro en determinadas condiciones de vulnerabilidad, en un espacio y tiempo particular. No puede existir un peligro sin la existencia de una sociedad vulnerable y viceversa. De hecho, peligros y vulnerabilidades son mutuamente condicionados. Por lo tanto, al aumentar su resiliencia, una comunidad reducirá sus condiciones de vulnerabilidad y nivel de riesgo (INDECI, Gestion del Riesgo de Desastres para la planificacion del desarrollo local., 2009).

El riesgo también se puede ver como el numero esperado de pérdidas humanas, heridos daños a la propiedad, al ambiente, interrupción de las actividades económicas, impacto social debidos a la ocurrencia de un fenómeno natural o provocado por el hombre, es decir el producto de la amenaza por la

vulnerabilidad, por lo que el modelo conceptual del riesgo se puede expresar de la siguiente forma:

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} * \text{Vulnerabilidad}$$

En consecuencia, tanto como el desastre, solo se presentan como producto de la coexistencia en una misma comunidad, de la amenaza y de la vulnerabilidad, ninguno de esos factores, aisladamente, podría dar lugar ni al riesgo ni al desastre.

2.2.3.1 Mapa de riesgos

Un Mapa de Riesgos es un gráfico, un croquis o una maqueta, donde se identifican y se ubican las zonas de la comunidad, las casas o las principales obras de infraestructura que podrían verse afectadas si ocurriera una inundación, un terremoto, un deslizamiento de tierra o una erupción volcánica (INDECI, Gestión del Riesgo de Desastres para la planificación del desarrollo local., 2009).

2.2.3.2 Factores de inestabilidad de movimiento en masas en laderas

La inestabilidad de un Movimiento en Masas en Ladera, es el resultado de la interacción de factores condicionantes y del impacto de factores externos o desencadenantes, como se describe a continuación:

Factores condicionantes

Los factores condicionantes son factores propios del fenómeno o intrínsecos, de acción estática o pasiva, que representa debilidades inherentes en rocas y suelos en las laderas (INDECI, Manual de Estimación del Riesgo ante el Movimientos en Masa en Laderas, 2011).

Geológicos:

Litológicos.- La litografía interviene en la naturaleza y composición físico-química de las rocas, por cambios de su capacidad portante de acuerdo al tipo de características de la roca como; dureza, fragilidad, adherencia, consolidación, compactación, meteorización.

Estratigrafía.- Disposición de las rocas (orientación y ángulo de inclinación), espesor y composición de los estratos, lo que determina el grado de estabilidad o inestabilidad.

Comportamiento Geodinámica.- Compresibilidad, cohesión, deformabilidad etc.

Geomorfológicas:

Geometría de taludes, topografía irregular, pendientes pronunciadas.

La cercanía a fallas o fisuras progresivas.

Hidrogeológico, cambios de la presión hidrostática, que pueden ser a la vez factores desencadenante por efecto de lluvias

Factores desencadenantes

Factores que tienen una acción activa en la remoción en masas en laderas, que originan la inestabilidad.

Fenómenos de origen natural:

Precipitaciones pluviales, filtración de aguas pluviales, variación de temperatura, acciones erosiva de los vientos, acción de la gravedad, sismos, cambios de la presión hidrostática por acciones hidrometeorológicas.

Fenómenos Tecnológicos o Inducidos por el ser humano:

Deforestación, corte de talud, socavaciones, explotaciones mineras, usos inadecuado de riegos, asentamientos humanos en terrenos de capacidad portante baja o ubicados en laderas inestables.

2.2.4 La amenaza

La amenaza o peligro, o factor de riesgo externo de un sujeto o sistema, representado por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural o tecnológico que puede presentarse en un sitio específico y en un tiempo determinado, produciendo efectos adversos en las personas, los bienes y/o el ambiente. Matemáticamente se expresa como la probabilidad de exceder un nivel

de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad en un sitio específico y en un determinado período de tiempo (Wilches-Chaux, 1989).

Lavell (2010) en uno de sus escritos, presenta una clasificación interesante de amenazas que se muestra a continuación:

2.2.4.1 Amenazas naturales

Tienen su origen en la dinámica propia del planeta Tierra, normalmente los seres humanos no intervienen en la ocurrencia de estos fenómenos, ni tampoco estamos normalmente en la capacidad práctica de evitar que se produzcan. Éstas por lo general se pueden clasificar en dos:

Amenazas geológicas (sismos, terremotos, erupciones volcánicas, maremotos o tsunamis, deslizamientos, avalanchas, hundimientos, erosión terrestre, erosión costera).

Amenazas hidrometereológicas (huracanes, tormentas tropicales, tornados y trombas, granizadas, tormentas eléctricas, fenómeno de “El Niño”, temperaturas extremas, sequías, incendios forestales, inundaciones, desbordamientos).

2.2.4.2 Amenazas socio naturales

Estas se dan por la reacción de la naturaleza frente a la acción humana perjudicial para los ecosistemas, pero quienes sufren los efectos de esas reacciones, no son siempre los mismos que las han causado. Se expresan a través de fenómenos que parecen ser producto de la dinámica de la naturaleza, pero que en su ocurrencia o en la agudización de sus efectos interviene la acción humana. Entre éstas se tiene: la inundación, las sequías o los deslizamientos, que muchas veces son provocadas por la deforestación, el manejo inadecuado de los suelos la disecación de zonas inundables y pantanosas, o la construcción de obras de infraestructura sin las precauciones, ambientales adecuadas.

2.2.4.3 Amenazas antrópicas-contaminantes

Son aquellas claramente atribuibles a la acción humana sobre los elementos de la naturaleza (aire, agua, tierra) o sobre la población que ponen en grave peligro la integridad física o la calidad de vida de la comunidad (vertimiento de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas al ambiente, residuos orgánicos y aguas servidas, derrames de petróleo, etc.).

2.2.4.4 Amenazas antrópicas tecnológicas

Son aquellas que se derivan de operaciones inadecuadas de actividades potencialmente peligrosas para la comunidad o de la existencia de instalaciones u otras obras de infraestructura que encierran peligro (fábricas, estaciones de gasolina, depósitos de combustible o sustancias tóxicas o radioactivas, oleoductos y gasoductos).

Aquellos lugares (aunque no presenten un peligro por si mismos) que pueden constituir blancos de actividades terroristas.

2.2.5 La vulnerabilidad

Debido a la creciente importancia de los desastres, ha adquirido relevancia y actualidad el término vulnerabilidad. Desde el punto de vista general, puede definirse como la probabilidad de que una comunidad, expuesta a una amenaza natural, según el grado de fragilidad de sus elementos (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta, desarrollo político-institucional y otros), pueda sufrir daños humanos y materiales. La magnitud de esos daños, a su vez, también está relacionada con el grado de vulnerabilidad (CEPAL, 2011).

La teledetección o percepción remota es la adquisición de información a pequeña o gran escala de un objeto o fenómeno, ya sea usando instrumentos de grabación o instrumentos de escaneo en tiempo real inalámbricos o que no están en contacto directo con el objeto (como por ejemplo aviones, satélites, astronave, boyas o barcos). En la práctica, la teledetección consiste en recoger información a través de diferentes dispositivos de un objeto concreto o un área. Por ejemplo, la

observación terrestre o los satélites meteorológicos, las boyas oceánicas y atmosféricas, las imágenes por resonancia magnética (MRI en inglés), la tomografía por emisión de positrones (PET en inglés), los rayos-X y las sondas espaciales son todos ejemplos de teledetección. Actualmente, el término se refiere de manera general al uso de tecnologías de sensores para la adquisición de imágenes, incluyendo: instrumentos a bordo de satélites o aerotransportados, usos en electrofisiología, y difiere en otros campos relacionados con imágenes como por ejemplo en imagen médica.

Factores presentes en la vulnerabilidad

Según CEPAL (2011), son los siguientes:

Factores ambientales

Los factores ambientales se relacionan con la manera cómo una comunidad determinada explota los elementos de su entorno, debilitándose a sí misma y debilitando a los ecosistemas en su capacidad para absorber los fenómenos naturales.

La deforestación incrementa la vulnerabilidad de los ecosistemas y de la comunidad frente a aguaceros, que al caer sobre suelo desnudo provocan erosión, deslizamientos o derrumbes, inundaciones y avalanchas.

A nivel mundial, el más dramático ejemplo de cómo el modelo de desarrollo industrial ha incrementado la vulnerabilidad de la especie humana frente a fenómenos “normales” de nuestro planeta, es la destrucción de la capa de ozono que convierte a los rayos ultravioleta procedente del sol en peligrosa amenaza.

Factores físicos

Tienen que ver con la ubicación física de los asentamientos o con las calidades y condiciones técnico-materiales de ocupación o aprovechamiento del ambiente y sus recursos. Los “sin techo” que consiguen una casa pero son sometidos a las inundaciones o los deslizamientos. Los campesinos que cultivan en las laderas de volcanes activos, atraídos por la gran fertilidad de los suelos, son altamente

vulnerables frente a las erupciones. Deficiencias técnicas en los materiales de construcción. Los sistemas agrícolas altamente dependientes de fertilizantes químicos. Cuando se desnudan los suelos y se eliminan los árboles en zonas lluviosas se constituyen en factores físicos de vulnerabilidad.

Factores económicos

Se refiere tanto a la ausencia de recursos económicos de los miembros de una comunidad, como a la mala utilización de los recursos disponibles; es decir la pobreza. La pobreza existente en varias zonas lleva a invadir zonas de alto riesgo o la construcción de casas sin la técnica o los materiales adecuados, la proliferación de “cultivos ilícitos” incrementa la vulnerabilidad global de la comunidad, pues si bien es cierto que genera nuevos ingresos económicos para algunos de sus miembros, también afecta los ecosistemas, rompe estructuras sociales y familiares, y propician condiciones de violencia.

Factores sociales

Se refiere a un conjunto de relaciones, comportamientos, creencias, formas de organización (institucional y comunitaria) y maneras de actuar de las personas y las comunidades que las colocan en condiciones de mayor o menor exposición. Los factores sociales se pueden dividir en cuatro tipos: factores políticos, factores culturales ideológicos, factores educativos y factores institucionales.

Factores políticos

Se refiere a los niveles de autonomía que posee una comunidad para tomar o influir sobre las decisiones que la afectan, y a su capacidad de gestión y de negociación ante los actores externos. Es decir, en tanto factor de vulnerabilidad se refiere a la incapacidad de formular propuestas y alternativas que conduzcan a reducir su nivel de dependencia de las decisiones o de los recursos externos, comunidades que tengan el “síndrome del damnificado” se auto convencen de una falsa situación de víctimas impotentes, supuestamente cada vez más necesitada de la caridad externa para poder sobrevivir.

Factores culturales ideológicos

Los seres humanos no nos relacionamos directamente con la realidad, sino a través de las imágenes mentales y de los conceptos o prejuicios que poseemos sobre el mundo, las ideas que tengamos de los fenómenos de la naturaleza y de su relación de la comunidad, sobre los riesgos. Muchas veces pensamos que los desastres son un castigo de Dios y en consecuencia no se pueden evitar. También influye la pérdida de la memoria colectiva sobre la ocurrencia de fenómenos de este tipo en el pasado, y la pérdida de los mitos por medio de los cuales tradicionalmente se regulan las relaciones entre las comunidades que viven en estrecha relación con la naturaleza y el entorno que los circunda.

Factores educativos

Se relacionan con la mayor o menor correspondencia existente entre los contenidos y métodos de la educación que reciben los miembros de una comunidad, y las herramientas conceptuales y prácticas que requieren para participar activamente en la vida de su comunidad. Cuando la comunidad está sometida a distintos tipos de amenazas, una educación “de buena calidad” debe incluir el aprendizaje de comportamientos tendientes a enfrentar esas amenazas, a prevenir los desastres y a actuar de manera adecuada en caso que de todas maneras estos se produzcan.

Factores institucionales

Obstáculos formales (prevalencia de los requisitos de forma sobre las urgencias de fondo, politización y corrupción en el Estado y los servicios públicos, excesivas normas y trámites legales, proliferación de controles innecesarios, burocratización de la vida cotidiana). Debilidad e informalidad de las organizaciones comunitarias, cuando ello es un obstáculo para su real participación en las decisiones que afectan al conjunto social o impide su acceso a la instancia de decisión y al manejo de recursos.

2.2.5.2 Componentes de la vulnerabilidad

Los componentes del concepto de vulnerabilidad, son descritos en el presente trabajo de la siguiente manera (CEPAL, 2011).

Grado de exposición: tiempo y modo de sometimiento de un sistema a los efectos de una actividad o energía potencialmente peligrosa (cuánta energía potencialmente destructiva recibe y por cuánto tiempo).

Protección: defensas del sistema que reducen o eliminan la afectación que le puede causar una actividad con potencial destructivo. En el caso de un riesgo de deslizamiento, por ejemplo, la presencia de un bosque como barrera natural o de infraestructura de protección.

Reacción inmediata: capacidad del sistema para reaccionar, protegerse y evitar el daño en el momento en que se desencadena la energía con potencial destructivo o desestabilizador. Por ejemplo, existencia de sistemas de alerta temprana y de una organización para la emergencia.

Recuperación básica: restablecimiento de las condiciones esenciales de subsistencia de todos los componentes del sistema, evitando su muerte o deterioro con posterioridad al evento destructivo. También se le llama rehabilitación.

Reconstrucción: recuperación del equilibrio y las condiciones normales de vida de un sistema, por su retorno a la condición previa o, más frecuentemente, a una nueva condición más evolucionada y menos vulnerable.

2.3 Sistemas de información geográfica (SIG)

Un SIG se define como un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y de sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos. Los SIG son una nueva tecnología que permite gestionar y analizar la información espacial y que surgió como

resultado de la necesidad de disponer rápidamente de información para resolver problemas y contestar a preguntas de modo inmediato (Velásquez, 2004).

Administrar, regular, controlar y planificar las acciones que se desarrollan en un territorio determinado constituye una tarea muy compleja. En este sentido, identificar las variables que intervienen en el proceso de administración, permite conocer una parte del problema, paralelamente resulta imprescindible comprender y analizar las interrelaciones que existen entre esas variables. De este modo es posible construir no sólo el escenario de comportamiento en un momento dado, sino simular comportamientos posibles, deseados o no, para conducir la gestión en el sentido deseado; o en el peor de los casos, poder reaccionar a tiempo ante situaciones imprevistas.

La tecnología de Sistemas de Información Geográfica constituye en este sentido una de las herramientas adecuadas de manejo de información, ya que al usar el modelo de base de datos geo-relacional se asocia un conjunto de información gráfica en forma de planos o mapas a bases de datos digitales.

La evaluación del riesgo mediante los (SIG) permiten: contar con una visión de conjunto y multivariedad del riesgo, establecer relaciones espaciales y vincular distintos tipos de información, contar con información digital de consulta directa, realizar actualizaciones que respondan al dinamismo del problema (Saborío, 2003). Con este concepto se indica la complementariedad de los sistemas de georeferenciación con los estudios de análisis de riesgos que desarrollaremos en el presente estudio.

2.3.1 Funcionamiento de un SIG

De acuerdo con (Velásquez, 2004):

El SIG funciona como una base de datos con información geográfica (datos alfanuméricos) que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos e, inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía.

La razón fundamental para utilizar un SIG es la gestión de información espacial. El sistema permite separar la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, facilitando al profesional la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología geoespacial de los objetos, con el fin de generar otra nueva que no podríamos obtener de otra forma.

Las principales cuestiones que puede resolver un sistema de información geográfica, ordenadas de menor a mayor complejidad, son:

Localización: preguntar por las características de un lugar concreto.

Condición: el cumplimiento o no de unas condiciones impuestas al sistema.

Tendencia: comparación entre situaciones temporales o espaciales distintas de alguna característica.

Rutas: cálculo de rutas óptimas entre dos o más puntos.

Pautas: detección de pautas espaciales.

Modelos: generación de modelos a partir de fenómenos o actuaciones simuladas.

Por ser tan versátiles, el campo de aplicación de los sistemas de información geográfica es muy amplio, pudiendo utilizarse en la mayoría de las actividades con un componente espacial. La profunda revolución que han provocado las nuevas tecnologías ha incidido de manera decisiva en su evolución.

Técnicas utilizadas en los sistemas de información geográfica

(Velásquez, 2004) señala:

La generación de datos

Las modernas tecnologías SIG trabajan con información digital, para la cual existen varios métodos utilizados en la generación de datos digitales. El método más utilizado es la digitalización, donde a partir de un mapa impreso o con información tomada en campo se transfiere a un medio digital por el empleo de un

programa de Diseño Asistido por Ordenador (DAO o CAD) con capacidades de georeferenciación.

Dada la amplia disponibilidad de imágenes orto-rectificadas (tanto de satélite y como aéreas), la digitalización por esta vía se ha convertido en la principal fuente de extracción de datos geográficos. Esta forma de digitalización implica la búsqueda de datos geográficos directamente en las imágenes aéreas en lugar del método tradicional de la localización de formas geográficas sobre un tablero de digitalización.

La representación de los datos

Los datos SIG representan los objetos del mundo real (carreteras, el uso del suelo, altitudes). Los objetos del mundo real se pueden dividir en dos abstracciones: objetos discretos (una casa) y continuos (cantidad de lluvia caída, una elevación). Existen dos formas de almacenar los datos en un SIG: raster y vectorial.

Los SIG que se centran en el manejo de datos en formato vectorial son más populares en el mercado. No obstante, los SIG raster son muy utilizados en estudios que requieran la generación de capas continuas, necesarias en fenómenos no discretos; también en estudios medioambientales donde no se requiere una excesiva precisión espacial (contaminación atmosférica, distribución de temperaturas, localización de especies marinas, análisis geológicos, etc.).

Datos no espaciales

Los datos no espaciales también pueden ser almacenados junto con los datos espaciales, aquellos representados por las coordenadas de la geometría de un vector o por la posición de una celda raster. En los datos vectoriales, los datos adicionales contienen atributos de la entidad geográfica. Por ejemplo, un polígono de un inventario forestal también puede tener un valor que funcione como identificador e información sobre especies de árboles. En los datos raster el valor de la celda puede almacenar la información de atributo, pero también puede ser utilizado como un identificador referido a los registros de una tabla.

Proyecciones, sistemas de coordenadas y reproyección

(Velásquez, 2004) refiere:

Antes de analizar los datos en el SIG la cartografía debe estar toda ella en una misma proyección y sistemas de coordenadas. Para ello muchas veces es necesario reprojectar las capas de información antes de integrarlas en el sistema de información geográfica.

La Tierra puede estar representada cartográficamente por varios modelos matemáticos, cada uno de los cuales pueden proporcionar un conjunto diferente de coordenadas (por ejemplo, latitud, longitud, altitud) para cualquier punto dado de su superficie. El modelo más simple es asumir que la Tierra es una esfera perfecta. A medida que se han ido acumulando más mediciones del planeta los modelos del geoide se han vuelto más sofisticados y más precisos. De hecho, algunos de estos se aplican a diferentes regiones de la Tierra para proporcionar una mayor precisión (por ejemplo, el European Terrestrial Reference System 1989 - ETRS89 – funciona bien en Europa pero no en América del Norte).

La proyección es un componente fundamental a la hora de crear un mapa. Una proyección matemática es la manera de transferir información desde un modelo de la Tierra, el cual representa una superficie curva en tres dimensiones, a otro de dos dimensiones como es el papel o la pantalla de un ordenador. Para ello se utilizan diferentes proyecciones cartográficas según el tipo de mapa que se desea crear, ya que existen determinadas proyecciones que se adaptan mejor a unos usos concretos que a otros. Por ejemplo, una proyección que representa con exactitud la forma de los continentes distorsiona, por el contrario, sus tamaños relativos.

Dado que gran parte de la información en un SIG proviene de cartografía ya existente, un sistema de información geográfica utiliza la potencia de procesamiento de la computadora para transformar la información digital, obtenida de fuentes con diferentes proyecciones y/o diferentes sistemas de coordenadas, a

una proyección y sistema de coordenadas común. En el caso de las imágenes (ortofotos, imágenes de satélite, etc.) este proceso se denomina rectificación.

2.3.3 Análisis espacial mediante SIG

(Velásquez, 2004) indica:

Dada la amplia gama de técnicas de análisis espacial que se han desarrollado durante el último medio siglo, cualquier resumen o revisión sólo puede cubrir el tema a una profundidad limitada. Este es un campo que cambia rápidamente y los paquetes de software SIG incluyen cada vez más herramientas de análisis, ya sea en las versiones estándar o como extensiones opcionales de este. En muchos casos tales herramientas son proporcionadas por los proveedores del software original, mientras que en otros casos las implementaciones de estas nuevas funcionalidades se han desarrollado y son proporcionados por terceros. Además, muchos productos ofrecen kits de desarrollo de software (SDK), lenguajes de programación, lenguajes de scripting, etc. para el desarrollo de herramientas propias de análisis u otras funciones.

Modelo topológico

Un SIG puede reconocer y analizar las relaciones espaciales que existen en la información geográfica almacenada. Estas relaciones topológicas permiten realizar modelizaciones y análisis espaciales complejos. Así, por ejemplo, el SIG puede discernir la parcela o parcelas catastrales que son atravesadas por una línea de alta tensión, o bien saber qué agrupación de líneas forman una determinada carretera.

En suma podemos decir que en el ámbito de los sistemas de información geográfica se entiende como topología a las relaciones espaciales entre los diferentes elementos gráficos (topología de nodo/punto, topología de red/arco/línea, topología de polígono) y su posición en el mapa (proximidad, inclusión, conectividad y vecindad). Estas relaciones, que para el ser humano pueden ser obvias a simple vista, el software las debe establecer mediante un lenguaje y unas reglas de geometría matemática.

Para llevar a cabo análisis en los que es necesario que exista consistencia topológica de los elementos de la base de datos suele ser necesario realizar previamente una validación y corrección topológica de la información gráfica. Para ello existen herramientas en los SIG que facilitan la rectificación de errores comunes de manera automática o semiautomática.

Redes

Un SIG destinado al cálculo de rutas óptimas para servicios de emergencias es capaz de determinar el camino más corto entre dos puntos teniendo en cuenta tantas direcciones y sentidos de circulación como direcciones prohibidas, etc. evitando áreas impracticables. Un SIG para la gerencia de una red de abastecimiento de aguas sería capaz de determinar, por ejemplo, a cuantos abonados afectaría el corte del servicio en un determinado punto de la red.

Un sistema de información geográfica puede simular flujos a lo largo de una red lineal. Valores como la pendiente, el límite de velocidad, niveles de servicio, etc. pueden ser incorporados al modelo con el fin de obtener una mayor precisión. El uso de SIG para el modelado de redes suele ser comúnmente empleado en la planificación del transporte, hidrológica o la gestión de infraestructura lineales.

Superposición de mapas

La combinación de varios conjuntos de datos espaciales (puntos, líneas o polígonos) puede crear otro nuevo conjunto de datos vectoriales. Visualmente sería similar al apilamiento de varios mapas de una misma región. Estas superposiciones son similares a las superposiciones matemáticas del diagrama de Venn. Una unión de capas superpuestas combina las características geográficas y las tablas de atributos de todas ellas en una nueva capa. En el caso de realizar una intersección de capas esta definiría la zona en las que ambas se superponen, y el resultado mantiene el conjunto de atributos para cada una de las regiones. En el caso de una superposición de diferencia simétrica se define un

área resultante que incluye la superficie total de ambas capas a excepción de la zona de intersección.

En el análisis de datos raster, la superposición de conjunto de datos se lleva a cabo mediante un proceso conocido como álgebra de mapas, a través de una función que combina los valores de cada matriz raster. En el álgebra de mapas es posible ponderar en mayor o menor medida determinadas coberturas mediante un "modelo índice" que refleje el grado de influencia de diversos factores en un fenómeno geográfico.

2.3.4 Software SIG

(Velásquez, 2004) hace referencia que:

La información geográfica puede ser consultada, transferida, transformada, superpuesta, procesada y mostradas utilizando numerosas aplicaciones de software. Dentro de la industria empresas comerciales como ESRI, Intergraph, MapInfo, Bentley Systems, Autodesk o Smallworld ofrecen un completo conjunto de aplicaciones. Los gobiernos suelen optar por modificaciones ad-hoc de programas SIG, productos de código abierto o software especializado que responda a una necesidad bien definida.

El manejo de este tipo de sistemas es llevado a cabo generalmente por profesionales de diversos campos del conocimiento con experiencia en sistemas de información geográfica (cartografía, geografía, topografía, etc.), ya que el uso de estas herramientas requiere un aprendizaje previo que necesita de conocer las bases metodológicas sobre las que se fundamentan. Aunque existen herramientas gratuitas para ver información geográfica, el acceso del público en general a los geodatos está dominado por los recursos en línea, como Google Earth y otros basados en tecnología web mapping.

Originalmente hasta finales de los 90, cuando los datos del SIG se localizaban principalmente en grandes ordenadores y se utilizan para mantener registros internos, el software era un producto independiente. Sin embargo con el cada vez mayor acceso a Internet/Intranet y a la demanda de datos geográficos

distribuidos, el software SIG ha cambiado gradualmente su perspectiva hacia la distribución de datos a través de redes. Los SIG que en la actualidad se comercializan son combinaciones de varias aplicaciones interoperables y APIs.

Hoy por hoy dentro del software SIG se distingue a menudo seis grandes tipos de programas informáticos:

SIG de escritorio. Son aquellos que se utilizan para crear, editar, administrar, analizar y visualizar los datos geográficos. A veces se clasifican en tres subcategorías según su funcionalidad:

Visor SIG. Suelen ser software sencillo que permiten desplegar información geográfica a través de una ventana que funciona como visor y donde se pueden agregar varias capas de información.

Editor SIG. Es aquel software SIG orientado principalmente al tratamiento previo de la información geográfica para su posterior análisis. Antes de introducir datos a un SIG es necesario prepararlos para su uso en este tipo de sistemas. Se requiere transformar datos en bruto o heredados de otros sistemas en un formato utilizable por el software SIG. Por ejemplo, puede que una fotografía aérea necesite ser ortorrectificada mediante fotogrametría de modo tal que todos sus píxeles sean corregidos digitalmente para que la imagen represente una proyección ortogonal sin efectos de perspectiva y en una misma escala. Este tipo de transformaciones se pueden distinguir de las que puede llevar a cabo un SIG por el hecho de que, en este último caso, la labor suele ser más compleja y con un mayor consumo de tiempo. Por lo tanto es común que para estos casos se suela utilizar un tipo de software especializado en estas tareas.

SIG de análisis. Disponen de funcionalidades de análisis espacial y modelización cartográfica de procesos.

2.3.5 Sistemas de gestión de bases de datos, espaciales o geográficas (SGBD espacial)

Se emplean para almacenar la información geográfica, pero a menudo también proporcionan la funcionalidad de análisis y manipulación de los datos. Una base

de datos geográfica o espacial es una base de datos con extensiones que dan soporte de objetos geográficos permitiendo el almacenamiento, indexación, consulta y manipulación de información geográfica y datos espaciales. Si bien algunas de estas bases de datos geográficas están implementadas para permitir también el uso de funciones de geoprocesamiento, el principal beneficio de estas se centra en la capacidades que ofrecen en el almacenamiento de datos especialmente georrefenciados. Algunas de estas capacidades incluyen un fácil acceso a este tipo de información mediante el uso de estándares de acceso a bases de datos como los controladores ODBC, la capacidad de unir o vincular fácilmente tablas de datos o la posibilidad de generar una indexación y agrupación de datos espaciales, por ejemplo:

Servidores cartográficos

Se utilizan para distribuir mapas a través de Internet (véase también los estándares de normas Open Geospatial Consortium WFS y WMS).

Servidores SIG

Proporcionan básicamente la misma funcionalidad que los SIG de escritorio pero permiten acceder a estas utilidades de geoprocesamiento a través de una red informática.

Cientes Web SIG

Permiten la visualización de datos y acceder a funcionalidades de análisis y consulta de servidores SIG a través de Internet o intranet. Generalmente se distingue entre cliente ligero y pesado. Los clientes ligeros (por ejemplo, un navegador web para visualizar mapas de Google) sólo proporcionan una funcionalidad de visualización y consulta, mientras que los clientes pesados (por ejemplo, Google Earth o un SIG de escritorio) a menudo proporcionan herramientas adicionales para la edición de datos, análisis y visualización.

Bibliotecas y extensiones espaciales

Proporcionan características adicionales que no forman parte fundamental del programa ya que pueden no ser requeridas por un usuario medio de este tipo de software. Estas nuevas funcionalidades pueden ser herramientas para el análisis espacial (por ejemplo, SEXTANTE), herramientas para la lectura de formatos de datos específicos (por ejemplo, GDAL/OGR), herramientas para la correcta visualización cartográfica de los datos geográficos (por ejemplo, PROJ4), herramientas para funciones geométricas fundamentales (JTS), o para la implementación de las especificaciones del Open Geospatial Consortium (por ejemplo, GeoTools).

SIG móviles

Se usan para la recogida de datos en campo a través de dispositivos móviles (PDA, teléfonos inteligentes, tabletas, etc.). Con la adopción generalizada por parte de estos de dispositivos de localización GPS integrados, el software SIG permite utilizarlos para la captura y manejo de datos en campo. En el pasado la recogida de datos en campo destinados a sistemas de información geográfica se realizaba mediante la señalización de la información geográfica en un mapa de papel y, a continuación, se volcaba esa información a formato digital una vez de vuelta frente al ordenador. Hoy en día a través de la utilización de dispositivos móviles los datos geográficos pueden ser capturados directamente mediante levantamientos de información en trabajo de campo.

Para el presente trabajo, se usa el software ArcGis 10.0 el cual usa un formato Shapefile para el manejo y análisis SIG.

2.4 Definición de términos

Descritos en INDECI, Gestión del Riesgo de Desastres para la planificación del desarrollo local., (2009):

Amenaza

Factor de riesgo externo de un sujeto o sistema, representado por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural o tecnológico que puede presentarse en un sitio específico y en un tiempo determinado, produciendo efectos adversos en las personas, los bienes y/o el ambiente.

Desastre

Conjunto de daños y pérdidas (humanas, de fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica, medio ambiente), que ocurren como resultado de la manifestación de un fenómeno de origen natural, socio-natural o antrópico, sobre una unidad social con determinadas condiciones de vulnerabilidad.

Deslizamiento

Tipo de corrimiento o movimiento de masa de tierra, provocado por la inestabilidad de un talud. Se produce cuando una gran masa de terreno se convierte en zona inestable y desliza con respecto a una zona estable, a través de una superficie o franja de terreno pequeño espesor. Los deslizamientos se producen cuando en la franja se alcanza la tensión tangencial máxima en todos sus puntos.

Gestión de riesgo

La gestión de riesgos es un enfoque estructurado para manejar la incertidumbre relativa a una amenaza, a través de una secuencia de actividades humanas que incluyen evaluación de riesgo, estrategias de desarrollo para manejarlo y mitigación del riesgo utilizando recursos gerenciales.

Microcuenca

Cuenca pequeña, por lo general menor de 6 mil hectáreas, que se delimita considerando la cartografía Hidrológica de Aguas Superficiales del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

Riesgo

Es la probabilidad de exceder un valor específico de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un tiempo de exposición determinado. Se obtiene de relacionar la amenaza, o probabilidad de ocurrencia de un fenómeno con una intensidad específica, con la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

Vulnerabilidad

Probabilidad de que una comunidad, expuesta a una amenaza natural, según el grado de fragilidad de sus elementos (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta, desarrollo político-institucional y otros), pueda sufrir daños humanos y materiales. La magnitud de esos daños, a su vez, también está relacionada con el grado de vulnerabilidad (CEPAL, 2000).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación

El departamento de Ayacucho, abarca una superficie de 43,815.80 km²; correspondiendo el 88.7% a la región sierra y el 11.3% a ceja de selva; De acuerdo a su límite natural se extiende: por el norte hasta el río Apurímac, entre el Mantaro y el Pampas; por el Sur, hasta la vertiente meridional del nevado Sara Sara y la meseta de Parinacochas (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011).

La provincia de Huamanga tiene una extensión de 2,981.37 Km² que representa el 6.81% de la superficie a nivel departamental; y limita al norte con las provincias de Huanta y La Mar, al este con la provincia de La Mar, al sur con las provincias de Cangallo y Vilcashuamán, y al oeste con el departamento de Huancavelica. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011)

La ciudad de Ayacucho es la capital del Departamento del mismo nombre y de la Provincia de Huamanga, es la más poblada del departamento, tiene una población aproximada de 142,000 habitantes (proyectada al 2003, según el INEI). Se localiza en la región Centro Occidental del departamento, a una altura aproximada de 2.746 m.s.n.m.; y está comprendido entre las coordenadas 13°09'26" latitud Sur y 74°13'22" longitud este. La ciudad comprende los distritos de Ayacucho, Carmen Alto, San Juan Bautista, Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Jesús Nazareno (INDECI, Plan de Prevención ante Desastres: Usos del suelo y Medidas de Mitigación, 2004).

El área de estudio está ubicada en la margen izquierda del Río Alameda, en el área periurbana de la ciudad de Ayacucho, en la parte media-alta del cerro La Picota, en el área denominada quebradas Alto Perú y San Martín, a la cual se accede a través de las prolongaciones de los jirones San Martín y Lima partiendo desde la Plaza Mayor de la ciudad, se han identificado 320 lotes ubicados por la oficina de Catastro de la Municipalidad Provincial de Huamanga.

Siendo la ubicación política del área considerada tal como sigue:

Lugar : Área urbana de Ayacucho

Distrito : Ayacucho

Provincia : Huamanga

Departamento : Ayacucho

3.2 Características socioeconómicas

3.2.1 Vivienda

De acuerdo al estudio complementario de riesgo de la ciudad de Ayacucho, la expansión urbana en los últimos 12 años se ha caracterizado por la ocupación en laderas, zonas de riesgo, zonas previstas para la expansión a largo plazo sin vía de acceso; Así tenemos, que en el período comprendido entre los años 1996 al 2008 se habrían incrementado un total de 42 nuevas asociaciones y asentamientos humanos, la mayoría de los cuales tiene problemas legales por la propiedad del terreno, estimándose que albergan a más de 11,000 familias; así mismo, se aprecia que en algunos casos se tiene información del año de creación, el número de lotes y el estado de saneamiento físico legal. Cabe mencionar que algunas asociaciones de vivienda todavía no han ocupado los terrenos adquiridos, dándose un proceso de ocupación progresiva, en tanto se carece de servicios básicos por lo cual no se ha formalizado la propiedad (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011).

De acuerdo al Plan de Desarrollo Concertado de Huamanga al 2021, se tiene que el 58.80% están hechas de adobe o tapial, mientras que el 35.9% son viviendas de ladrillo o bloque de cemento (INEI, 2007). El factor material de construcción predominante en las viviendas está relacionado en primer lugar con la condición de pobreza y en segundo lugar con las condiciones inadecuadas de habitabilidad de las viviendas (Municipalidad Provincial de Huamanga, Plan de Desarrollo Concertado al 2021, 2009). Las casas de adobe y tapia también predominan en los nuevos asentamientos humanos que se localizan en la periferia de la ciudad y

parte del Centro Histórico, donde las casas y casonas son de adobe y calicanto (Municipalidad Provincial de Huamanga, Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Ayacucho al 2018, 2008).

Figura 2. Vista de vivienda construida en ladera con material tapial



Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Actividades económicas

La economía de la ciudad de Ayacucho se sustenta básicamente en el sector servicios (comercio, servicios gubernamentales, transportes y comunicaciones, otros servicios), el cual aporta 55.3% al valor agregado bruto de la producción total de la provincia. En el área rural de los distritos que conforman la ciudad, las actividades principales son la agricultura y ganadería.

La distribución de la PEA en la ciudad de Ayacucho según fuentes del Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, para el año 2007:

5.3% se dedica a actividades extractivas

18.4% se dedica a la industria manufacturera y construcción,

26.7% es representado por el sector comercio y

49.7% está dedicado a servicios (servicios personales, no personales y hogares).

En el campo, la agricultura y la ganadería están dotadas de una tecnología atrasada y por lo tanto con rendimientos que se encuentran por debajo de los promedios nacionales. Hay también la presencia de un débil sector secundario, constituido por la industria manufacturera y la construcción, cuyo aporte al PBI nacional es insignificante por su limitada capacidad de absorber la creciente población económicamente activa. Finalmente, encontramos un importante sector terciario, constituido por los servicios y el comercio, entre los que se halla el turismo.

La economía de la ciudad de Ayacucho se sustenta básicamente en el sector terciario, representado por el comercio, servicios gubernamentales, transportes y comunicaciones, otros servicios, el cual representa 55.3% del valor agregado bruto de producción de Ayacucho (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011).

3.3 Características climáticas

Según estudios realizados en la estación meteorológica de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, la ciudad de Ayacucho presenta una temperatura media anual que clasifica o caracteriza el clima como una región latitudinal «Templada» y en el piso altitudinal «Montano Bajo», con una Temperatura Promedio Anual: 15.8°C». Esta temperatura es también la biotemperatura media anual de Ayacucho (INDECI, Plan de Prevención ante Desastres: Usos del suelo y Medidas de Mitigación, 2004).

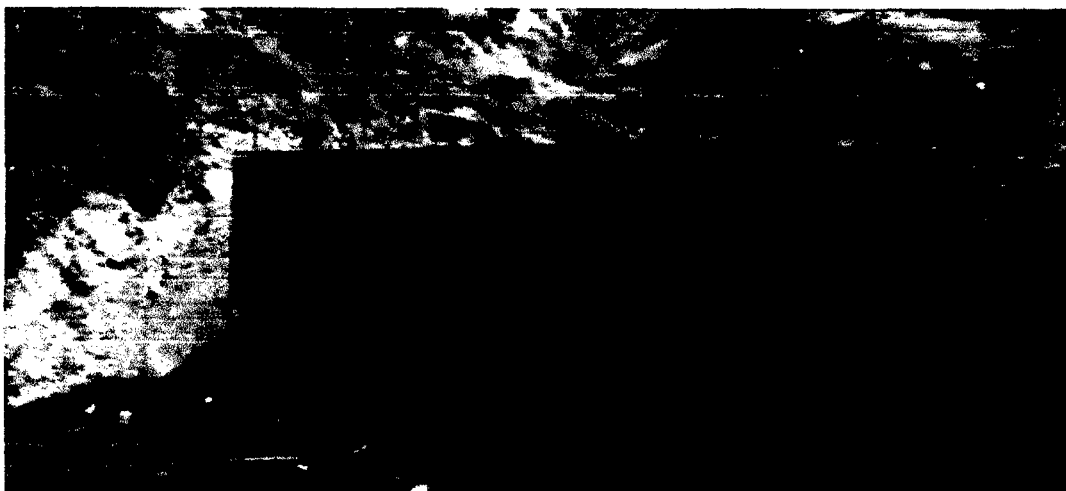
La ciudad de Ayacucho se caracteriza por la presencia de lluvias en los meses de Octubre a Marzo, siendo de mayor intensidad los meses de Diciembre a Marzo del año siguiente. El promedio anual de las precipitaciones es de 539 mm. Los valores extremos promedios anuales son de 268 mm para el mínimo y 918 mm para el máximo (INDECI, Plan de Prevención ante Desastres: Usos del suelo y Medidas de Mitigación, 2004).

3.4 Problemática físico espacial

En Ayacucho, no se realiza un efectivo control de las construcciones clandestinas, y gran parte de la población tiene un desconocimiento total de los Reglamentos

de Edificación existente. Además las propiedades carecen de saneamiento físico legal, generándose subdivisiones y manteniendo en la informalidad los cambios que se están dando en los inmuebles. Más aún que existen viviendas edificadas o en proceso de edificación en zonas consideradas en riesgo (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011).

Figura 3. Vivienda en zona de riesgo



Fuente: Fotografía del estudio complementario de riesgo de la ciudad de Ayacucho – 2011

Figura 4. Vista de vivienda típica de los asentamientos en laderas, tapial, piedra y barro



Fuente: Elaboración propia

3.5 Evaluación de peligros de origen geológico

Desde el punto de vista geológico, la ciudad de Ayacucho y su entorno está emplazada sobre depósitos de suelos volcánicos sedimentarios cuyas edades oscilan entre Terciario superior y Cuaternario reciente.

La ciudad es atravesada por el río Alameda y cuenta con tres colectores naturales que desembocan en este río cumpliendo una función muy importante en la época de lluvias, para el drenaje de las aguas pluviales, éstos son: la Quebrada Yanaccacca, la Quebrada Accopampa y la Quebrada Totorilla; al mismos que se van integrando a lo largo de su recorrido a los afluentes integrados por diversas quebradas, de entre las que destacan por su magnitud: quebrada Huascaura, quebrada Chaquihuaycco, quebrada Aqohuayqo y otras menores que tienen su origen en las laderas del cerro denominado "La Picota"; el cual resulta ser un agente de erosión importante por la presencia de cobertura coluvio-aluvial fácilmente erosionable ante la presencia de precipitaciones líquidas intensas (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011).

Figura 5. Vista de la quebrada de Alto Perú que llega a la calle San Martín en el centro de la ciudad



Fuente: Elaboración propia

El estudio Complementario de las condiciones de riesgo de desastres en la ciudad de Ayacucho, indica también que la mayor parte del distrito de Ayacucho y que incluye las áreas de expansión urbanística en la Pampa Mollepata y Aeropuerto antiguo se encuentran en una Zona de Peligro Bajo a excepción de las áreas del fundo agrícola Canaán, área de la Urbanización ENACE y alrededores; nacientes, partes baja, alta y media de las laderas del cerro "La Picota" en una franja que corre prácticamente paralela a las cumbres del cerro de Sur a Norte y en donde el peligro aumenta a Medio y Peligroso. La zona de mayor peligro son las laderas medias y altas del cerro "La Picota" desde la parte Norte ubicada al frente de la Urbanización ENACE hasta la parte Sur cerca del Barrio de Santa Ana (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011).

Figura 6. Vista de las viviendas construidas sobre las laderas erosionadas



Fuente: Elaboración propia

3.6 Evaluación de peligros de origen climático

En Ayacucho existe la tendencia de subestimar los fenómenos de origen climático que puede afectar a una determinada zona y, por lo general, este aspecto no es considerado durante el proceso de planificación del desarrollo local. El nivel de riesgo hidrológico - conceptualizado como la "probabilidad de ocurrencia de un evento hidrometeorológico que exceda un valor específico de daños sociales,

ambientales y económicos en un lugar y tiempo dados"- se ha incrementado considerablemente en las últimas décadas, fundamentalmente como consecuencia de la evolución combinada de tres conjuntos de factores: el acelerado crecimiento de la población ayacuchana, la intervención incontrolada de las cuencas altas y la probabilidad de ocurrencia de lluvias de alta intensidad (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011).

En el mismo documento elaborado por el BID, se indica que de acuerdo con los patrones identificados para el crecimiento del área urbana en los últimos años, los sectores de la Asociación Sr de La Picota, AA. HH. Los Pinos, Barrio Pisco Tambo, Alto Perú, Pueblo Libre, Wari Accopampa, AA. HH. 11 de Junio, Asociación Santa Teresa, Asociación María Magdalena, ubicadas al noroeste de la ciudad de Ayacucho, constituyen los núcleos de expansión más críticos dentro de la cuenca urbana de la ciudad de Ayacucho (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011), a pesar que las condiciones topografías, geológicas y de acceso son muy difíciles esta tendencia de ocupar las laderas del Cerro La Picota ha ido en creciente aumento cada año, incrementando la vulnerabilidad en estos sectores.

Figura 7. Vista de vivienda ubicada en ladera de cauce de cárcavas



Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Viviendas construidas en el cauce de las cárcavas del cerro la Picota



Fuente: Elaboración propia

3.7 Evaluación de peligros de origen geológico climáticos

Los fenómenos de origen geológico-climáticos de mayor incidencia en la ciudad de Ayacucho se manifiestan en la sub unidad geomorfológica denominada “laderas de pendiente pronunciada” que se ubica entre las cotas 2,900.000 m.s.n.m. a 3,700.000 m.s.n.m. de los cerros circundantes y en especial en el cerro “La Picota”. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011).

En consecuencia, se puede mencionar que los factores que inciden en la actividad de los fenómenos de origen geológico-climático son las condiciones geomecánicas de las rocas y suelos, la pendiente pronunciada de laderas y taludes de quebradas, erosión y transporte del agua y en menor grado, la acción del viento (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011).

En el mismo documento indica que la actividad humana es uno de los factores que incrementan los fenómenos de origen geológico – climático debido a las actividades relacionadas con la ejecución de cortes en carreteras y la extracción de materiales en canteras de quebradas (quebradas en cerro La Picota), produciendo inestabilidad y remoción de suelo natural.

Entonces de acuerdo al estudio complementario de riesgo, podemos mencionar que los peligros de origen geológico-climáticos de mayor incidencia en la ciudad

de Ayacucho y áreas adyacentes, se producen por deslizamientos, socavamiento y cárcavas, desprendimiento de rocas y derrumbe de suelos, procesos que se ven favorecidos por una alta pendiente del terreno, baja o pobre consistencia de los materiales y el agua de lluvia en su acción de erosión, transporte y deposición. En estas condiciones se asientan las poblaciones de la microcuenca de San Martín y Alto Perú.

La mayor incidencia de estos peligros Estos peligros de origen geológico-climáticos tienen mayor incidencia en las laderas y quebradas del cerro “La Picota” (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011), sobre todo el de socavamiento y cárcavas, por los siguientes aspectos: existencia de cauces de agua en dirección de la pendiente natural orientados al centro de la ciudad, existencia de cauces profundos con laderas empinadas, exposición de material conglomerado y de cobertura, fácilmente erosionable, transporte de sedimentos por las corrientes de agua hacia la ciudad y abundante acumulación del mismo en sus calles y arterias principales, remoción de material conglomerático en Canteras de material granular, para ser utilizado en la construcción de obras de ingeniería (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011).

En general los cauces de quebradas representan un riesgo Muy Alto y Alto para la construcción de viviendas, porque el agua siempre busca su cauce natural para discurrir, sobre todo si se presenta un periodo de intensas lluvias. En la parte alta del Jr. San Martín, ENACE y otras áreas, se han invadido y rellenado antiguos cauces para construir viviendas, representando un alto riesgo Muy Alto y Alto en época de lluvias intensas.

3.8 Peligro y vulnerabilidad

La zona urbana del distrito de Ayacucho está atravesada por el Río Alameda y cuatro quebradas hacia el lado oeste de la ciudad. La zona de las quebradas y el Río está clasificada como zona altamente peligrosa. Sin embargo, en algunos tramos está ocupada por viviendas. Como zona peligrosa se ha identificado el borde de la quebrada Puracuti y la zona en pendiente del Cerro La Picota. Zonas

que también están en proceso de ocupación (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011).

Figura 9. Vivienda precaria instalada en quebrada de cerro la Picota



Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Vista de población asentada en la parte superior del cerro La picota



Fuente: Elaboración propia

La Evaluación de Vulnerabilidad (V) permite determinar el grado de afectación y pérdida, que podría resultar de la ocurrencia de un fenómeno natural en la ciudad

de Ayacucho. Como resultado de esta evaluación se obtiene el Mapa de Vulnerabilidad de la Ciudad, en el que se determinan las zonas de Muy Alta, Alta, Media y Baja Vulnerabilidad según sea el tipo de fenómeno evaluado (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011).

La Vulnerabilidad Física, está relacionada con la calidad o tipo de material utilizado y el tipo de construcción de las viviendas, también se considera la calidad de suelo y el lugar donde se asienta el centro poblado, cerca de fallas geológicas, ladera de los cerros, riberas del río, faja marginal, laderas de una cuenca hidrográfica, situación que incrementa significativamente su nivel de vulnerabilidad. En inundaciones y deslizamientos, la vulnerabilidad física se expresa también en la localización de los centros poblados en zonas expuestas al peligro en cuestión. El problema está en que quienes construyen sus viviendas en zonas inundables o deleznales, lo han hecho por carecer de opciones y por tanto, al haber sido empujados a tal decisión por las circunstancias económicas y sociales, difícilmente se podrían apartar de estos riesgos (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011), la población estudiada se asienta en las laderas del cerro La Picota en el Sector de San Martín y Alto Perú, las cuales presentan las características mencionadas.

3.9 Mapa de peligros

Tiene por finalidad identificar los peligros naturales que podrían tener impacto sobre la ciudad y su entorno inmediato, comprendiendo dentro de este concepto a todos “aquellos elementos del medio ambiente o entorno físico, perjudiciales al hombre y causados por fuerzas ajenas a él. Se analiza el impacto generado por acción de fenómenos de Origen Geológico (Sismos, fenómenos geotécnicos – clasificación de suelos: por capacidad portante, suelos expansivos, licuación de suelos, etc.), de Origen Climático (precipitaciones pluviales, desbordes, erosión por la acción pluvial y arenamiento) y de Origen Geológico - Climático (deslizamientos, socavamiento y cárcavas, desprendimiento de rocas y derrumbe de suelos) (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011). El mapa de peligros de la ciudad de Ayacucho, se ha identificado al Cerro La Picota en el sector considerado como Zona de Peligro Muy Alto.

3.10 Información para la gestión del riesgo de la municipalidad

3.10.1 Estudios disponibles, uso actual y uso potencial

Existen algunos estudios que se han realizado en la zona en estudio como son:

Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Ayacucho 2008-2018

Elaborado por la Sub Gerencia de Planeamiento Urbano y Catastro de la Municipalidad Provincial de Ayacucho, en septiembre del 2008; teniendo como lineamiento la revisión de estudios anteriores, los planes de desarrollo, los trabajos de campo y el levantamiento de información de las diversas instituciones. Dicho plan constituye como guía principal para promover temas específicos de gestión de riesgo y la determinación de la conformación de Mesas o Comisiones de la problemática urbana.

Plan de prevención ante desastres: usos de suelo y medidas de mitigación de la ciudad de Ayacucho

Elaborado por el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI – Ciudades Sostenibles, en el año 2004. Se concentra en los factores de la seguridad física de las ciudades que han sufrido los efectos de la ocurrencia de fenómenos naturales o estén en inminente peligro de sufrirlos. Teniendo como finalidad el revertir el crecimiento caótico de las ciudades, la reducción del riesgo y sobre las áreas de expansión urbana. Así mismo, tiene el sentido de Promover una cultura de prevención de los efectos de los fenómenos naturales entre las autoridades, instituciones y población, reduciendo los factores antrópicos que incrementan la vulnerabilidad en las ciudades.

Estudio Complementario Riesgo de la Ciudad de Ayacucho 2011

Así otros estudios, tales como el Plan de Desarrollo Concertado de la ciudad de Huamanga 2009 – 2021, el Plan de Desarrollo Concertado Distrital al 2015, entre

otros forman parte de las consultas correspondientes para el desarrollo del mismo.

3.11 Sistema de variables

Variable 1: Niveles de riesgo

Variable 2: Desastres por deslizamiento

3.12 Operacionalización de variables

Según Carrasco (2007), la operacionalización de variables es un proceso metodológico que consiste en descomponer o desagregar deductivamente las variables que componen el problema de investigación, partiendo desde lo más general a lo más específico; es decir, las variables se dividen (si son complejas) en dimensiones, áreas, aspectos, indicadores, índices, subíndices e ítems, en ese sentido para los propósitos investigativos de nuestro estudio esta parte se ha desarrollado de la siguiente manera:

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Niveles de riesgo	Es la probabilidad de exceder un valor específico de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un tiempo de exposición determinado. El riesgo puede ser de origen natural, geológico, hidrológico o atmosférico o, también, de origen tecnológico o provocado por el hombre. Para que exista un riesgo, debe haber tanto una amenaza, como una población vulnerable a sus impactos (Lavell, 1996)	Se obtiene de relacionar la amenaza, o probabilidad de ocurrencia de un fenómeno con una intensidad específica, con la vulnerabilidad y amenaza de los elementos expuestos.	Vulnerabilidad	Material constructivo Cimentación Geotecnia Pendiente. Exposición directa Evacuación	Ordinal*: Muy baja Baja Media Alta Muy Alta
			Peligro	Derrumbe Erosión Deslizamiento Inundación	

Fuente: Adaptado de INDECI

* La tabla de calificación propuesta, presenta un ponderación lineal asignando valores de 0-4 donde 0 es asignado a la situación del indicador que presentó la menor vulnerabilidad y el valor de cuatro (4) se asignó a la situación más crítica del indicador, lo cual refleja la situación de mayor vulnerabilidad.

3.13 Tipo de investigación

El tipo de investigación asumido fue el no experimental, en la medida que no se manipularon las variables de estudio.

Hernández y Otros (2014), sostienen que los estudios no experimentales se caracterizan por estudiar el fenómeno tal y como ocurre en la realidad sin alterar las condiciones, es decir no existe manipulación alguna por parte del investigador.

3.14 Método de investigación

El método de investigación utilizado en el proceso investigativo fue el cuantitativo, utilizando para ello el análisis, la síntesis y los procesos inductivos, deductivos y estadísticos, en la medida que se ha recurrido a elementos y técnicas estadísticas para el cálculo de las correlaciones, así como el empleo de técnicas cualitativas para el proceso de comprensión e interpretación del fenómeno estudiado.

3.15 Nivel de investigación

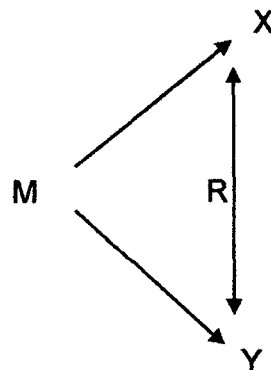
El nivel de investigación a nivel cuantitativo fue el relacional, porque los objetivos de investigación fueron formulados con la intención de determinar la relación existente entre las variables de estudio, sin tener el propósito de buscar causa y efecto, sino el de evaluar los niveles de correlación entre las variables y dimensiones de estudio.

3.16 Diseño de investigación

El diseño de investigación fue el descriptivo correlacional, en la medida que el objetivo de la investigación fue determinar la relación existente entre las variables de estudio.

Pino (2007), considera que los diseños correlacionales tienen la intención de establecer relaciones entre las variables de estudio exenta de todo tipo de causalidad, razón por la cual se utilizan estadígrafos que miden el grado de correlación.

Esquema:



Donde:

M es la muestra representativa

X viene a ser la medición a la variable niveles de riesgo.

Y viene a ser la medición a la variable desastres por deslizamiento.

3.17 Población, muestra, muestreo

La población registrada para las Microcuencas consideradas en el presente estudio, según el catastro realizado el año 2008 por la Municipalidad Provincial de Huamanga, en el Sector correspondiente a la Zona 1, existen aproximadamente 320 lotes (Unidades Catastrales), lo que reporta una población aproximada de 1280 habitantes.

3.18 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la obtención de información fuente de primera mano, se diseñó instrumentos técnicos tipo encuesta para el universo de lotes participantes, con aspectos referentes a las diversas vulnerabilidades en aspectos estructurales de las viviendas, en el que se analizarán desde el punto de vista estructural mediante la participación de especialistas en determinar la vulnerabilidad en cada predio. Además, se preparará el listado de cobertura necesaria partir de información secundaria y la elaboración de información tales como mapa de cobertura vegetal y erosión partir de imágenes satelitales SPOT.

3.19 Procedimiento para el procesamiento de datos

Siguiendo la metodología planteada del procedimiento se realizan los siguientes pasos:

Fase Preliminar

Recolección de información histórica, temática y estadística

Identificación y revisión de fuentes secundarias de información

Elaboración de base de datos e ingreso de información relevante

Delimitación del área del sistema a implementar

Análisis de las amenazas

Selección de variables y análisis de muestras

Fase Campo

Identificación de las variables

Recolección de información de campo

Selección de variables y análisis de muestras

Fase Gabinete

Tamiz de información para procesar

Ingreso de información al sistema

Procesamiento y análisis de muestras obtenidas

Interpretación y elaboración de frecuencia de muestreo

Fase Final

Análisis de información preliminar.

Interpretar y formular informe de investigación

En la Fase preliminar se ha realizado un estudio de los peligros y vulnerabilidades que conformarán el análisis de riesgo en el área de estudio, de acuerdo a esto se ha considerado un grupo de variables que se toman en cuenta al diseñar la estructura de datos a recolectar.

Tabla 2. Variables consideradas para el análisis de riesgo por movimientos en masa, en viviendas

VARIABLES	RIESGO		
	PELIGRO	VULNERABILIDAD	
		FISICA	EXPOSICION
	Derrumbe	Material Constructivo	Exposición Directa
	Erosión	Cimentación	Facilidad de evacuación
	Deslizamiento	Geotecnia	
	Inundación	Pendiente	

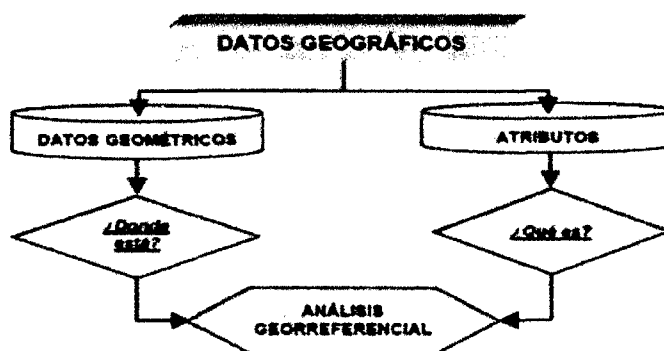
Fuente: Elaboración propia

Inicialmente se ha desarrollado archivos Shapefile de los lotes correspondientes a la zona de estudio (Anexo I) que denominaremos LOTES.shp.

Para la recolección de datos se ha diseñado una ficha técnica donde se podrá obtener los datos relacionados a algunas variables correspondientes a la Vulnerabilidad, para el análisis de riesgo (Anexo II). Los datos recopilados describen las diferentes observaciones realizadas en el estudio, se almacenan como parte de un sistema, con el objetivo de ser analizados y procesados llegar a responder preguntas y resolver problemas.

Existen dos tipos de datos: los datos geométricos y los datos alfanuméricos, los cuales fueron anexados, permitiendo generar información para cada ente geométrico.

Figura 11. Componentes básicos de los datos geográficos



Fuente: Curso fundamentos de sistemas de información geográfica – unidad 2 datos geográficos y métodos de almacenamiento

Además de los datos recolectados en la ficha técnica se ha obtenido archivos CAD en formato DWG, para el resto de las variables, ya que dicha información se obtiene por la geografía de la zona.

Tabla 3. Obtención de Información de variables

Por Ficha Técnica	Por Archivos CAD
Material Constructivo	Derrumbe
Cimentación	Erosión
Geotécnica	Deslizamiento
Exposición Directa	Inundación
Facilidad de Evacuación	Pendiente

Fuente: Elaboración propia

Elaboración de la base de datos

Con los datos analizados, se elabora la Base de Datos para el posterior ingreso de información. Esos datos se crearán en el archivo LOTES.shp.

Tabla 4. Diccionario de datos de LOTES.shp

DICCIONARIO DE DATOS			
SHAPEFILE:	LOTES.shp		
TIPO:	Polygon		
DESCRIPCIÓN:	Lotes y manzanas municipales del area de estudio		
CAMPO	DESCRIPCIÓN	TIPO	CARACTERES
MZNA	Manzana municipal	TEXT	5
LOTE	Lote municipal	TEXT	5
CODIGO	Manzana municipal mas Lote municipal	TEXT	12
P_DERRUM	Peligro de Derrumbe	SHORT INTEGER	1
P_EROSI	Peligro de Erosión	SHORT INTEGER	1
P_DESLIZ	Peligro de Deslizamiento	SHORT INTEGER	1
P_INUND	Peligro de Inundación	SHORT INTEGER	1
V_MATER	Vulnerabilidad por Material Constructivo	SHORT INTEGER	1
V_CIMEN	Vulnerabilidad por Cimentación	SHORT INTEGER	1
V_GEOTE	Vulnerabilidad por Geotecnia	SHORT INTEGER	1
V_PENDI	Vulnerabilidad por Pendiente	SHORT INTEGER	1
V_EXPOS	Vulnerabilidad por Exposición Directa	SHORT INTEGER	1
V_EVACU	Vulnerabilidad por Facilidad de evacuacion	SHORT INTEGER	1
RIESGO	Riesgo	SHORT INTEGER	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Campos creados en el archivo LOTES.shp

FID	Shape	MZNA	LOTE	CODIGO	P_DERRUM	P_EROSI	P_DESLIZ	P_INUND	V_MATER	V_CIMEN	V_GEOTE	V_PENDI	V_EXPOS	V_EVACU
0	Polygon ZM				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	Polygon ZM				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Polygon ZM				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Polygon ZM				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Polygon ZM				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Polygon ZM				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Polygon ZM				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Polygon ZM				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Polygon ZM				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Polygon ZM				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Polygon ZM				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Polygon ZM				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Polygon ZM				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Polygon ZM				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Polygon ZM				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Polygon ZM				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	Polygon ZM				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	Polygon ZM				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	Polygon ZM				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	Polygon ZM				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	Polygon ZM				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

La información obtenida por medio de las fichas y del análisis de los archivos CAD, serán insertadas en estos campos.

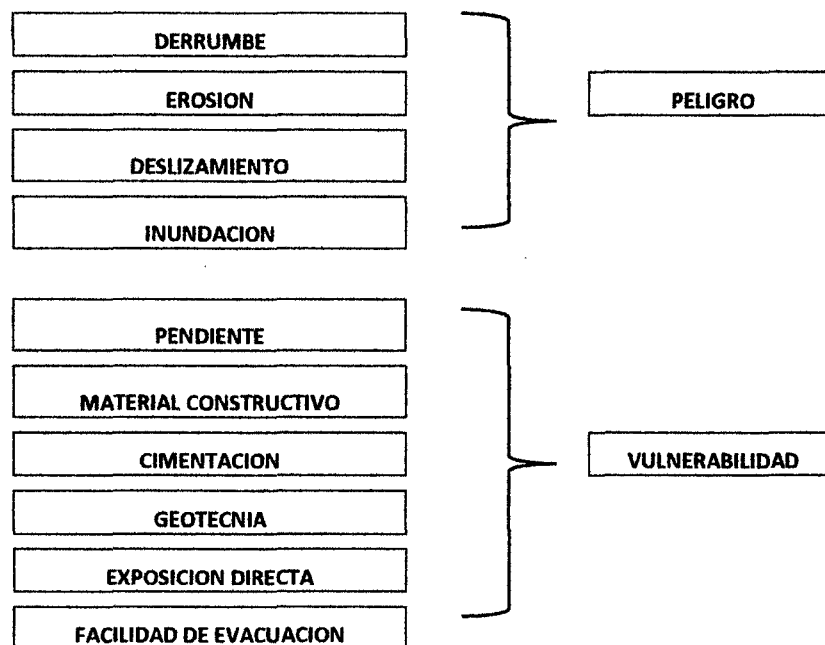
3.20 Técnicas para el procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento de los datos se ha concebido un modelo cartográfico a seguir teniendo como base el peligro y la vulnerabilidad, variables necesarias para el análisis de riesgos por movimientos en masa.

La información de estas variables se ha recolectado en la Fase de Campo y Fase de Gabinete, y con la información de las fichas técnicas y archivos CAD, se procede al análisis de los datos obtenidos.

Se hace necesaria la cuantificación del Peligro y la Vulnerabilidad, para ello se ha identificado el conjunto de variables que forman parte de cada uno de ellos.

Figura 12. Variables que conforman el peligro y la vulnerabilidad



Fuente: Elaboración propia

Además, para su adecuado uso, se está generando valores para la estandarización de cada capa desarrollada, según influencia o participación en la amenaza.

Tabla 6. Valores estandarizados según tipo de influencia

Tipo de influencia	Calificacion	% de participacion	rango	Fraccion
Muy alta	4	100%	75-100%	1
Alta	3	75%	50-74%	3/4
Media	2	50%	25-49%	1/2
Baja	1	25%	0-24%	1/4
Muy baja	0	0%	0%	0

Fuente: Elaboración propia

Estandarización de variables

En el análisis de riesgo por movimientos en masa se concluye, que cada variable presenta una influencia distinta tanto para la vulnerabilidad como para el peligro, si se considera la influencia como un 100%, para que el cálculo a partir de valores de vulnerabilidad que varían de 0 a 4, multiplicado por valores de peligro que también se cuantifican de 0 a 4, se tiene que la Vulnerabilidad se representaría con un peso de 50% y el Peligro también sería 50%, para que los valores varíen de 0 a 2 en cada caso y su multiplicación sea como máximo $2 \times 2 = 4$, lo cual corresponde con los valores del Cuadro 4.

La acción y/o participación directa ante los movimientos en masa se cuantificó, tratando así de conseguir la representación real de cada variable dentro de los % ya establecidos, lo que resultó en la asignación del % correspondiente a cada variable, buscando representar cuantitativamente las variaciones en la influencia de cada variable.

No se puede dar el caso que la influencia de cada variable es la misma, ya que se tendría una representación errónea.

Tomando en consideración lo anterior y analizando cada variable, se encuentra que dentro de la Vulnerabilidad, el tipo de material constructivo y exposición directa, tienen mayor influencia por las características físicas presentes en el

entorno, mientras que la cimentación y geotecnia presentan menor influencia respecto a las demás variables.

Dentro de los Peligros los deslizamientos tienen mayor representatividad, pero esto debido a la erosión que se dan en las cárcavas, es por eso que también dicha erosión tiene un valor aceptable dentro del conjunto de variables.

Como resultado se tiene el siguiente cuadro con la cuantificación (en %) según su influencia:

Tabla 7. Influencia de variables

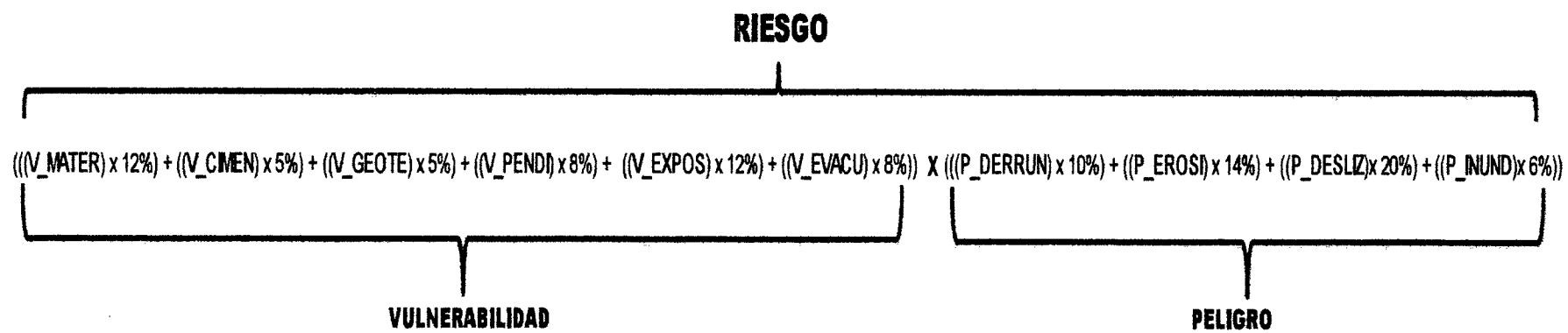
RIESGO			
VULNERABILIDAD (60%)		PELIGRO (40%)	
VARIABLES	PESOS SEGÚN INFLUENCIA (%)	VARIABLES	PESOS SEGÚN INFLUENCIA (%)
Vulnerabilidad por material constructivo (V_Mater)	12	Peligro de Derrumbe (P_Derrum)	10
Vulnerabilidad por Cimentación (V_Cimen)	5	Peligro de Erosion (P_Erosi)	14
Vulnerabilidad por Geotecnia (V_Geotec)	5	Peligro de Deslizamiento (P_Desliz)	20
Vulnerabilidad por Pendiente (V_Pendi)	8		
Vulnerabilidad por Exposición Directa (V_Expos)	12	Peligro de Inundacion (P_Inund)	6
Vulnerabilidad por Facilidad de Evacuacion (V_Evacu)	8		

Fuente: Elaboración propia

Ecuación para la obtención del riesgo

Del análisis anterior se obtiene la ecuación necesaria para la obtención del Riesgo en función al conjunto de variables que forman parte de la Vulnerabilidad y el Peligro.

Figura 13. Obtención del riesgo



Fuente: Elaboración propia

Matriz de peligro y vulnerabilidad

Con la información anterior y de acuerdo a la cuantificación de los peligros y vulnerabilidades, se desarrolla la siguiente matriz:

Tabla 8. Matriz de peligro y vulnerabilidad

Peligro Muy Alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto		
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo		Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Muy bajo			Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
	Vulnerabilidad Muy baja	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta

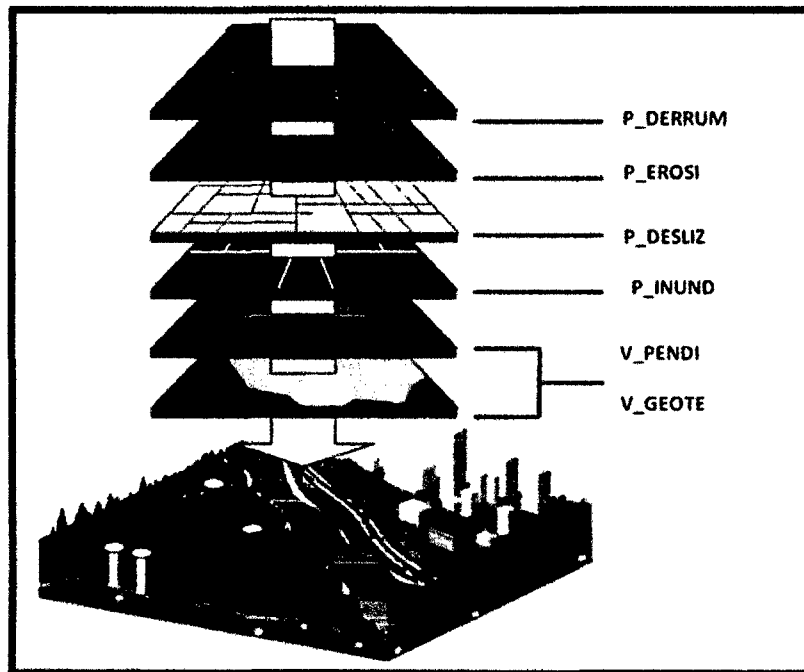
Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil

3.21 Análisis de Información

La información resultante de las fichas técnicas se ha procesado inicialmente en la Base de Datos elaborada (Anexo III), además de ello se ha desarrollado capas temáticas a partir de la información de los archivos CAD las cuales completan la información de las variables necesarias para el análisis (Anexo IV).

A través de la superposición de la "Imagen satelital" junto a las capas temáticas y la información recolectada en campo, se inicia la identificación de los "peligros", este procedimiento requerirá un análisis minucioso para la identificación del mismo, por ello es necesario el reconocimiento en campo, que permite interactuar la geomorfología junto a las variables y capas obtenidas.

Figura 14. Superposición con la imagen satelital



Fuente: Elaboración propia

El resultado final es el cálculo del riesgo el cual se obtiene con el resultado de la cuantificación de cada capa temática en el archivo LOTES.shp donde se encuentra la Base de Datos (Anexo V).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Cálculo de la correlación para variables y dimensiones

4.1.1.1 Para la hipótesis principal 1

Hipótesis alterna (Ha)

Existe correlación entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión peligro**, como base para un proceso de planificación y gestión de riesgo en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

Hipótesis nula (Ho)

No existe correlación entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión peligro**, como base para un proceso de planificación y gestión de riesgo en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

Tabla 9. Contraste entre la variable niveles de riesgo y peligro

			Riesgo				Total
			Baja	Media	Alta	Muy alta	
Peligro	Baja	Recuento	15	2	0	0	17
		% del total	4,7%	,6%	,0%	,0%	5,3%
	Media	Recuento	11	101	19	0	131
		% del total	3,4%	31,6%	5,9%	,0%	40,9%
	Alta	Recuento	0	9	58	12	79
		% del total	,0%	2,8%	18,1%	3,8%	24,7%
	Muy alta	Recuento	0	0	20	73	93
		% del total	,0%	,0%	6,3%	22,8%	29,1%
Total		Recuento	26	112	97	85	320
		% del total	8.1%	35.0%	30.3%	26.6%	100.0%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 9, se observa que el 40.9% de las viviendas presentan una valoración *media* respecto a la dimensión peligro; mientras que el 35.0% del total de las unidades de estudio se ubican en la valoración *media* respecto a la variable niveles de riesgo.

Como podemos apreciar el peligro de riesgo de desastre por deslizamiento es media, es decir, según los registros obtenidos, el peligro de riesgo por deslizamiento no es eminente, como tampoco podemos afirmar que no ocurra.

Tabla 10. Cálculo del estadígrafo de correlación entre la variable niveles de riesgo y la dimensión peligro

			Riesgo	Peligro
Rho de Spearman	Riesgo	Coefficiente de correlación	1,000	,458**
		Sig. (bilateral)		,000
		N	320	320
	Peligro	Coefficiente de correlación	,458**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	
		N	320	320

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

El valor de la Rho de Spearman es 0.458, significa que existe una relación directa moderada entre las variables comparadas, y al ser el p-valor (0.000), se asume la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, por tanto con un nivel de significancia del 1% y un intervalo de confianza del 99%, podemos afirmar que existe correlación moderada entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión peligro**, como base para un proceso de planificación y gestión de riesgo en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG).

Para la hipótesis principal 2

Hipótesis alterna (Ha)

Existe correlación entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión vulnerabilidad**, como base para un proceso de planificación y gestión de riesgo en las microcuencas de

Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

Hipótesis nula (Ho)

No existe correlación entre los **niveles de riesgo** y las **dimensiones de vulnerabilidad**, como base para un proceso de planificación y gestión de riesgo en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

Tabla 11. Contraste entre la variable niveles de riesgo y vulnerabilidad

			Riesgo				Total
			Baja	Media	Alta	Muy alta	
Vulnerabilidad	Baja	Recuento	23	15	0	0	38
		% del total	7,2%	4,7%	,0%	,0%	11,9%
	Media	Recuento	3	84	3	0	90
		% del total	,9%	26,3%	,9%	,0%	28,1%
	Alta	Recuento	0	13	80	2	95
		% del total	,0%	4,1%	25,0%	,6%	29,7%
	Muy alta	Recuento	0	0	14	83	97
		% del total	,0%	,0%	4,4%	25,9%	30,3%
Total	Recuento	26	112	97	85	320	
	% del total	8,1%	35,0%	30,3%	26,6%	100,0%	

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 11, nos permite observar que el 30.3% de las viviendas presentan una valoración *muy alta* respecto a la dimensión vulnerables; mientras que el 35% del total de las unidades de estudio se ubican en la valoración *media* en lo que respecta a la variable niveles de riesgo.

Como podemos apreciar la vulnerabilidad de riesgo de desastre por deslizamiento es alta.

Tabla 12. Cálculo del estadígrafo de correlación entre la variable niveles de riesgo y la dimensión vulnerabilidad

			Riesgo	Vulnerabilidad
Rho de Spearman	Riesgo	Coefficiente de correlación	1,000	,904**
		Sig. (bilateral)		,000
		N	320	320
	Vulnerabilidad	Coefficiente de correlación	,904**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	
		N	320	320

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

El valor de la Rho de Spearman es 0.904, lo que significa que existe una relación directa muy alta entre las variables comparadas, y al ser el p-valor (0.000), se asume la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, por tanto con un nivel de significancia del 1% y un intervalo de confianza del 99% podemos afirmar que, existe correlación directa muy alta entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión vulnerabilidad**, como base para un proceso de planificación y gestión de riesgo en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG).

4.1.1.3 Para la hipótesis específica N° 1

Hipótesis alterna (Ha)

Existe correlación entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión derrumbe (VP)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

Hipótesis nula (Ho)

No existe correlación entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión derrumbe (VP)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

Tabla 13. Contraste entre la variable niveles de riesgo y la dimensión derrumbe

			Riesgo				Total
			Baja	Media	Alta	Muy alta	
Derrumbe	Baja	Recuento	26	59	16	0	101
		% del total	8,1%	18,4%	5,0%	,0%	31,6%
	Media	Recuento	0	52	7	1	60
		% del total	,0%	16,3%	2,2%	,3%	18,8%
	Alta	Recuento	0	1	73	13	87
		% del total	,0%	,3%	22,8%	4,1%	27,2%
	Muy alta	Recuento	0	0	1	71	72
		% del total	,0%	,0%	,3%	22,2%	22,5%
Total	Recuento	26	112	97	85	320	
	% del total	8,1%	35,0%	30,3%	26,6%	100,0%	

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 13, nos permite observar que el 31.6% de las viviendas presentan una valoración *baja* respecto a la dimensión derrumbe; mientras que el 35% del total de las unidades de estudio se ubican en la valoración *media* en lo que respecta a la variable niveles de riesgo.

Como podemos apreciar el peligro de riesgo de desastre deslizamiento ocasionado por derrumbe es media, es decir es poco probable que esto ocurra en el área de estudio.

Tabla 14. Cálculo del estadígrafo de correlación entre la variable niveles de riesgo y la dimensión derrumbe

			Riesgo	Derrumbe
Rho de Spearman	Riesgo	Coefficiente de correlación	1,000	,201**
		Sig. (bilateral)		,000
		N	320	320
	Derrumbe	Coefficiente de correlación	,201**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	
		N	320	320

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

El valor de la Rho de Spearman es 0.201, lo que significa que existe una relación directa muy baja entre las variables comparadas, y al ser el p-valor (0.000), se

asume la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, por tanto con un nivel de significancia del 1% y un intervalo de confianza del 99% podemos afirmar que, existe correlación directa muy baja entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión derrumbe (VP)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

4.1.1.4 Para la hipótesis específica N° 2

Hipótesis alterna (Ha)

Existe correlación entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión erosión (VP)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

Hipótesis nula (Ho)

No existe correlación entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión erosión (VP)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

Tabla 15. Contraste entre la variable niveles de riesgo y la dimensión erosión

			Riesgo				Total
			Baja	Media	Alta	Muy alta	
Erosión	Baja	Recuento	22	54	14	0	90
		% del total	6,9%	16,9%	4,4%	,0%	28,1%
	Media	Recuento	4	58	27	0	89
		% del total	1,3%	18,1%	8,4%	,0%	27,8%
	Alta	Recuento	0	0	23	12	35
		% del total	,0%	,0%	7,2%	3,8%	10,9%
	Muy alta	Recuento	0	0	33	73	106
		% del total	,0%	,0%	10,3%	22,8%	33,1%
Total	Recuento	26	112	97	85	320	
	% del total	8,1%	35,0%	30,3%	26,6%	100,0%	

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 15, nos permite observar que el 28.1% de las viviendas presentan una valoración *baja* respecto a la dimensión erosión; mientras que el 35.0% del total de

las unidades de estudio se ubican en la valoración *media* en lo que respecta a la variable niveles de riesgo.

Como podemos apreciar el peligro de riesgo de desastre deslizamiento ocasionado por erosión es baja, es decir es poco probable que esto ocurra en el área de estudio.

Tabla 16. Cálculo del estadígrafo de correlación entre la variable niveles de riesgo y la dimensión erosión

			Riesgo	Erosión
Rho de Spearman	Riesgo	Coefficiente de correlación	1,000	,298**
		Sig. (bilateral)		,000
		N	320	320
	Erosión	Coefficiente de correlación	,298**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	
		N	320	320

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

El valor de la Rho de Spearman es 0.298, lo que significa que existe una relación directa muy baja entre las variables comparadas, y al ser el p-valor (0.000), se asume la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, por tanto con un nivel de significancia del 1% y un intervalo de confianza del 99% podemos afirmar que, existe correlación directa muy baja entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión erosión (VP)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG).

4.1.1.5 Para la hipótesis específica N° 3

Hipótesis alterna (Ha)

Existe correlación entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión deslizamiento (VP)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

Hipótesis nula (Ho)

No existe correlación entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión deslizamiento (VP)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

Tabla 17. Contraste entre la variable niveles de riesgo y la dimensión deslizamiento

			Riesgo				Total
			Baja	Media	Alta	Muy alta	
Desliza miento	Baja	Recuento	21	28	1	0	50
		% del total	6,6%	8,8%	,3%	,0%	15,6%
	Media	Recuento	5	41	20	0	66
		% del total	1,6%	12,8%	6,3%	,0%	20,6%
	Alta	Recuento	0	11	58	12	81
		% del total	,0%	3,4%	18,1%	3,8%	25,3%
	Muy alta	Recuento	0	32	18	73	123
		% del total	,0%	10,0%	5,6%	22,8%	38,4%
Total		Recuento	26	112	97	85	320
		% del total	8,1%	35,0%	30,3%	26,6%	100,0%

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 17, nos permite observar que el 38.4% de las viviendas presentan una valoración *muy alta* respecto a la dimensión deslizamiento; mientras que el 35.0% del total de las unidades de estudio se ubican en la valoración *media* en lo que respecta a la variable niveles de riesgo.

Como podemos apreciar el peligro de riesgo de desastre por deslizamiento es alta, es decir es muy probable que esto ocurra en el área de estudio.

Tabla 18. Cálculo del estadígrafo de correlación entre la variable niveles de riesgo y la dimensión deslizamiento

			Riesgo	Deslizamiento
Rho de Spearman	Riesgo	Coefficiente de correlación	1,000	,846**
		Sig. (bilateral)		,000
		N	320	320
	Deslizamiento	Coefficiente de correlación	,846**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	
		N	320	320

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

El valor de la Rho de Spearman es 0.846, lo que significa que existe una relación directa muy alta entre las variables comparadas, y al ser el p-valor (0.000), se asume la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, por tanto con un nivel de significancia del 1% y un intervalo de confianza del 99% podemos afirmar que, existe correlación directa muy alta entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión deslizamiento (VP)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

4.1.1.6 Para la hipótesis específica N° 4

Hipótesis alterna (Ha)

Existe correlación entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión inundación (VP)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

Hipótesis nula (Ho)

No existe correlación entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión inundación (VP)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG).

Tabla 19. Contraste entre la variable niveles de riesgo y la dimensión inundación

			Riesgo				Total
			Baja	Media	Alta	Muy alta	
Inundación	Baja	Recuento	15	31	3	0	49
		% del total	4,7%	9,7%	,9%	,0%	15,3%
	Media	Recuento	0	12	4	0	16
		% del total	,0%	3,8%	1,3%	,0%	5,0%
	Alta	Recuento	10	31	41	2	84
		% del total	3,1%	9,7%	12,8%	,6%	26,3%
	Muy alta	Recuento	1	38	49	83	171
		% del total	,3%	11,9%	15,3%	25,9%	53,4%
Total	Recuento	26	112	97	85	320	
	% del total	8,1%	35,0%	30,3%	26,6%	100,0%	

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 19, nos permite observar que el 53.4% de las viviendas presentan una valoración *muy alta* respecto a la dimensión inundación; mientras que el 35.0% del total de las unidades de estudio se ubican en la valoración *media* en lo que respecta a la variable niveles de riesgo.

Como podemos apreciar el peligro de riesgo de desastre por inundación es muy alta, es decir, es muy probable que el riesgo de desastre por deslizamiento provocado por inundación ocurra en el área de estudio.

Tabla 20. Cálculo del estadígrafo de correlación entre la variable niveles de riesgo y la dimensión inundación

			Riesgo	Inundación
Rho de Spearman	Riesgo	Coefficiente de correlación	1,000	,904**
		Sig. (bilateral)		,000
		N	320	320
	Inundación	Coefficiente de correlación	,904**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	
		N	320	320

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

El valor de la Rho de Spearman es 0.904, lo que significa que existe una relación directa muy alta entre las variables comparadas, y al ser el p-valor (0.000), se asume la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, por tanto con un nivel de significancia del 1% y un intervalo de confianza del 99% podemos afirmar que, existe correlación directa muy alta entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión inundación (VP)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG).

4.1.1.7 Para la hipótesis específica N° 5

Hipótesis alterna (Ha)

Existe correlacion entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión material constructivo (VV)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

Hipótesis nula (Ho)

No existe correlación entre los *niveles de riesgo* y la *dimensión material constructivo (VV)* en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

Tabla 21. Contraste entre la variable niveles de riesgo y la dimensión material constructivo

			Riesgo				Total
			Baja	Media	Alta	Muy alta	
Material constructivo	Baja	Recuento	20	51	4	0	75
		% del total	6,3%	15,9%	1,3%	,0%	23,4%
	Media	Recuento	3	7	2	0	12
		% del total	,9%	2,2%	,6%	,0%	3,8%
	Alta	Recuento	3	38	65	12	118
		% del total	,9%	11,9%	20,3%	3,8%	36,9%
	Muy alta	Recuento	0	16	26	73	115
		% del total	,0%	5,0%	8,1%	22,8%	35,9%
Total		Recuento	26	112	97	85	320
		% del total	8,1%	35,0%	30,3%	26,6%	100,0%

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 21, nos permite observar que el 36.9% de las viviendas presentan una valoración *alta* respecto a la dimensión material constructivo; mientras que el 35.0% del total de las unidades de estudio se ubican en la valoración *media* en lo que respecta a la variable niveles de riesgo.

Como podemos apreciar el peligro de riesgo de desastre por material constructivo es alta, es decir, es muy probable que el riesgo de desastre por deslizamiento provocado por el material constructivo utilizado en la construcción de las viviendas, ocurra en el área de estudio.

Tabla 22. Cálculo del estadígrafo de correlación entre la variable niveles de riesgo y la dimensión material constructivo

			Riesgo	Material constructivo
Rho de Spearman	Riesgo	Coeficiente de correlación	1,000	,705**
		Sig. (bilateral)		,000
		N	320	320
Material constructivo		Coeficiente de correlación	,705**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	
		N	320	320

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

El valor de la Rho de Spearman es 0.705, lo que significa que existe una relación directa alta entre las variables comparadas, y al ser el p-valor (0.000), se asume la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, por tanto con un nivel de significancia del 1% y un intervalo de confianza del 99% podemos afirmar que, existe correlación directa alta entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión material constructivo (VV)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

4.1.1.8 Para la hipótesis específica N° 6

Hipótesis alterna (Ha)

Existe correlación entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión cimentación (VV)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG).

Hipótesis nula (Ho)

No existe correlación entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión cimentación (VV)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

Tabla 23. Contraste entre la variable niveles de riesgo y la dimensión cimentación

			Riesgo				Total	
			Baja	Media	Alta	Muy alta		
Cimentación	Baja	Recuento	26	50	5	0	81	
		% del total	8,1%	15,6%	1,6%	,0%	25,3%	
	Media	Recuento	0	20	18	0	38	
		% del total	,0%	6,3%	5,6%	,0%	11,9%	
	Alta	Recuento	0	36	29	6	71	
		% del total	,0%	11,3%	9,1%	1,9%	22,2%	
	Muy alta	Recuento	0	6	45	79	130	
		% del total	,0%	1,9%	14,1%	24,7%	40,6%	
	Total		Recuento	26	112	97	85	320
			% del total	8,1%	35,0%	30,3%	26,6%	100,0%

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 23, nos permite observar que el 40.6% de las viviendas presentan una valoración *muy alta* respecto a la dimensión cimentación; mientras que el 35.0% del total de las unidades de estudio se ubican en la valoración *media* en lo que respecta a la variable niveles de riesgo.

Como podemos apreciar el peligro de riesgo de desastre por inundación es muy alta es decir, es muy probable que el riesgo de desastre por deslizamiento provocado por cimentación de las viviendas, ocurra en el área de estudio.

Tabla 24. Cálculo del estadígrafo de correlación entre la variable niveles de riesgo y la dimensión cimentación

			Riesgo	Cimentación
Rho de Spearman	Riesgo	Coefficiente de correlación	1,000	,779**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	320	320
	Cimentación	Coefficiente de correlación	,779**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	320	320

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

El valor de la Rho de Spearman es 0.779, lo que significa que existe una relación directa muy alta entre las variables comparadas, y al ser el p-valor (0.000), se asume la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, por tanto con un nivel de

significancia del 1% y un intervalo de confianza del 99% podemos afirmar que, existe correlación directa muy alta entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión cimentación (VV)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

4.1.1.9 Para la hipótesis específica N° 7

Hipótesis alterna (Ha)

Existe correlación directa y significativa entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión geotecnia (vv)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

Hipótesis nula (Ho)

No existe correlación directa y significativa entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión geotecnia (vv)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG).

Tabla 25. Contraste entre la variable niveles de riesgo y la dimensión geotecnia

			Riesgo				Total
			Baja	Media	Alta	Muy alta	
Geotecnia	Baja	Recuento	26	96	41	1	164
		% del total	8,1%	30,0%	12,8%	,3%	51,3%
	Alta	Recuento	0	16	54	34	104
		% del total	,0%	5,0%	16,9%	10,6%	32,5%
	Muy alta	Recuento	0	0	2	50	52
		% del total	,0%	,0%	,6%	15,6%	16,3%
	Total	Recuento	26	112	97	85	320
		% del total	8,1%	35,0%	30,3%	26,6%	100,0%

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 25, nos permite observar que el 51.3% de las viviendas presentan una valoración *baja* respecto a la dimensión geotecnia; mientras que el 35.0% del total

de las unidades de estudio se ubican en la valoración *media* en lo que respecta a la variable niveles de riesgo.

Como podemos apreciar el peligro de riesgo de desastre debido a la geotécnica es baja, es decir, es poco probable que el riesgo de desastre por deslizamiento provocado por la geotecnia del lugar ocurra en el área de estudio.

Tabla 26. Cálculo del estadígrafo de correlación entre la variable niveles de riesgo y la dimensión geotecnia

			Riesgo	Geotecnia
Rho de Spearman	Riesgo	Coefficiente de correlación	1,000	,211**
		Sig. (bilateral)		,000
		N	320	320
	Geotecnia	Coefficiente de correlación	,211**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	
		N	320	320

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

El valor de la Rho de Spearman es 0.211, lo que significa que existe una relación directa baja entre las variables comparadas, y al ser el p-valor (0.000), se asume la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, por tanto con un nivel de significancia del 1% y un intervalo de confianza del 99% podemos afirmar que, existe correlación directa baja entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión geotecnia (vv)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

4.1.1.10 Para la hipótesis específica N° 8

Hipótesis alterna (Ha)

Existe correlación directa y significativa entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión pendiente (VV)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

Hipótesis nula (Ho)

No existe correlación directa y significativa entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión pendiente (VV)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

Tabla 27. Contraste entre la variable niveles de riesgo y la dimensión pendiente

			Riesgo				Total
			Baja	Media	Alta	Muy alta	
Pendiente	Baja	Recuento	22	41	4	0	67
		% del total	6,9%	12,8%	1,3%	,0%	20,9%
	Media	Recuento	0	49	24	0	73
		% del total	,0%	15,3%	7,5%	,0%	22,8%
	Alta	Recuento	4	15	30	0	49
		% del total	1,3%	4,7%	9,4%	,0%	15,3%
	Muy alta	Recuento	0	7	39	85	131
		% del total	,0%	2,2%	12,2%	26,6%	40,9%
Total	Recuento	26	112	97	85	320	
	% del total	8,1%	35,0%	30,3%	26,6%	100,0%	

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 27, nos permite observar que el 40.9% de las viviendas presentan una valoración *muy alta* respecto a la dimensión pendiente; mientras que el 35.0% del total de las unidades de estudio se ubican en la valoración *media* en lo que respecta a la variable niveles de riesgo.

Como podemos apreciar el peligro de riesgo de desastre provocada por la pendiente en la se encuentran ubicados las viviendas es *muy alta*, es decir, es poco muy probable que el riesgo de desastre por deslizamiento provocado por la pendiente ocurra en el área de estudio.

Tabla 28. Cálculo del estadígrafo de correlación entre la variable niveles de riesgo y la dimensión pendiente

			Riesgo	Pendiente
Rho de Spearman	Riesgo	Coefficiente de correlación	1,000	,793**
		Sig. (bilateral)		,000
		N	320	320
	Pendiente	Coefficiente de correlación	,793**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	
		N	320	320

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

El valor de la Rho de Spearman es 0.793, lo que significa que existe una relación directa muy alta entre las variables comparadas, y al ser el p-valor (0.000), se asume la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, por tanto con un nivel de significancia del 1% y un intervalo de confianza del 99% podemos afirmar que, existe correlación directa muy alta entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión pendiente (VV)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

4.1.1.11 Para la hipótesis específica N° 9

Hipótesis alterna (Ha)

Existe correlación entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión exposición directa (VV)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

Hipótesis nula (Ho)

No existe correlación entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión exposición directa (VV)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

Tabla 29. Contraste entre la variable niveles de riesgo y la dimensión exposición directa

			Riesgo				Total
			Baja	Media	Alta	Muy alta	
Exposición directa	Baja	Recuento	22	41	21	0	84
		% del total	6,9%	12,8%	6,6%	,0%	26,3%
	Media	Recuento	4	33	10	1	48
		% del total	1,3%	10,3%	3,1%	,3%	15,0%
	Alta	Recuento	0	0	20	17	37
		% del total	,0%	,0%	6,3%	5,3%	11,6%
	Muy alta	Recuento	0	38	46	67	151
		% del total	,0%	11,9%	14,4%	20,9%	47,2%
Total		Recuento	26	112	97	85	320
		% del total	8,1%	35,0%	30,3%	26,6%	100,0%

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 29, nos permite observar que el 47.2% de las viviendas presentan una valoración *muy alta* respecto a la dimensión *exposición directa*; mientras que el 35.0% del total de las unidades de estudio se ubican en la valoración *media* en lo que respecta a la variable niveles de riesgo.

Como podemos apreciar el peligro de riesgo de desastre provocada por la exposición directa de las viviendas es *muy alta*, es decir, es poco muy probable que el riesgo de desastre por deslizamiento provocado por la exposición directa ocurra en el área de estudio.

Tabla 30. Cálculo del estadígrafo de correlación entre la variable niveles de riesgo y la dimensión exposición directa

			Riesgo	Exposición_directa
Rho de Spearman	Riesgo	Coefficiente de correlación	1,000	,824**
		Sig. (bilateral)		,000
		N	320	320
	Exposición_directa	Coefficiente de correlación	,824**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	
		N	320	320

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

El valor de la Rho de Spearman es 0.824, lo que significa que existe una relación directa muy alta entre las variables comparadas, y al ser el p-valor (0.000), se asume

la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, por tanto con un nivel de significancia del 1% y un intervalo de confianza del 99% podemos afirmar que, existe correlación directa y muy alta entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión exposición directa (VV)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

4.1.1.12 Para la hipótesis específica N° 10

Hipótesis alterna (Ha)

Existe correlación entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión facilidad de evacuación (VV)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

Hipótesis nula (Ho)

No existe correlación entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión facilidad de evacuación (VV)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

Tabla 31. Contraste entre la variable niveles de riesgo y la dimensión facilidad de evacuación

			Riesgo				Total
			Baja	Media	Alta	Muy alta	
Facilidad de evacuación	Baja	Recuento	26	75	4	0	105
		% del total	8,1%	23,4%	1,3%	,0%	32,8%
	Media	Recuento	0	8	6	0	14
		% del total	,0%	2,5%	1,9%	,0%	4,4%
	Alta	Recuento	0	13	27	9	49
		% del total	,0%	4,1%	8,4%	2,8%	15,3%
	Muy alta	Recuento	0	16	60	76	152
		% del total	,0%	5,0%	18,8%	23,8%	47,5%
Total		Recuento	26	112	97	85	320
		% del total	8,1%	35,0%	30,3%	26,6%	100,0%

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 31, nos permite observar que el 47.5% de las viviendas presentan una valoración *muy alta* respecto a la dimensión *facilidad de evacuación*; mientras que el 35.0% del total de las unidades de estudio se ubican en la valoración *media* en lo que respecta a la variable niveles de riesgo.

Como podemos apreciar el peligro de riesgo de desastre provocada por las facilidades en la evaluación es *muy alta*, es decir, es muy probable que el riesgo de desastre por las pocas facilidades de evacuación ocurra en el área de estudio.

Tabla 32. Cálculo del estadígrafo de correlación entre la variable niveles de riesgo y la dimensión facilidades de evacuación

			Riesgo	Facilidad evacuación
Rho de Spearman	Riesgo	Coefficiente de correlación	1,000	,755**
		Sig. (bilateral)		,000
		N	320	320
	Facilidad evacuación	Coefficiente de correlación	,755**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	
		N	320	320

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

El valor de la Rho de Spearman es 0.755, lo que significa que existe una relación directa muy alta entre las variables comparadas, y al ser el p-valor (0.000), se asume la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, por tanto con un nivel de significancia del 1% y un intervalo de confianza del 99% podemos afirmar que, existe correlación directa muy alta entre los **niveles de riesgo** y la **dimensión facilidad de evacuación (VV)** en las microcuencas de Alto Perú y San Martín, utilizando las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis.

4.2 Discusión

La tabla N° 9, registra que el 40.9% de las viviendas ubicadas en el área de estudio respecto a la dimensión peligro, se ubican en la valoración *media*, lo que significa que el *peligro* de riesgo por deslizamiento no es eminente, como tampoco podemos

afirmar que no pueda ocurrir, lo que no sucede con los resultados obtenidos y presentados en la tabla N° 12, en la que el 30.3% de las viviendas presentan una valoración *muy alta* respecto a la vulnerabilidad, lo que significa que existe un alto riesgo de que ocurra desastre por deslizamiento en la medida que la zona es vulnerable a este tipo de fenómenos debido a que la pendiente, el material constructivo, la cimentación, la exposición directa y las facilidades de evacuación no son las más adecuadas técnicamente.

Los resultados registrados en el párrafo anterior representan los valores ponderados de cada una de las dimensiones, a partir de los datos obtenidos por medio del uso de las técnicas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG), gracias a la cual se obtuvieron registros en campo, confirmando los resultados obtenidos por Salgado (2005), quien en su tesis titulado: Análisis integral del riesgo a deslizamientos e inundaciones en la micro cuenca del río Gila, Copán, Honduras, afirman que, los ejercicios de mapeo resultan ser una buena herramienta para discutir y reflexionar acerca de los beneficios, usos, manejos y limitaciones de los recursos naturales de una comunidad o zona determinada, El método presentado en este documento no solo le permite a un externo aproximarse a las dificultades de una comunidad, sino que le permite discutir con ella y desarrollar una estrategia para cambios a futuro.

La comparación del mapeo comunitario de riesgo con los mapas elaborados con SIG, resultó tener bastante semejanza. El mapeo comunitario mostró lugares muy puntuales de riesgo, sin embargo, con SIG se pueden identificar con precisión otros sitios de riesgo tomando en consideración aspectos como: pendiente, cobertura, intensidad de uso y precipitación, que no pueden ser identificados a simple vista.

La tabla N° 14, confirma que en el área de estudio es poco probable que ocurra un desastre por deslizamiento debido ocasionado por el derrumbe de las construcciones que se levantaron en esta parte alta de la ciudad, en la medida que el 31.6% de las viviendas presentan una valoración al igual que el 39.1%. Estos mismos resultados se tienen para el caso de la dimensión erosión, porque el 28.1% de las viviendas presentan una valoración *baja* y el 35.0% del total de las unidades de estudio se ubican en la valoración *media* en lo que respecta a la variable niveles de riesgo, corroborando los resultados obtenidos por Rosales (2009), quien en su tesis titulado: Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el

municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua, afirma que el factor intrínseco que más influye en la susceptibilidad a la ocurrencia de deslizamientos es la pendiente (condicionante), y el factor extrínseco de mayor influencia es el conflicto de uso de tierra (detonante). Se carece de un plan estratégico para la evacuación de las personas de los sitios vulnerables en situación de emergencia.

La tabla N° 18, confirma que existe peligro inminente de que ocurra un desastre a causa de deslizamientos, en la medida que el 38.4% de las viviendas presentan una valoración *muy alta* respecto a la dimensión deslizamiento; mientras que el 35.0% del total de las unidades de estudio se ubican en la valoración *media* en lo que respecta a la variable niveles de riesgo. Asimismo podemos notar que también existe la probabilidad de que ocurran desastres en el área de estudio debido a inundaciones, por cuanto que el 53.4% de las viviendas presentan una valoración *muy alta* respecto a esta dimensión.

Lo mismo se registra en la N° 22, en el que podemos observar que el 36.9% de las viviendas presentan una valoración *alta* respecto a la dimensión material constructivo, es decir que en el área de estudio el material utilizado para construir la infraestructura no es la más adecuada, porque no se satisface las exigencias técnicas respecto al estudio de suelos a nivel de resistencia; otro tanto sucede con los resultados que nos presenta la tabla N° 15, en el que se registran riesgo muy alto por dificultades en la cimentación del terreno.

Todos los resultados descritos concuerdan con los registrados por Jiménez (2009), quien en su tesis titulado: Elementos históricos y urbanos en la generación de desastres por inundaciones y deslizamientos en Cali, 1950 – 2000, afirma que, la frecuente ocurrencia de desastres tiene que ver con la permanencia de sectores sociales en condiciones de subnormalidad localizados en zonas con fuertes restricciones ambientales o tecnológicas, que se expresan en la exposición de la población a amenazas de deslizamientos e inundaciones, inadecuadas construcciones de vivienda o sistemas de desagüe, entre otras. La conformación de estas condiciones de inseguridad está asociada, en primer lugar, al continuo crecimiento demográfico con diferentes periodos de intensificación por conflictos de diverso orden a escala local, regional y nacional, aunado a un permanente déficit de vivienda para sectores de menores ingresos. Con esto se hizo propicia la activación de mecanismos de especulación y tomas de tierras para la consecución de

alojamiento y, por ende, el incremento de fronteras marginales al no ser atendidas de manera óptima demandas como la vivienda y el empleo. Como causa y consecuencia la ciudad creció en forma desordenada y descontrolada mediante procesos de ocupación de tierras en las que se fueron dejando las zonas de ladera y áreas bajas e inundables para los sectores sociales con menores ingresos.

La tabla N° 15, nos permite observar que el 40.6% de las viviendas presentan una valoración *muy alta* respecto a la dimensión cimentación; mientras que el 35.0% del total de las unidades de estudio se ubican en la valoración *media* en lo que respecta a la variable niveles de riesgo; al igual que los resultados presentados por la tabla N° 17, nos permite observar que el 51.3% de las viviendas presentan una valoración *baja* respecto a la dimensión geotecnia; mientras que el 35.0% del total de las unidades de estudio se ubican en la valoración *media* en lo que respecta a la variable niveles de riesgo.

De la misma manera podemos notar que los resultados organizados en la tabla N° 24, el 40.9% de las viviendas presentan una valoración *muy alta* respecto a la dimensión pendiente; mientras que el 35.0% del total de las unidades de estudio se ubican en la valoración *media* en lo que respecta a la variable niveles de riesgo, es decir que el riesgo por desastre provocados por la pendiente es muy alta. Al igual que los datos registrados en la tabla N° 21, en la que el 47.2% de las viviendas presentan una valoración *muy alta* respecto a la dimensión *exposición directa*; mientras que el 35.0% del total de las unidades de estudio se ubican en la valoración *media* en lo que respecta a la variable niveles de riesgo.

La tabla N° 32, demuestra que existe una probabilidad muy alta de que ocurra un desastre porque en la zona no se cuenta con vías de evacuación adecuadas, en la medida que el 47.5% de las viviendas presentan una valoración *muy alta* respecto a la dimensión *facilidad de evacuación*; mientras que el 35.0% del total de las unidades de estudio se ubican en la valoración *media* en lo que respecta a la variable niveles de riesgo.

Estos resultados concuerdan con lo señalado por Rosales (2009), quien en su tesis titulado Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua, afirma que el factor intrínseco que más influye en la susceptibilidad a la ocurrencia de deslizamientos es la pendiente

(condicionante), y el factor extrínseco de mayor influencia es el conflicto de uso de tierra (detonante). Se carece de un plan estratégico para la evacuación de las personas de los sitios vulnerables en situación de emergencia.

En síntesis podemos manifestar que coincidimos con las afirmaciones sostenidas por Torres (2007), cuando en su trabajo de investigación titulado: Valoración Del Riesgo En Deslizamientos, presentado a la Universidad Ricardo Palma de Lima, Perú, afirma que, la curva de confiabilidad para condiciones estáticas y pseudo estáticas se determinó que un índice de confiabilidad $\beta > 2$, permite asegurar que existe una correlación entre el factor de seguridad calculado, el índice de confiabilidad, la pendiente del terreno y el índice de vulnerabilidad, por tanto, para conseguir un buen nivel de confiabilidad la pendiente del terreno debe ser menor a 36° para un factor de seguridad estático de 1.25, esto relacionado a un nivel de vulnerabilidad específico.

Como podemos el peligro de riesgo de desastre provocada por las facilidades en la evaluación es *muy alta*, es decir, es muy probable que el riesgo de desastre por las pocas facilidades de evacuación ocurra en el área de estudio.

Por otro lado, los resultados obtenidos por permiten afirmar que se ha identificado que el área de estudio presenta un elevado nivel de riesgo en sus lotes, una importante cantidad de estos tienen tendencia alta a peligros causados por inundaciones y deslizamientos de masa; en el caso de derrumbes y erosión, también se presentan pero no en tantos lotes como las anteriores mencionadas.

Se ha observado en la zona un importante movimiento de población al crearse nuevos asentamientos humanos, que presentan en su mayoría un alto desconocimiento de las normas de construcción y de seguridad mínima, por lo que persisten en ubicarse en zonas de alta peligrosidad, incluyendo en os causas de las mismas torrenceras.

La obtención de datos realizada por Ficha Técnica, fue llenada con información cualitativa, es decir por medio de criterio técnico y personal fundamentado en los conocimiento de Ingeniería civil hechas *insitu* en campo por el hecho del tipo de estudio. Es decir se usó una metodología DIRECTA.

La población de los asentamientos de las Micro-cuencas Alto Perú y San Martín de la Ciudad de Ayacucho presentan un riesgo muy elevado debido no solo a los

peligros existentes, sino además del alto grado de vulnerabilidad producto del bajo grado de accesibilidad a la zona lo que se traduce en tiempo elevados para poder ser evacuado ante un evento extremo.

Las herramientas usadas para el desarrollo y análisis de la información, que son AutoCad y ArcGis, demuestran ser suficientemente adecuadas para dicho trabajo, llegándose no solo a encontrar cuantitativamente la ubicación de los riesgos, vulnerabilidades y peligros, sino también trabajarlos como Base de Datos en el caso de ArcGis.

V. CONCLUSIONES

Existen suficientes argumentos investigativos y estadísticos para afirmar que en el área de estudio el **peligro** sobre el riesgo de desastre por deslizamiento es **medio o moderado**, en la medida que $R_s = 0.58$, lo que significa que existe una relación directa moderada entre las variables comparadas, y al ser el p-valor (0.000) < 0.001 , se asume la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, con un nivel de significancia del 1% y un intervalo de confianza del 99%.

Existen suficientes argumentos investigativos y estadísticos para afirmar que en el área de estudio **la vulnerabilidad** respecto al riesgo de desastre por deslizamiento es alta, en la medida que $R_s = 0.904$, lo que significa que existe una relación directa **muy alta** entre las variables comparadas, y al ser el p-valor (0.000) < 0.001 , se asume la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, con un nivel de significancia del 1% y un intervalo de confianza del 99%.

Existen suficientes argumentos investigativos y estadísticos para afirmar que la probabilidad de que exista un desastre en la zona por deslizamiento debido a **derrumbes** es **baja**, en la medida que $Rho = 0.201$, lo que significa que existe una relación directa muy baja entre las variables comparadas, y al ser el p-valor (0.000) < 0.001 , se asume la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, con un nivel de significancia del 1% y un intervalo de confianza del 99%.

Existen suficientes argumentos investigativos y estadísticos para afirmar que la probabilidad de que exista un desastre por deslizamiento la zona debido a **la erosión** es **muy baja**, en la medida que $Rho = 0.298$, lo que significa que existe una relación directa muy baja entre las variables comparadas, y al ser el p-valor (0.000) < 0.001 , se asume la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, con un nivel de significancia del 1% y un intervalo de confianza del 99%.

Existen suficientes argumentos investigativos y estadísticos para afirmar que la probabilidad de que exista un desastre en la zona por **deslizamiento** es **muy alta**, en la medida que $Rho = 0.846$, lo que significa que existe una relación directa muy

baja entre las variables comparadas, y al ser el p-valor (0.000) <0.001 , se asume la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, con un nivel de significancia del 1% y un intervalo de confianza del 99%.

Existen suficientes argumentos investigativos y estadísticos para afirmar que la probabilidad de que exista desastre en la zona por **inundación** es **muy alta**, en la medida que $Rho = 0.904$, lo que significa que existe una relación directa muy baja entre las variables comparadas, y al ser el p-valor (0.000) <0.001 , se asume la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, con un nivel de significancia del 1% y un intervalo de confianza del 99%.

Existen suficientes argumentos investigativos y estadísticos para afirmar que la probabilidad de que exista desastre en la zona debido al **material constructivo** es **muy alta**, en la medida que $Rho = 0.705$, lo que significa que existe una relación directa muy baja entre las variables comparadas, y al ser el p-valor (0.000) <0.001 , se asume la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, con un nivel de significancia del 1% y un intervalo de confianza del 99%.

Existen suficientes argumentos investigativos y estadísticos para afirmar que la probabilidad de que exista desastre en la zona debido a la **cimentación** es **muy alta**, en la medida que $Rho = 0.779$, lo que significa que existe una relación directa muy baja entre las variables comparadas, y al ser el p-valor (0.000) <0.001 , se asume la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, con un nivel de significancia del 1% y un intervalo de confianza del 99%.

Existen suficientes argumentos investigativos y estadísticos para afirmar que la probabilidad de que exista desastre en la zona debido a la **geotecnia** del lugar es **baja**, en la medida que $Rho = 0.211$, lo que significa que existe una relación directa muy baja entre las variables comparadas, y al ser el p-valor (0.000) <0.001 , se asume la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, con un nivel de significancia del 1% y un intervalo de confianza del 99%.

Existen suficientes argumentos investigativos y estadísticos para afirmar que la probabilidad de que exista desastre en la zona debido a la **pendiente** del lugar es **muy alta**, en la medida que $Rho = 0.793$, lo que significa que existe una relación directa muy baja entre las variables comparadas, y al ser el p-valor (0.000) <0.001 ,

se asume la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, con un nivel de significancia del 1% y un intervalo de confianza del 99%.

Existen suficientes argumentos investigativos y estadísticos para afirmar que la probabilidad de que exista desastre en la zona debido a la **exposición directa** del lugar es **muy alta**, en la medida que $Rho = 0.824$, lo que significa que existe una relación directa muy baja entre las variables comparadas, y al ser el p-valor (0.000) <0.001 , se asume la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, con un nivel de significancia del 1% y un intervalo de confianza del 99%.

Existen suficientes argumentos investigativos y estadísticos para afirmar que la probabilidad de que exista desastre en la zona debido a la **dimensión facilidad de evacuación** del lugar es **muy alta**, en la medida que $Rho = 0.755$, lo que significa que existe una relación directa muy baja entre las variables comparadas, y al ser el p-valor (0.000) <0.001 , se asume la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, con un nivel de significancia del 1% y un intervalo de confianza del 99%.

VI. RECOMENDACIONES

Los funcionarios de la Municipalidad Provincial de Huamanga, deberían realizar la actualización de información de las edificaciones existentes, a través de encuestas con énfasis en datos cuantitativos y aumentando las variables de estudio, para poder obtener con mayor precisión los datos para formular estrategias puntuales e identificar otras posibles amenazas que puedan suceder a futuro, como por ejemplo la altura recomendada de las viviendas para mitigar el efecto de desplazamiento en caso de sismos.

Los funcionarios de la Municipalidad Provincial de Huamanga, deberían obtener datos sobre los niveles de riesgo del área de estudio, que comprenda la totalidad del Cerro La Picota, donde se pueda obtener la información necesaria para planificar y gestionar los riesgos en favor de dicha población.

Es necesario que las autoridades de la Municipalidad Provincial de Huamanga, así como del Gobierno Regional implementen estrategias de prevención de desastres, sobre todo para las zonas del área de estudio y con mayor énfasis para las viviendas asentadas en los bordes o riveras de huaycos y quebradas.

Las autoridades de la Municipalidad Provincial de Huamanga, así como del Gobierno Regional, deben considerar con carácter prioritario, realizar un estudio técnico-financiero que proponga medidas de protección de esta zona habitada, para la protección de la población, o en caso extremo planificar su reubicación definitiva.

Las autoridades de la Municipalidad Provincial de Huamanga, así como del Gobierno Regional deben iniciar un programa de monitoreo satelital de carácter permanente en los principales deslizamientos que amenazan el área de estudio y en general, a toda la ciudad de Ayacucho, instalando sobre todo, en la zona propensa a deslizamientos del área de estudio, un sistema de comunicaciones para la alerta temprana, y un plan de evacuación de las poblaciones en riesgo.

Se recomienda a las autoridades de la Municipalidad Provincial de Huamanga, así como del Gobierno Regional, iniciar trabajos de limpieza de cauces, recuperación de la franja marginal y obras de defensa ribereña (gaviones o muros de concreto). Estas acciones permitirán disminuir la vulnerabilidad de la población ante posibles avenidas, producto de precipitaciones excepcionales que ocasionan inundaciones.

Se recomienda a las autoridades regionales y municipales implementar un Plan de Manejo de cuencas en la parte alta del cerro La Picota con actividades de reforestación con plantas nativas, implementación de infraestructura de derivación de agua pluviales, muros de contención etc.

Como aporte del trabajo de investigación se adjunta fichas técnicas de propuestas de proyectos a implementarse tomando en cuenta la seguridad física de la población, que permita el crecimiento y desarrollo urbano de la ciudad sobre áreas cada vez más seguras.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- April, H., y Gniset, F. (1992). *Inundaciones y deslizamientos. Estudio histórico del centro de Cali*. Cali, Colombia: F
- Banco Interamericano de Desarrollo (2004). *Gestión de riesgos ante desastres naturales*. Ciudad de México, México: Mc Graw Hill.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2011). *Estudio Complementario de las Condiciones De Riesgo De Desastres en La Ciudad de Ayacucho*. Ayacucho: MIVCS.
- Carrasco, S. (2007). *Metodología de la investigación*. Lima, Perú: San Marcos.
- CEPAL (2000). *Indicadores de vulnerabilidad ante desastres naturales*. Ciudad de México, México: Mc Graw Hill.
- CEPAL. (2011). Vulnerabilidad y Medio Ambiente. *Las diferentes expresiones de la vulnerabilidad social en América Latina y el Caribe* (pág. 36). Chile: Naciones Unidas.
- Hernández y Otros (2014). *Metodología de la investigación*. Ciudad de México. México: Mc Graw Hill.
- INDECI. (2004). *Plan de Prevención ante Desastres: Usos del suelo y Medidas de Mitigación*. Ayacucho: INDECI, PNUD - PROY. PER/02/051.
- INDECI. (2009). *Gestión del Riesgo de Desastres para la planificación del desarrollo local*. Lima: Caritas del Perú.
- INDECI. (2011). *Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres SINAGERD Ley N° 29664*. Lima: Gobierno Regional de Ayacucho.
- INDECI. (2011). *Manual de Estimación del Riesgo ante el Movimientos en Masa en Laderas*. Lima: Litigraf EIRL.
- INDECI. (2011). *Reglamento de la Ley 29664*. Lima: Gobierno Regional de Ayacucho.
- INDECI. (2014). *DS 074-2014-PCM Norma Complementaria de la Ley 29664*. Lima: El Peruano.

- INEI. (2007). *Censos Nacionales XI de población y VI de vivienda*. Lima: INEI.
- Jiménez, F. (2009). *Elementos históricos y urbanos en la generación de desastres por inundaciones y deslizamientos en Cali, 1950 – 2000*. Tesis inédita presentada a la Universidad de Cali, Colombia.
- Lavell, A. (1996). *Sistemas de prevención ante desastres naturales*. Madrid, España: Paidós.
- Leonelli, K. (2000). *Gestión de riesgos. Experiencias en la ciudad de Bogotá*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Municipalidad Provincial de Huamanga. (2008). *Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Ayacucho al 2018*. Ayacucho: MPH.
- Municipalidad Provincial de Huamanga. (2009). *Plan de Desarrollo Concertado al 2021*. Ayacucho: MPH.
- Narváez, L., Lavell, A. & Pérez, G.. (2009). *La Gestión del Riesgo de Desastres: Un Enfoque basado en procesos*. Lima, Perú: Secretaria de la Comunidad Andina. P.33.
- Rosales, J. (2009). *Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua*. Tesis inédita presentada a la Universidad Carazo, Managua, Nicaragua.
- Pino, J. (2007). *Metodología de la investigación*. Lima, Perú: San Marcos.
- Saborío, T. (2003). *Indicadores de riesgo de desastres*. Madrid, España: Graos.
- Salgado, J. (2005). *Análisis integral del riesgo a deslizamientos e inundaciones en la microcuenca del río Gila, Copán, Honduras*. Tesis presentada a la Universidad Francisco Morazán, Tegucigalpa, Honduras.
- Torres, H. (2007). *Valoración Del Riesgo En Deslizamientos, presentado a la Universidad Ricardo Palma de Lima, Perú*. Tesis presentada a la Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú: URP.
- Velásquez, E. (2004). *Gestión de riesgos*. Madrid, España: Graos.
- Wilches-Chaux, J. (1989). *Elementos técnicos del peligro y la vulnerabilidad en zonas rurales*. Buenos Aires, Argentina: Trillas.

ANEXOS

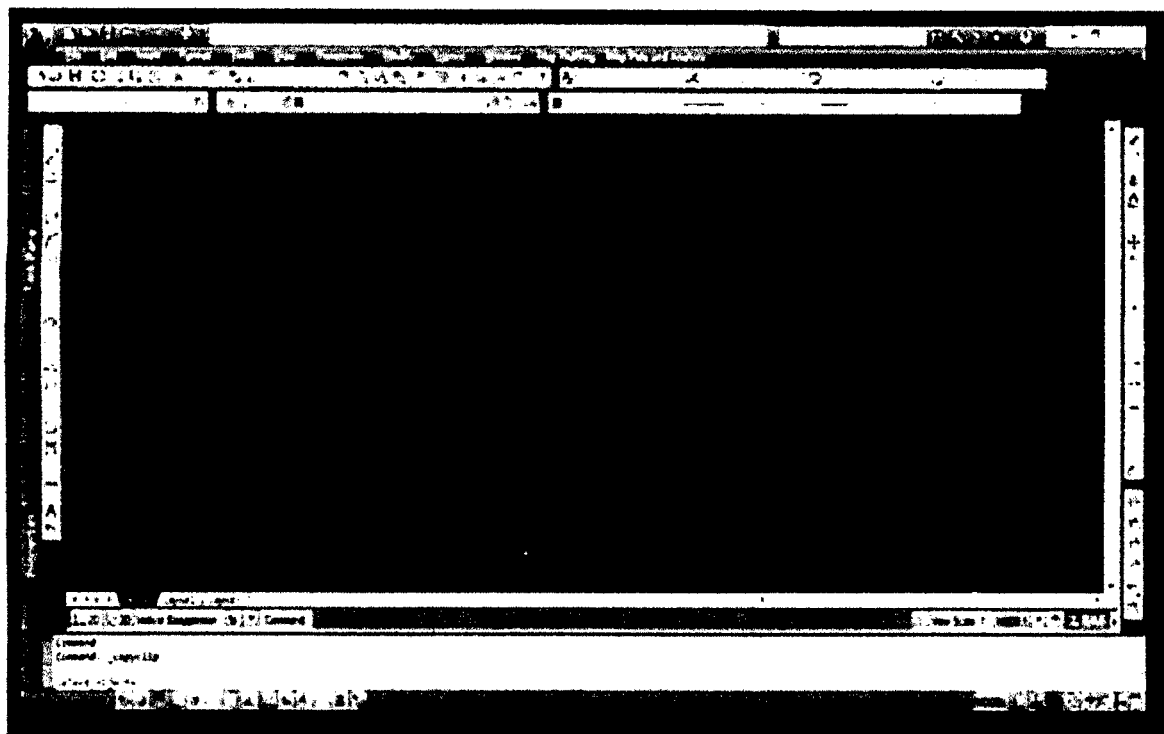
Anexo 1: Procesos para la especialización y análisis de la información

I) Reconocimiento del área de estudio y levantamiento de las manzanas y lotes. Se inicia con la revisión de los archivos CAD (DWG).

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
Drawing1.dwl	01/07/2010 11:20	Archivo DWT	1 KB
Drawing1.dwt2	01/07/2010 11:20	Archivo DWT2	1 KB
PLANO Nº 02 Geología Local.bak	01/07/2010 00:40	Archivo BAK	23.611 KB
PLANO Nº 02 Geología Local.dwg	01/07/2010 00:40	Archivo DWG	20.725 KB
PLANO Nº 02 Geología Local_1_1_2560.sv...	01/07/2010 00:37	Archivo DWG	21.100 KB
PLANO Nº 06 Clasificación de Suelos y R...	01/07/2010 11:21	Archivo BAK	24.511 KB
PLANO Nº 06 Clasificación de Suelos y R...	01/07/2010 11:21	Archivo DWG	24.511 KB
PLANO Nº 07 Capacidad portante de los ...	16/07/2010 04:49	Archivo BAK	20.173 KB
PLANO Nº 07 Capacidad portante de los ...	16/07/2010 04:49	Archivo DWG	20.173 KB
PLANO Nº 03 Geotécnico.bak	16/07/2010 04:17	Archivo BAK	14.073 KB
PLANO Nº 03 Geotécnico.dwg	16/07/2010 04:49	Archivo DWG	23.140 KB
PLANO Nº01 Ubicación del área de estud...	16/07/2010 04:10	Archivo BAK	5.011 KB
PLANO Nº01 Ubicación del área de estud...	16/07/2010 04:49	Archivo DWG	5.011 KB
PLANO Nº03 Geomorfología Local.bak	16/07/2010 04:15	Archivo BAK	20.173 KB
PLANO Nº03 Geomorfología Local.dwg	16/07/2010 04:49	Archivo DWG	20.173 KB
PLANO Nº04 Sismicidad Local.bak	16/07/2010 04:15	Archivo BAK	4.012 KB
PLANO Nº04 Sismicidad Local.dwg	16/07/2010 04:49	Archivo DWG	4.012 KB
PLANO Nº05 Ubicación de calicatas.bak	16/07/2010 04:12	Archivo BAK	40.076 KB
PLANO Nº05 Ubicación de calicatas.dwg	16/07/2010 04:49	Archivo DWG	40.076 KB

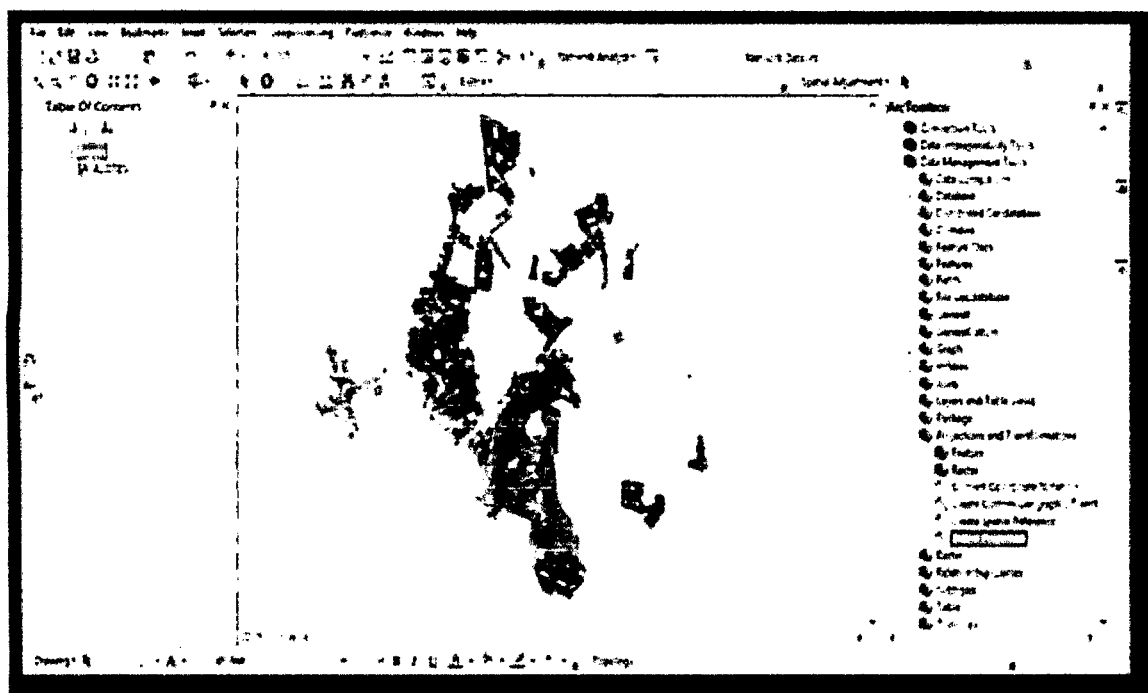
Ubicamos la capa de "Lotes" y la exportamos a shapefile.

Map Drawing > Import/Export > Export...



Archivo generado anteriormente.

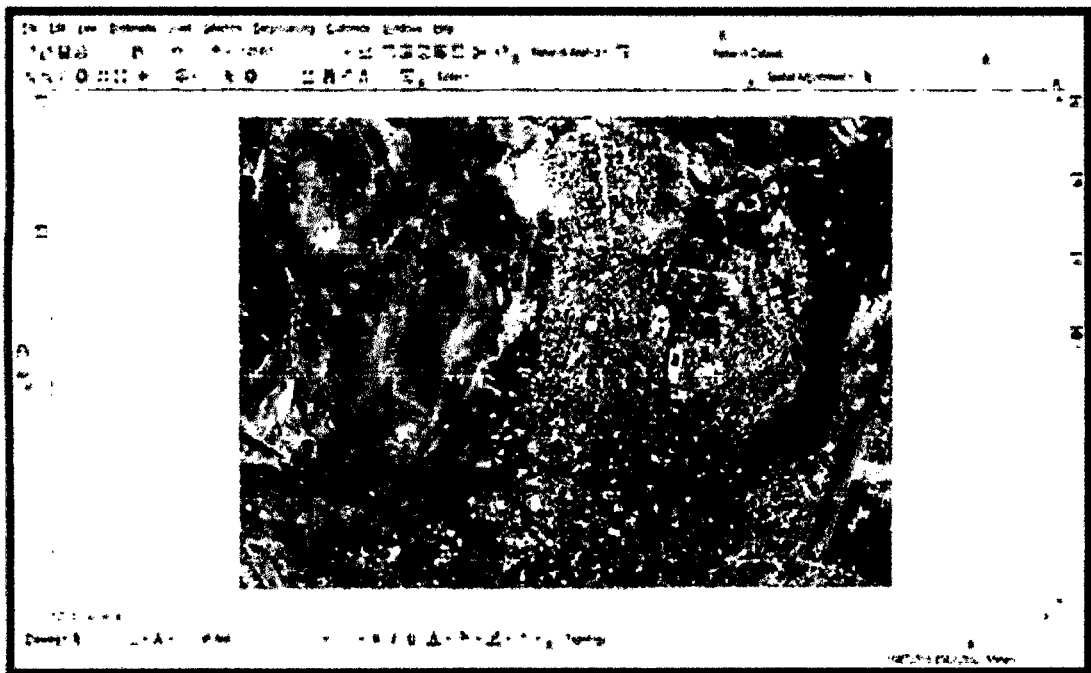
Arctoolbox > Datamanager tools > Projection Transformations > Define Projection



Exportamos a formato "KML" para validar la posición de nuestro shape de Lotes en Google Earth.

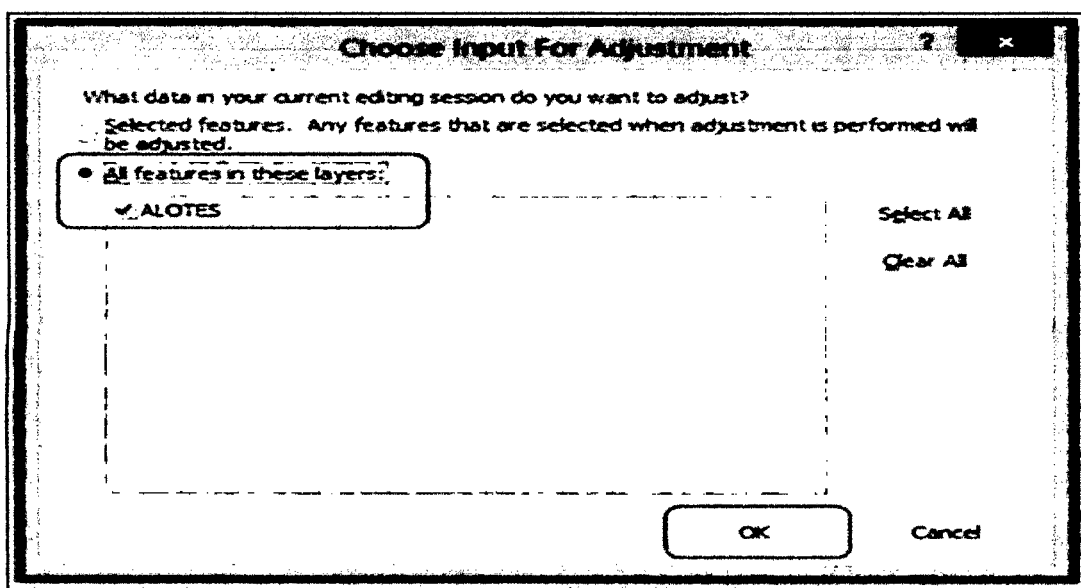
Se observa que la capa se ubica en la zona deseada, sin embargo, los Lotes no están exactamente en posición con los de la imagen, para solucionarlo se descarga la imagen satelital en Google Maps, a través de la dirección URL, que a la vez servirá de "fondo geográfico" del mapa.

En Google Earth ubicamos 4 puntos de control para Georeferenciar la imagen.

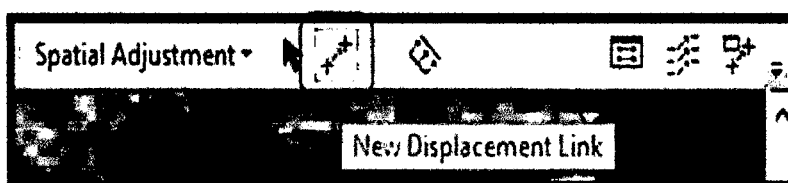


Una vez georeferenciada la imagen, superponemos la capa lotes a la imagen.

A través de la extensión "Spatial Adjustment" el shape de Lotes se ajustará a la imagen satelital (la cual ya se encuentra georeferenciada).



Con la siguiente herramienta, indicamos los puntos a mover, el orden es: indicar un punto del shp. (Ya que este será ajustado) a un punto en la imagen (lugar donde debería estar), entre más puntos se ubique el ajuste será mayor.



Mediante la imagen satelital, obtenida de Google Maps, pasamos a limitar el área de estudio.



Para ello creamos un "Shapefile" de forma poligonal e iniciamos la delimitación, de la zona de estudio, según criterios previamente considerados.



A través de la herramienta Clip.

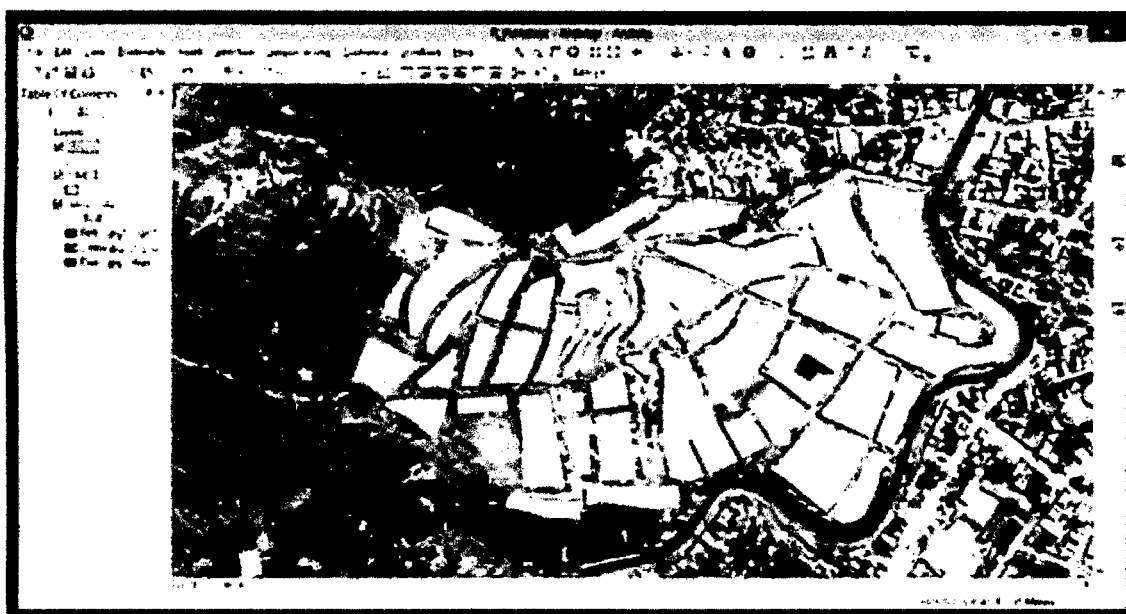
Realizamos la extracción de los lotes que están dentro de nuestro límite.

Analysis tools > Extract > Clip

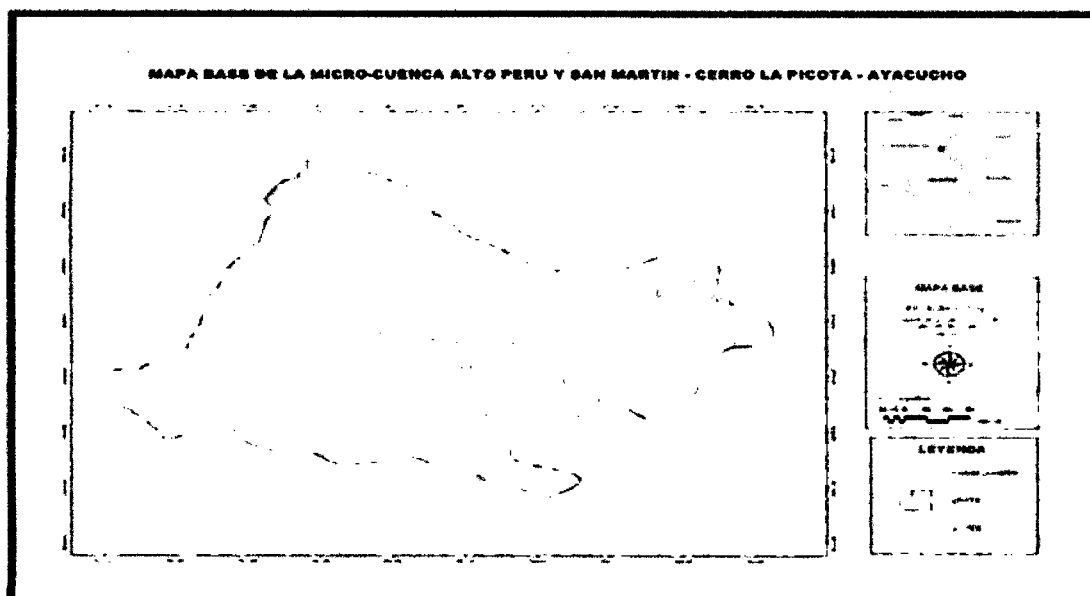


Ahora pasamos a la identificación de las manzanas y lotes que están circunscritas en nuestra área de estudio e iniciamos el dibujo de las manzanas y lotes que faltan incorporar dentro del área de trabajo.

Editamos el "Shapefile" lotes, iniciando la edición de cada manzana y lote faltante.



Terminado esto, obtenemos el mapa base que junto a la ficha técnica se usaran en el "Trabajo de campo", para la recolección de información; este mapa nos permitirá, en el campo, relacionar la ficha técnica con un lote, para que en gabinete se pueda ingresar los datos correctamente al "Shapefile".

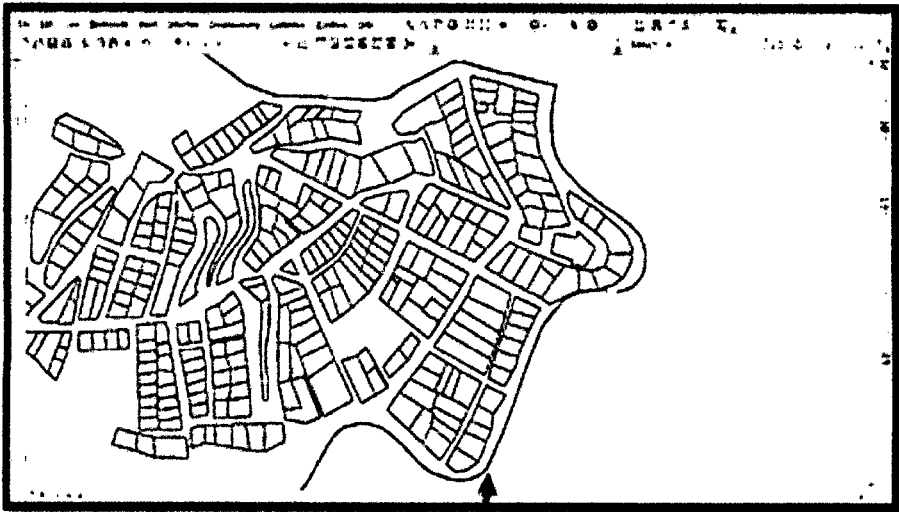


Anexo 2: Ficha técnica

Evaluación de vulnerabilidad a desastres en viviendas por deslizamiento en la Microcuenca de San Martín y Alto Perú				
<u>Ficha Técnica</u>				
Cuenca	Mzna			
				Lote
Marcar con un "X"				
Estado de Predio	Habitado	Deshabitado	Baldío	
Doc. De Propiedad:	Título	Constancia	No tiene	Otro:.....
Uso Vivienda	Vivienda	Comercial	Estatul	Comunal
Otro: _____				
ESTRUCTURAL				
1: Sistema Estructural (tipo de Materiales)				
Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	
2: Calidad de Sistema Resistente:				
Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	
3: Cimentación (posib. De Agritarse, undirse, inclinarse o Colapsar)				
Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	
EXPOSICION:				
4:Nivel de Exposición Directa a los peligros				
Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	
5: Facilidad de Evacuación durante un evento.				
Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	

Anexo 3: Ingreso de información a la base de datos

Ingresamos los datos de nuestra ficha técnica ayudándonos de nuestro mapa base usado en campo, para seleccionar el polígono correcto.



The diagram illustrates the process of linking a physical map to a database. The top part shows a map of a neighborhood with a grid of lots. An arrow points from a specific lot on the map to a corresponding row in a data table below.

Table

LOTES	FIG	Shape	MZNA	LOTES	COCH	P. EXHIB	P. PROY	P. DE M. U.	P. BARRIO	V. MATER	V. COM. N.	V. C. OTI	V. P. M. N.	V. P. P. O. S.	V. V. A. C. O.
1	0		21	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1		21	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2		21	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	3		21	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	4		21	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	5		21	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	6		21	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	7		21	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	8		21	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	9		21	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	10		21	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	11		21	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	12		21	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	13		21	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	14		21	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	15		21	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	16		21	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	17		21	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	18		21	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	19		21	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 (1 out of 20 Selected)

Como se puede notar, los datos que se obtienen a partir de la ficha técnica son:

Manzana municipal (MZNA)

Lote municipal (LOTE)

Manzana municipal más Lote municipal (CODIGO)

Vulnerabilidad por Material Constructivo (V_MATER)

Vulnerabilidad por Cimentación (V_CIMEN)

Vulnerabilidad por Exposición Directa (V_EXPOS)

Vulnerabilidad por Facilidad de evacuación (V_EVACU)

Habiendo concluido el llenado de los datos de la ficha técnica, debemos de obtener los datos restantes. Estos datos serán llenados después de la elaboración de las capas temáticas.

Peligro de Derrumbe (P_DERRUN)

Peligro de Erosión (P_EROSI)

Peligro de Deslizamiento (P_DESLIZ)

Peligro de Inundación (P_INUND)

Vulnerabilidad por Geotecnia (V_GEOTE)

Vulnerabilidad por Pendiente (V_PENDI)

Anexo 4: Elaboración de capas temáticas

Se tienen los archivos CAD (DWG). Producto del “MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE AYACUCHO”

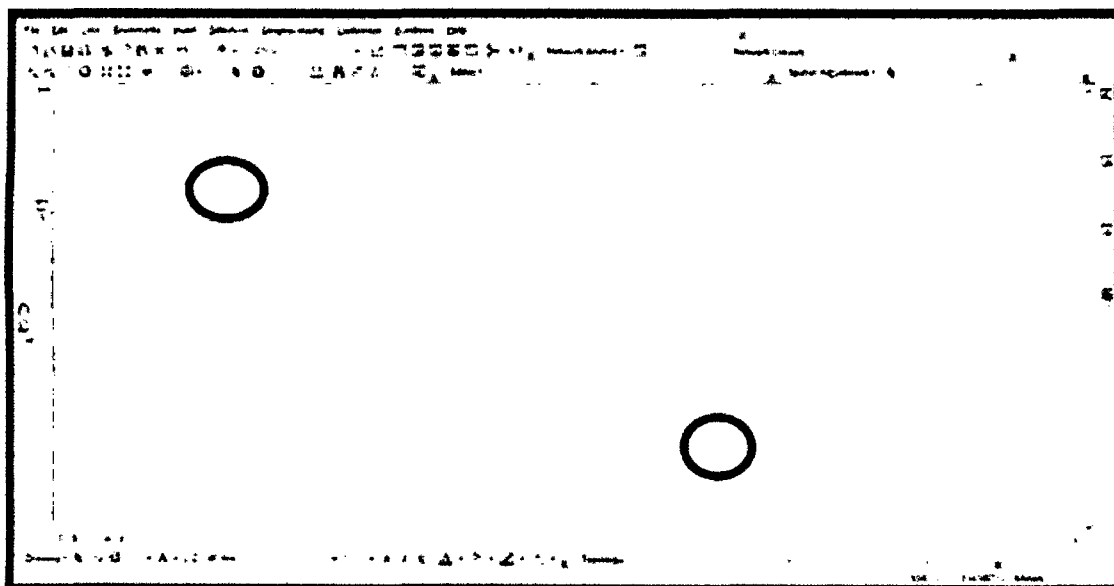
Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
Drawing1.dwl	02/07/2010 11:02	Archivo DWT	1 KB
Drawing1.dwl2	02/07/2010 11:07	Archivo DWT2	1 KB
PLANO Nº 02 Geología Local.bak	01/07/2010 07:40	Archivo BAK	25.01 KB
PLANO Nº 02 Geología Local.dwg	01/07/2010 07:41	Archivo DWG	24.723 KB
PLANO Nº 02 Geología Local_1_1_2550.sv...	01/07/2010 09:07	Archivo DWG	24.000 KB
PLANO Nº 06 Clasificación de Suelos y R...	22/07/2010 11:31	Archivo BAK	24.510 KB
PLANO Nº 06 Clasificación de Suelos y R...	22/07/2010 11:31	Archivo DWG	24.510 KB
PLANO Nº 07 Capacidad portante de los ...	16/07/2010 04:11	Archivo BAK	24.170 KB
PLANO Nº 07 Capacidad portante de los ...	16/07/2010 04:11	Archivo DWG	24.079 KB
PLANO Nº 08 Geotécnico.bak	16/07/2010 04:17	Archivo BAK	24.070 KB
PLANO Nº 08 Geotécnico.dwg	16/07/2010 04:17	Archivo DWG	23.940 KB
PLANO Nº01 Ubicación del área de estud...	16/07/2010 04:10	Archivo BAK	5.271 KB
PLANO Nº01 Ubicación del área de estud...	16/07/2010 04:10	Archivo DWG	5.072 KB
PLANO Nº03 Geomorfología Local.bak	16/07/2010 04:10	Archivo BAK	24.000 KB
PLANO Nº03 Geomorfología Local.dwg	16/07/2010 04:10	Archivo DWG	23.931 KB
PLANO Nº04 Sismicidad Local .bak	16/07/2010 04:35	Archivo BAK	4.051 KB
PLANO Nº04 Sismicidad Local .dwg	16/07/2010 04:35	Archivo DWG	4.000 KB
PLANO Nº05 Ubicación de calicatas.bak	16/07/2010 04:10	Archivo BAK	42.700 KB
PLANO Nº05 Ubicación de calicatas.dwg	16/07/2010 04:10	Archivo DWG	42.500 KB

Exportar cada capa temática (archivo) a “shapefile”.

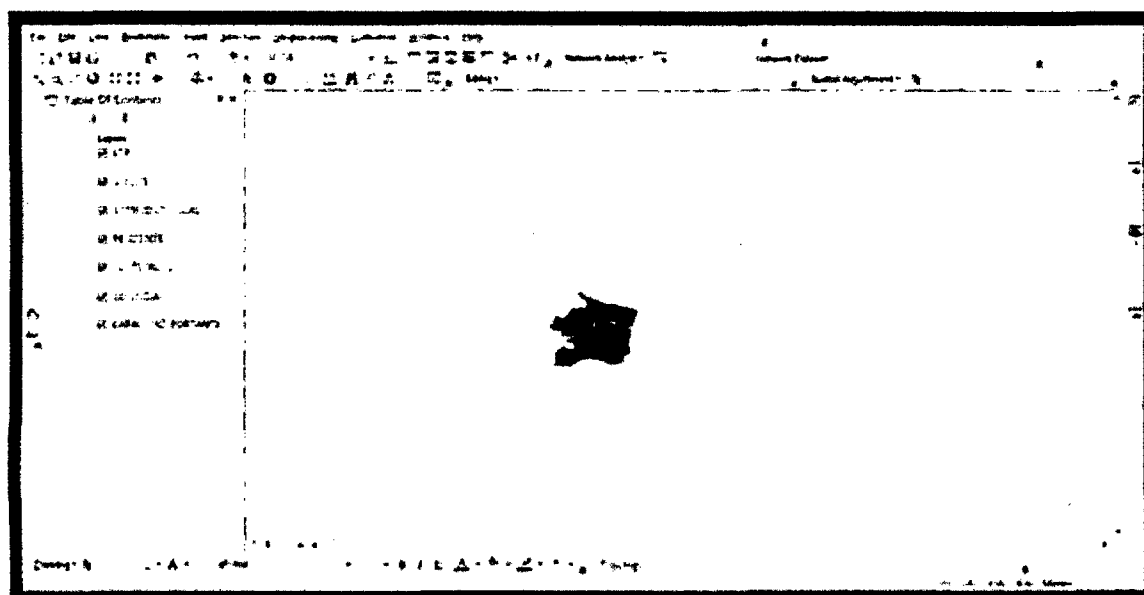
Map Drating > Import/Export > Export...

En algunos archivos fue necesario rotarlos antes de exportarlos, en otros se usó la herramienta “BOUNDARY” para generar polígonos.

Teniendo todas las capas exportadas, las abrimos en ArcGis, abrimos también el Shp. Lotes para tenerlo como referencia de posición. Notaremos que hay capas que están en otra posición (lejos de lotes).

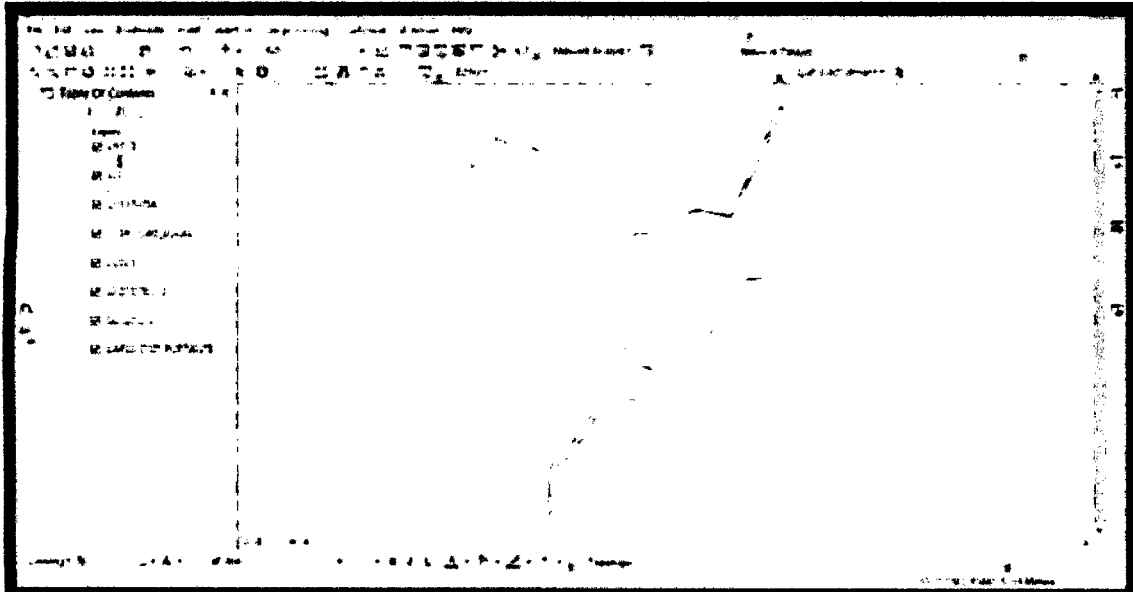


Activamos el editor y movemos las Shp. justo donde están los Lotes (ya que estas son nuestra referencia), guardamos la edición.



Le asignamos su sistema de coordenadas.

Con el límite del área de trabajo anteriormente elaborado, recortamos todas las capas con la herramienta "CLIP" y obtenemos:



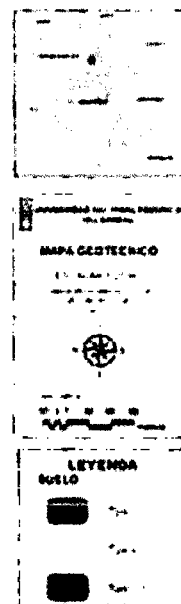
Le aplicamos topología para corregir cualquier error topológico y limpiamos líneas repetidas, puntos de mas, superposiciones, y campos nulos.

Generamos su tabla de atributos y rellenamos la data en cada una de las capas.

Iniciamos con la edición de cada capa temática para hacerla semejante a la realidad y escala trabajada (adaptación de la información) con ayuda de la imagen satelital la cual la tendremos de base.



GEOTECNIA DE LA MICRO-CUENCA ALTO PERU Y SAN MARTIN - CERRO LA PICOTA - AYACUCHO



GEOTECNICO			DESCRIPCION
ID	Etapa	Suelo	
1	Revisar	Tec II	Grava arena arenosa formada por la mezcla de pedras subredondeadas de origen sedimentario antiguo y reciente y fragmentos de baja cohesión. Con regular capacidad portante.
2	Revisar	Tec II	Grava arena arenosa formada por la mezcla de pedras subredondeadas de origen sedimentario antiguo y reciente y fragmentos de baja cohesión. Con regular capacidad portante.
3	Revisar	Tec II	Grava arena arenosa formada por la mezcla de pedras subredondeadas de origen sedimentario antiguo y reciente y fragmentos de baja cohesión. Con regular capacidad portante.
4	Revisar	Tec II	Grava arena arenosa formada por la mezcla de pedras subredondeadas de origen sedimentario antiguo y reciente y fragmentos de baja cohesión. Con regular capacidad portante.

Edición de las curvas de nivel.

Ubicamos el archivo CAD que contiene las curvas de nivel a metro, y la exportamos a Shp.

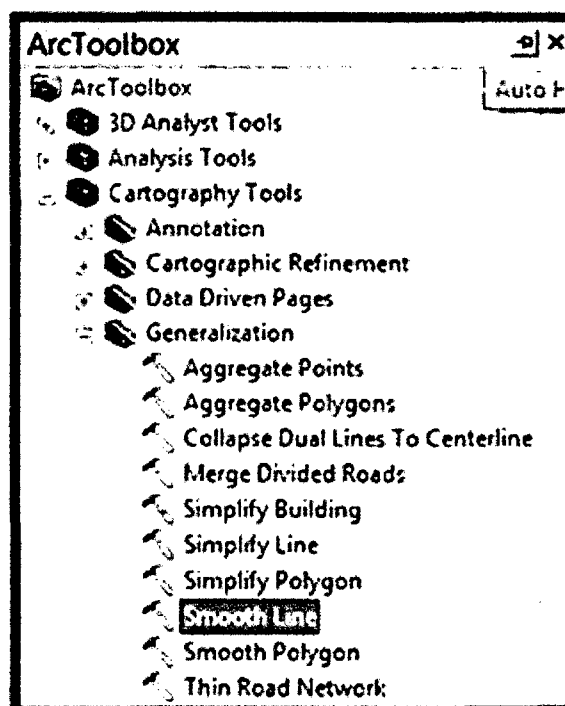
Le asignamos su sistema de coordenadas y la recortamos (CLIP) con el límite del área a trabajar. Posteriormente importamos el shp a CAD para iniciar con la corrección de las curvas rotas, es decir unir las, a través del comando "JOIN".

Table					
Curvas_Nivel1m					
	FID	Shape *	ELEVACION	TIPO	ID_CN
	0	Polyline	3061	MEHORES	1
	1	Polyline	3062	MEHORES	2
	2	Polyline	3063	MEHORES	3
	3	Polyline	3064	MEHORES	4
	4	Polyline	3065	INTERMEDIAS	5
	5	Polyline	3066	MEHORES	6
	6	Polyline	3067	MEHORES	7
	7	Polyline	3068	MEHORES	8
	8	Polyline	3069	MEHORES	9
	9	Polyline	3070	MAYORES	10
	10	Polyline	2903	MEHORES	11
	11	Polyline	2904	MEHORES	12
	12	Polyline	3120	MAYORES	13
	13	Polyline	3155	INTERMEDIAS	14
	14	Polyline	3160	MAYORES	15
	15	Polyline	3170	MAYORES	16
	16	Polyline	3146	MEHORES	17
	17	Polyline	3145	INTERMEDIAS	18
	18	Polyline	3144	MEHORES	19
	19	Polyline	3143	MEHORES	20
	20	Polyline	3142	MEHORES	21

14 1 (0 out of 327 Selected)

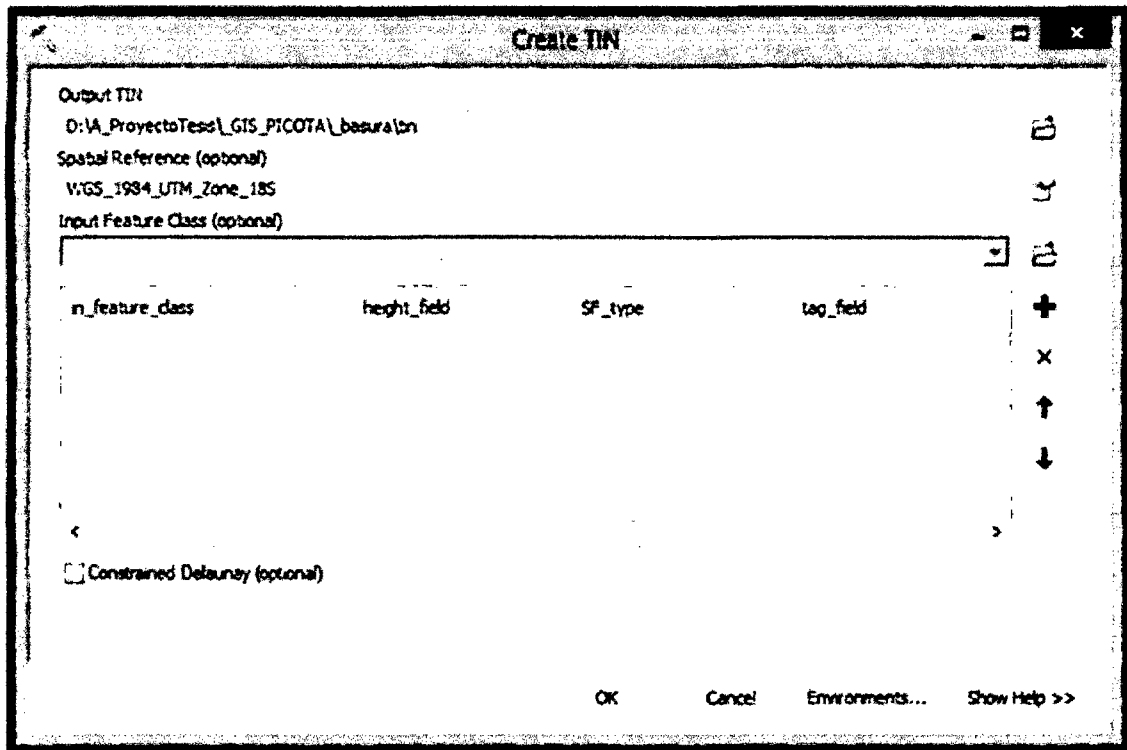
Curvas_Nivel1m

Finalmente afinamos un poco las curvas (suavizado).

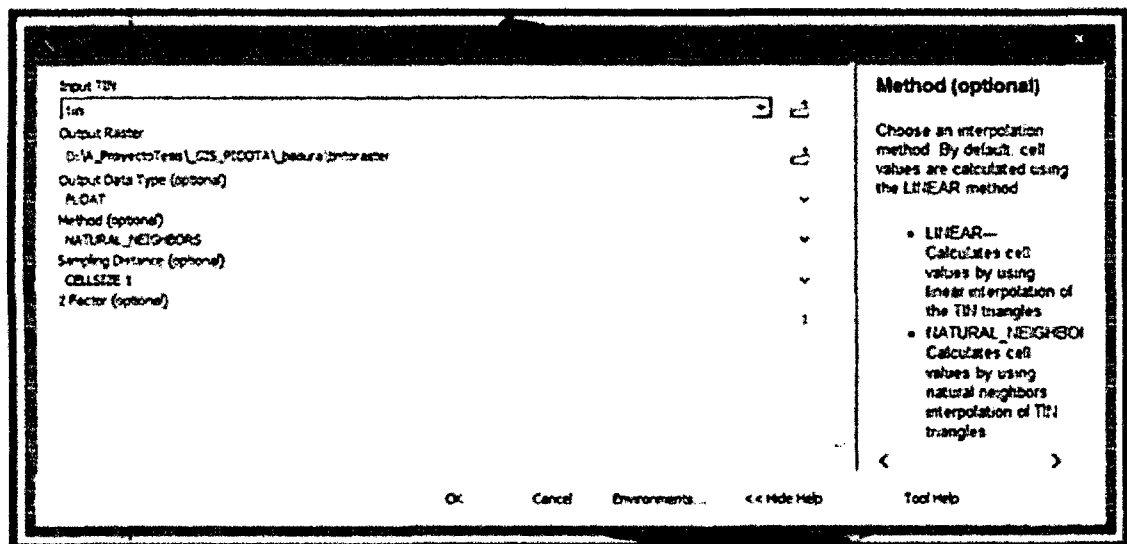


Generamos del DEM

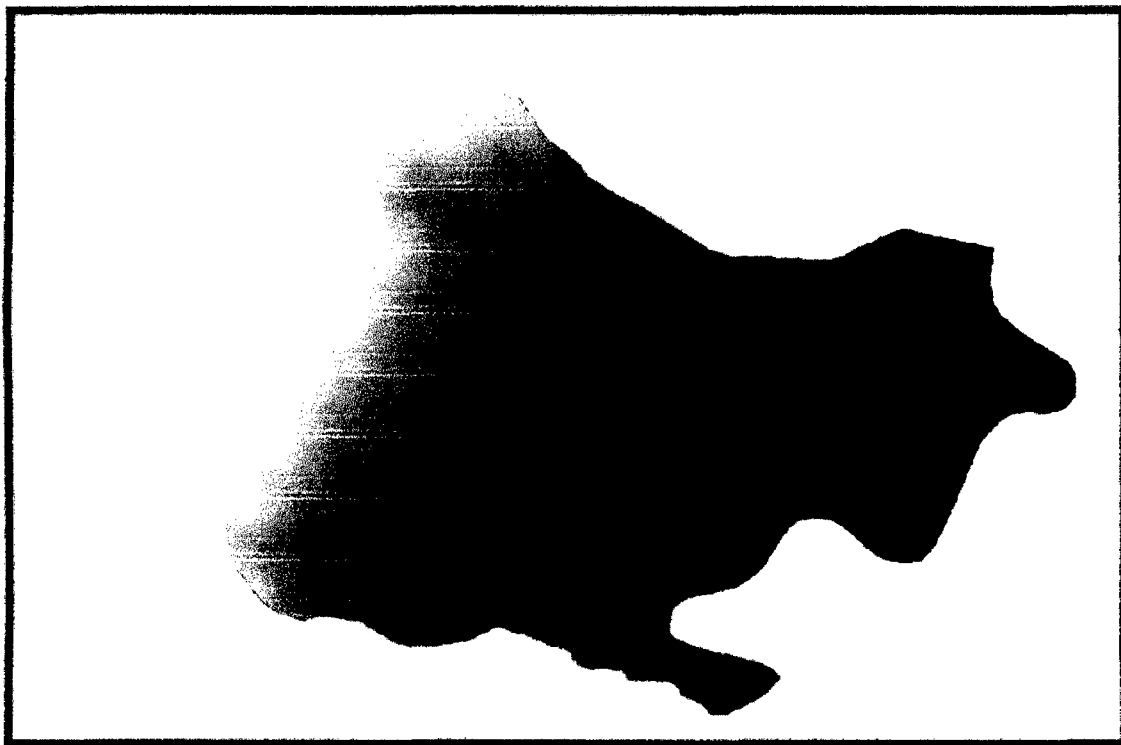
A partir de las curvas de nivel corregidas anteriormente, generaremos el DEM, para ello primero creamos un TIN.



Seguido convertimos el TIN a Raster para obtener el DEM

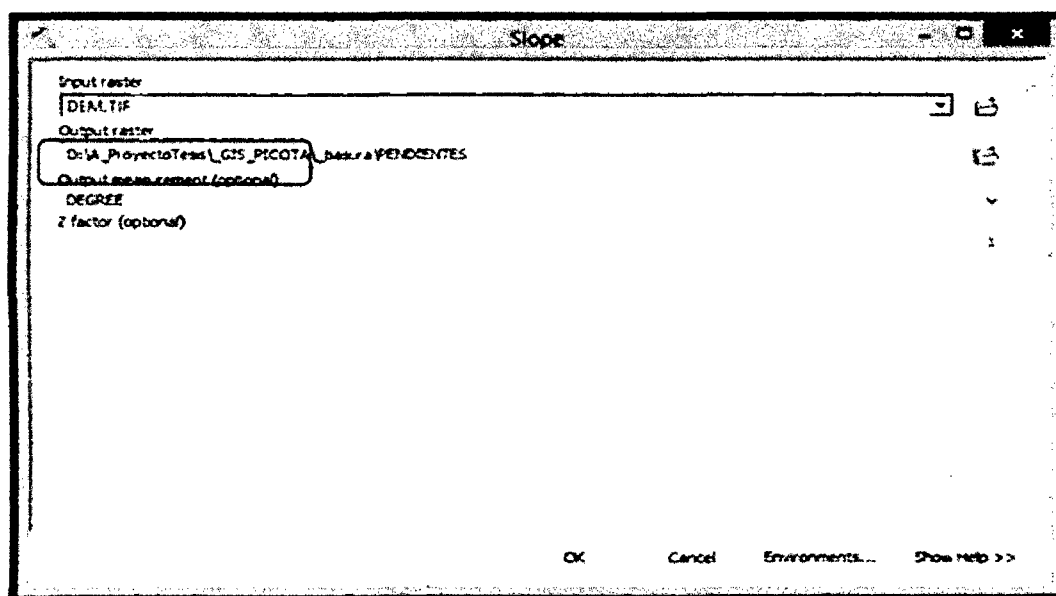


Teniendo como resultado el DEM, al cual lo recortamos con el límite de trabajo:



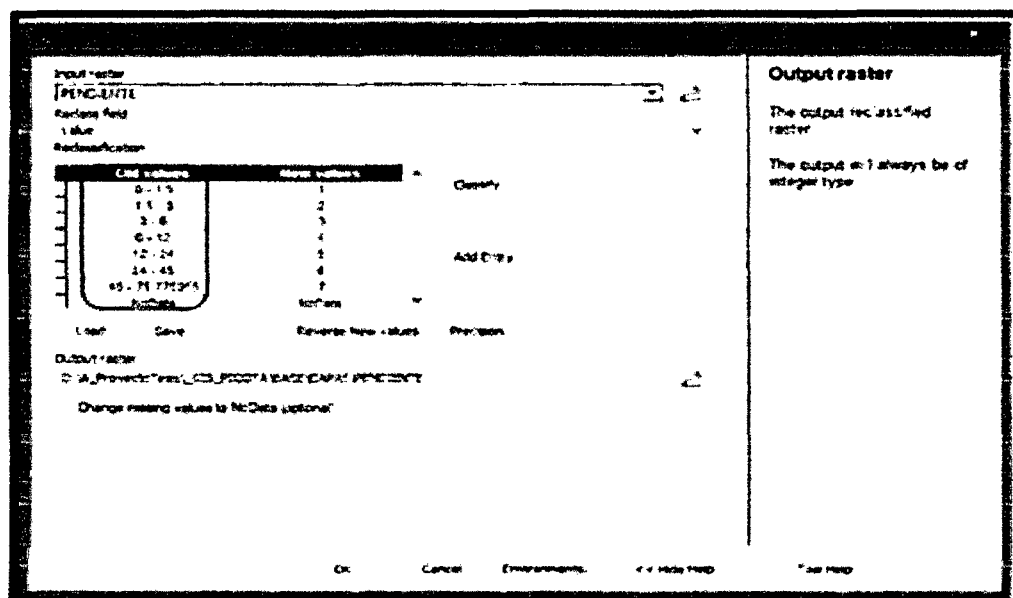
Mapa de pendientes

Generaremos el mapa de pendientes a partir del DEM, debemos indicar que la salida sea en Grados.

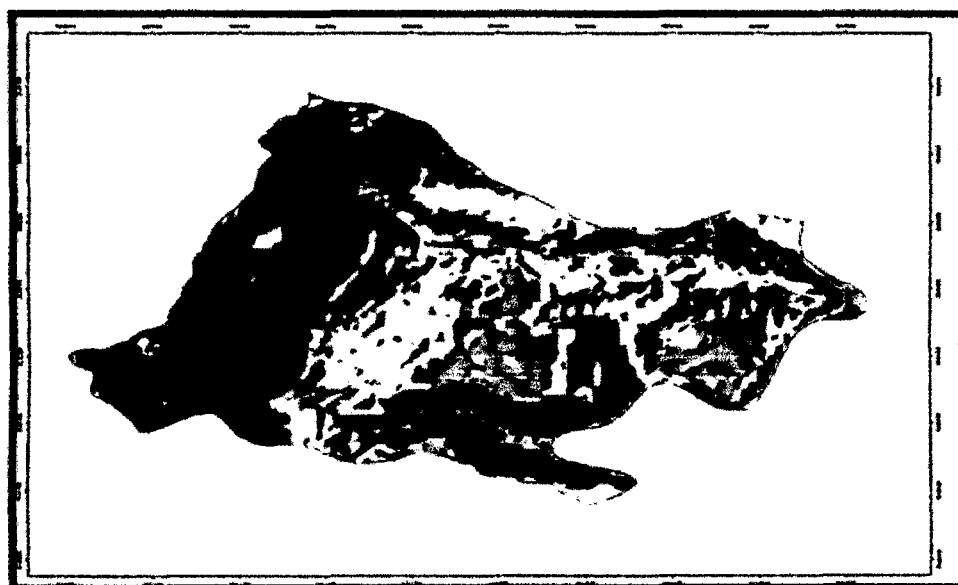


Se generará un mapa de pendientes por defecto, sin embargo se debe reclasificar según lo requerido, para el análisis. Se utilizara los rangos dados por "Tricart".

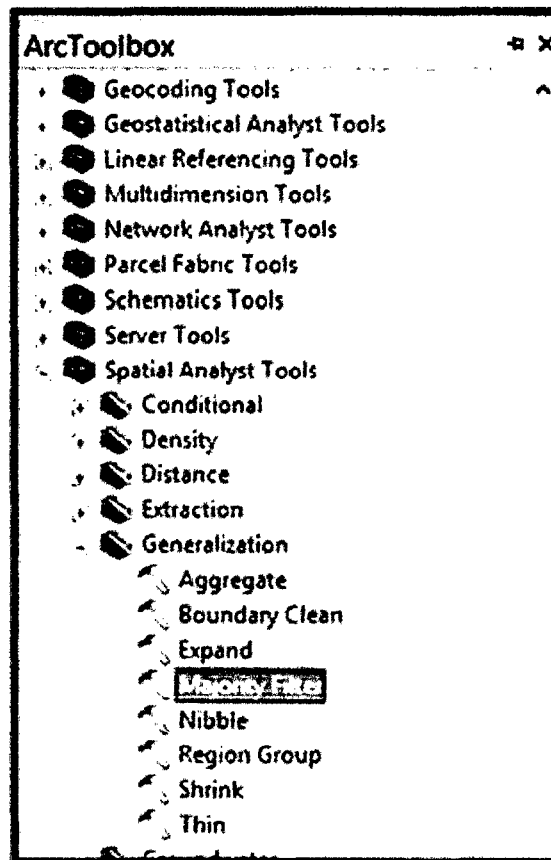
Una vez teniendo los rangos en grados e intervalos definidos, lo reclasificamos.



Obtendremos:



Le aplicamos "Filtro" para afinar los bordes de cada pixel, con el fin de tener un mapa de pendientes mejorado.



Abrimos la tabla de atributos y le generamos un capo con los rangos, ya que estos aparecen como números discretos.

Table

pendiente

Rowid	VALUE	COUNT	PENDIENTE
0	1	982	< 1° 30'
1	2	1638	3° - 1° 30'
2	3	9928	6° - 3°
3	4	34604	12° - 6°
4	5	76978	24° - 12°
5	6	138107	45° - 24°
6	7	26545	> 50°

14 1 1

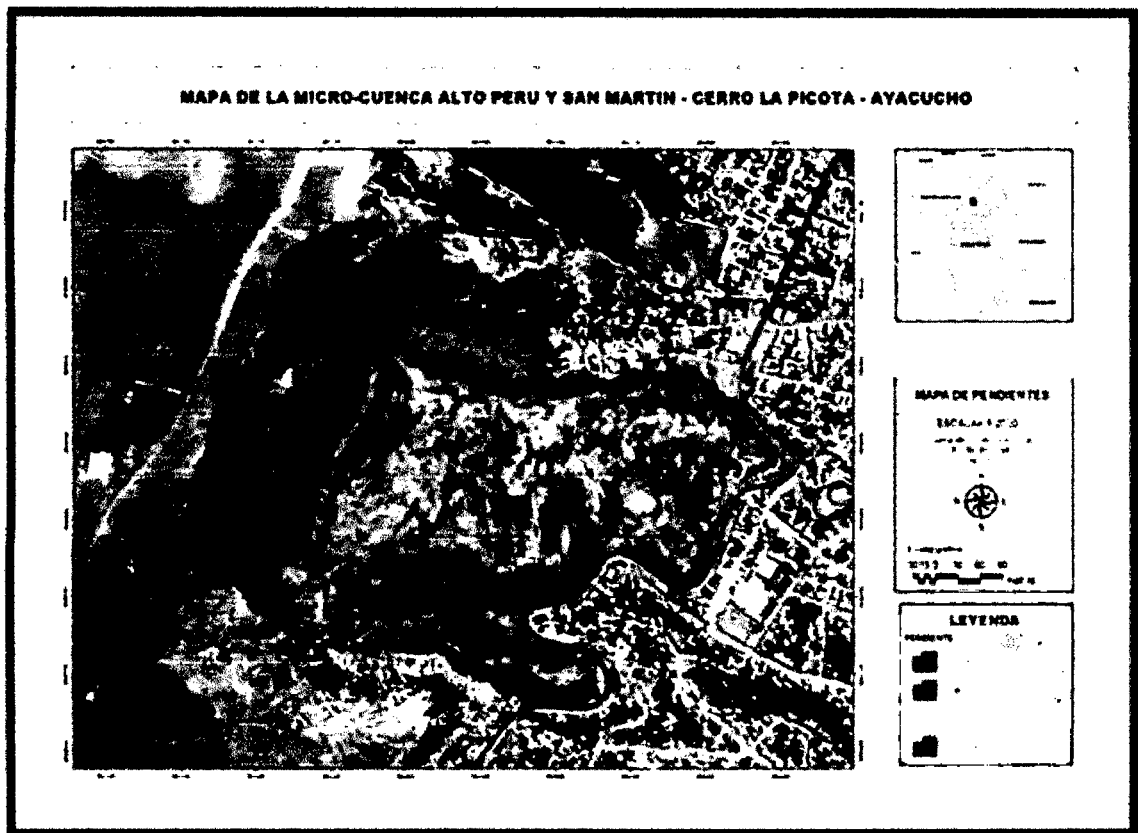
(0 out of 7 Selected)

pendiente

Lo convertimos a "Shapefile"

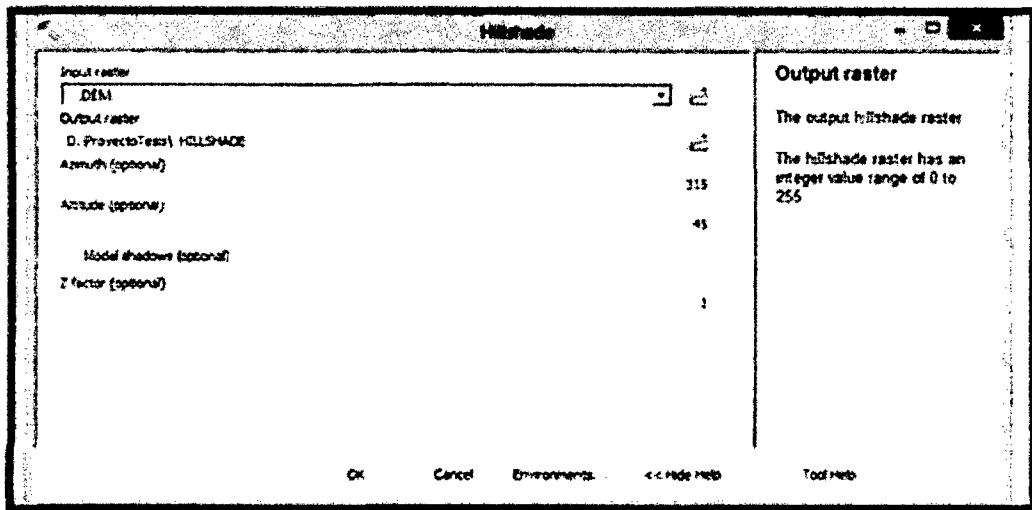
ArcToolbox > Conversion Tools > From Raster > Raster to Polygon

Superponemos el mapa de pendientes sobre la imagen satelital y obtenemos identificado las zonas de mayor pendiente (rojo y naranja).

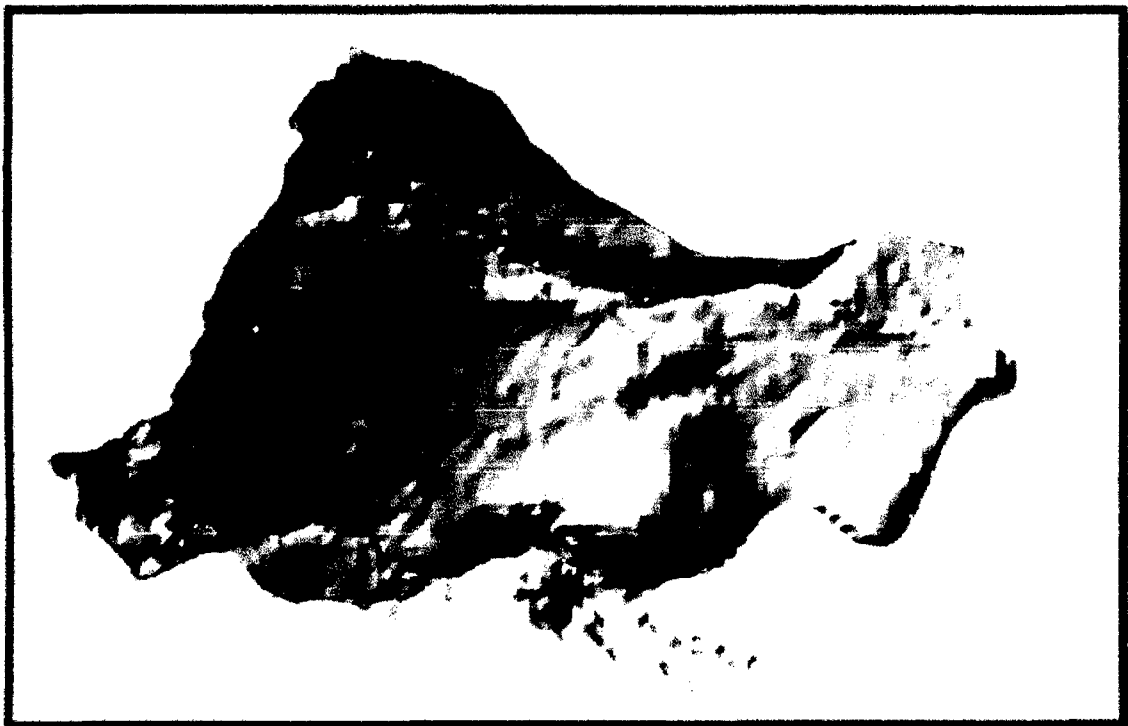


Modelo de sombras

Generaremos un modelo de sombras para obtener el relieve, usaremos el DEM para obtenerlo. En la ventana tenemos 3 opciones que son: Azimut, Altitud y Z Factor. Estas opciones son lo que está dentro de lo llamado "efectos cartográficos avanzados".



Obtenemos:

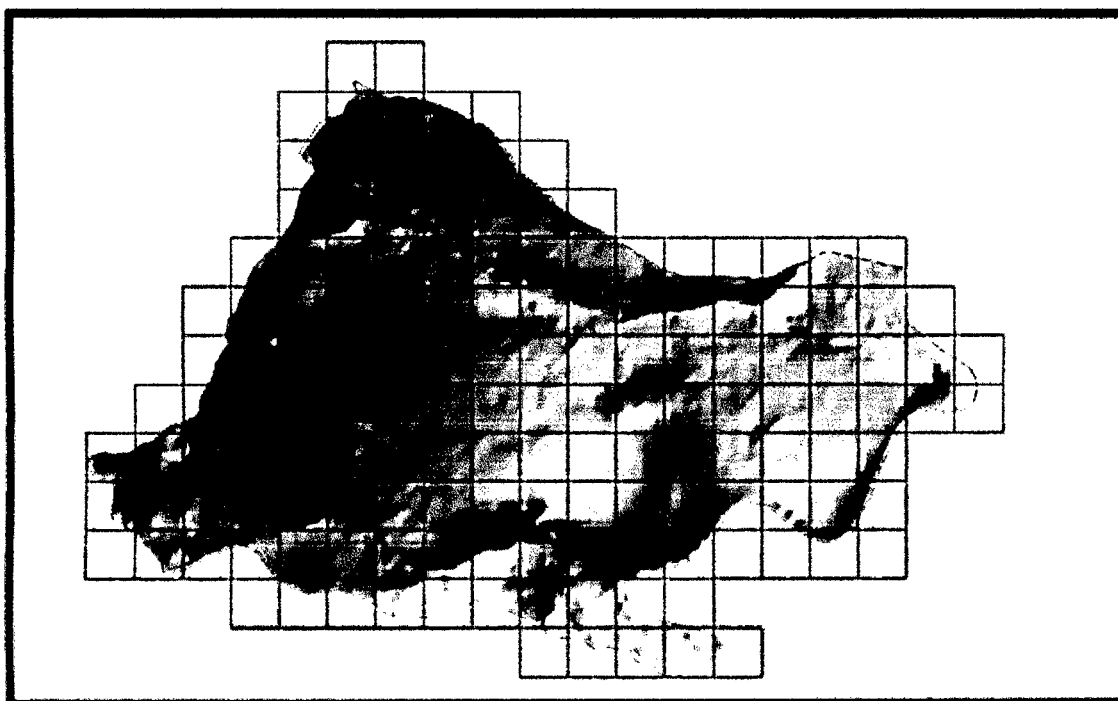


Profundidad de erosión

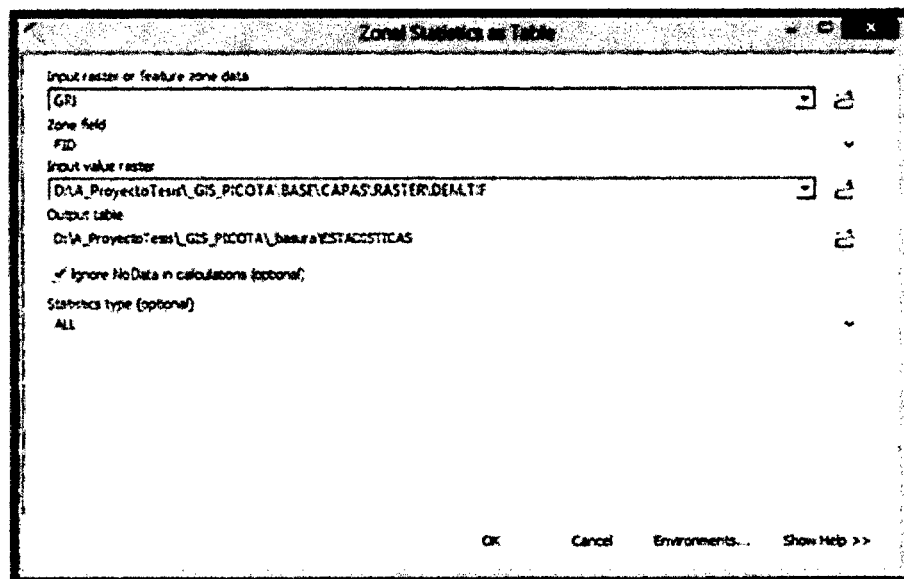
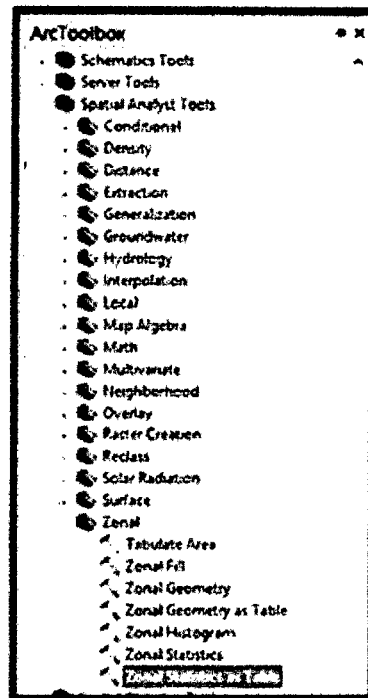
Generaremos el mapa de profundidad de erosión, primero generamos la grilla (50x50m) para calcular las estadísticas por celda.

Output Feature Class D:\A_Proyectos\Tesis\GIS_PCCOTA\Bosque\IGR1.shp Template Extent (optional): Same as layer frame		Create Label Points (optional) Specify whether or not a point feature class will be created containing label points at the center of each fishnet cell. • Checked—A new feature class is created with label points. This is the default. • Unchecked—The label points feature class is not created.	
Left	Top	Right	Center
582001.251131	8541491.203918	582924.070446	
Bottom		Cell Size	
8549081.655513		50	
Fishnet Origin Coordinate	X Coordinate	Y Coordinate	
	582001.2511308594	8549081.655517575	
Y-axis Coordinate	X Coordinate	Y Coordinate	
	582001.3391308594	8549081.655517575	
Cell Size Width			50
Cell Size Height			50
Number of Rows			14
Number of Columns			20
Opposite corner of Fishnet (optional)	X Coordinate	Y Coordinate	
Create Label Points (optional): Geometry Type (optional): POLYGON			
OK Cancel Environments... Hide Help Tool Help			

Obtenemos:



Ahora calculamos las estadísticas de cada celda.



Se nos genera un archivo DBF, con las estadísticas.

Table									
Rowid	FID	COUNT	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	SUM
1	0	188	188	2953 9629	2963	9 037109	2959 0955	2 098419	556309 94
2	1	757	757	2936 9634	2960 9108	23 947268	2949 6587	4 670075	2232914 3
3	2	1826	1826	2920 7844	2950 4697	29 685303	2940 0693	6 168995	4760455
4	3	2012	2012	2915 0273	2943 1934	28 168016	2930 4331	8 039414	5896031 5
5	4	89	89	2916 0298	2926 0273	9 987549	2919 8523	2 187585	259888 91
6	5	1	1	3041 637	3041 637	0	3041 637	0	3041 637
7	6	534	534	3004 2451	3040 78	36 534912	3019 1287	9 151238	1612214 8
8	7	789	789	2993 6618	3004 1191	20 45752	2992 7356	5 521928	2361268 5
9	8	1818	1818	2964 8176	2990 3231	25 510493	2977 947	4 690192	5413303
10	9	1707	1707	2958 739	2981 7856	23 048631	2972 2234	5 674788	5073585 5
11	10	1367	1367	2961 7979	2974 2935	12 495605	2970 1533	2 454615	4060199 8
12	11	2271	2271	2922 6135	2968 9216	46 308105	2948 2	11 131074	6695362
13	12	2500	2500	2910 2851	2952 9092	42 644043	2924 8203	9 726218	7312050 5
14	13	1106	1106	2908 887	2935 4956	26 606643	2916 479	6 713642	3225625 8
15	14	97	97	2913 8889	2918 9802	5 071289	2914 5828	1 047847	282714 53
16	15	1403	1403	3117 0678	3155 7717	38 704102	3134 8853	8 575787	4398244
17	16	1449	1449	3072 9949	3150 1811	57 16626	3101 0715	14 16294	4493452 5
18	17	1347	1347	3029 2061	3074 9346	45 728516	3046 5596	10 805956	4103715 8
19	18	2500	2500	3004 3538	3041 1467	36 792969	3020 7246	8 772586	7551812
20	19	2500	2500	2986 5725	3008 4634	21 890869	2998 0007	5 323782	7495002
21	20	2500	2500	2963 2555	2989 5044	26 148926	2960 0698	5 900658	7450174 5
22	21	2500	2500	2948 9648	2981 2833	32 323486	2964 1843	8 629328	7410410 5
23	22	2500	2500	2937	2969 4844	32 484355	2950 7708	7 662781	7376927
24	23	2500	2500	2921 7925	2963 2627	41 470215	2939 0682	8 6067	7347685 5
25	24	2500	2500	2912 9438	2963 1826	50 218994	2933 3574	13 949167	7345893 5
26	25	2282	2282	2907 0042	2959 0637	52 05957	2931 1543	12 775231	6688894
27	26	1459	1459	2903 6022	2943 1809	39 378662	2918 3274	12 151814	4257829 5

Al cual hacemos JOIN con la grilla a través de FID y lo exportamos como SHP dejando solo los campos MIN, MAX, RANGE

Generamos los campos intensidad que será de muy alta a muy baja y el campo erosión que tendrá los valores del rango en enteros.

Table

Prof_Erosion

FID	Shape *	Id	CELDA	MIN	MAX	RANGE	P_EROSION	UNIDAD	INTENSIDAD
0	Polygon	1	50 x 50	2953.96	2963	9.03711	9	m	Muy Baja
1	Polygon	2	50 x 50	2936.96	2960.9099	23.9473	24	m	Medio
2	Polygon	3	50 x 50	2920.78	2950.47	29.685301	30	m	Medio
3	Polygon	4	50 x 50	2915.03	2943.1899	28.166	28	m	Medio
4	Polygon	5	50 x 50	2916.04	2926.03	9.98755	10	m	Muy Baja
5	Polygon	6	50 x 50	3041.6399	3041.6399	0	0	m	Muy Baja
6	Polygon	7	50 x 50	3004.25	3040.78	36.534901	37	m	Alta
7	Polygon	8	50 x 50	2933.6599	3004.1201	20.4575	20	m	Baja
8	Polygon	9	50 x 50	2964.8201	2990.3301	25.5105	26	m	Medio
9	Polygon	10	50 x 50	2958.74	2981.79	23.0466	23	m	Medio
10	Polygon	11	50 x 50	2961.8	2974.29	12.4956	12	m	Baja
11	Polygon	12	50 x 50	2922.6101	2968.9199	46.308102	46	m	Muy Alta
12	Polygon	13	50 x 50	2910.27	2952.9099	42.644001	43	m	Alta
13	Polygon	14	50 x 50	2908.8899	2935.5	26.608601	27	m	Medio
14	Polygon	15	50 x 50	2913.8899	2918.96	5.07129	5	m	Muy Baja
15	Polygon	16	50 x 50	3155.6799	3157.3601	1.68555	2	m	Muy Baja
16	Polygon	17	50 x 50	3117.0701	3155.77	38.704102	39	m	Alta
17	Polygon	18	50 x 50	3072.99	3130.1599	57.166302	57	m	Muy Alta
18	Polygon	19	50 x 50	3029.21	3074.9299	45.7285	46	m	Muy Alta
19	Polygon	20	50 x 50	3004.3501	3041.1499	36.792999	37	m	Alta
20	Polygon	21	50 x 50	2986.5701	3008.46	21.8909	22	m	Medio
21	Polygon	22	50 x 50	2963.3601	2989.5	26.148899	26	m	Medio
22	Polygon	23	50 x 50	2948.96	2981.29	32.323502	32	m	Medio
23	Polygon	24	50 x 50	2937	2969.46	32.464401	32	m	Medio
24	Polygon	25	50 x 50	2921.79	2963.26	41.4702	41	m	Alta
25	Polygon	26	50 x 50	2912.9399	2963.1599	50.219002	50	m	Muy Alta

(0 out of 149 Selected)

Prof_Erosion

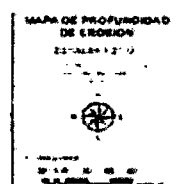
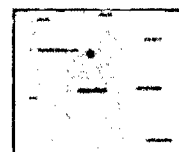
¿Por qué?

Este mapa calcula donde la intensidad de erosión es mayor a través de las estadísticas en cada grilla, hallando el máximo y mínimo valor de cada una y obteniendo de la diferencia del rango en metros donde la erosión influencia por la gravedad, escorrentía, pendiente, clima, etc., por ello la erosión será mayor en las zonas de mayor valor de dichas estadísticas.

Finalmente tenemos el mapa de profundidad de erosión.

Dando simbología por el campo "erosión" o "intensidad" y se idéntica a través de los colores rojo y naranja donde es mayor la intensidad de erosión.

PROFUNDIDAD DE EROSION EN LA MICRO-CUENCA ALTO PERU Y SAN MARTIN - CERRO LA PICOTA - AYACUCHO



Anexo 5: Cálculo del riesgo

Se superpone la imagen e inicia el análisis:



Se procede a llenado de los campos de "PELIGRO", respetando los valores indicados para la estandarización de la data.

Tabla														
LOTES														
ID	Shape	U/AA	LOTI	CODIGO	P. DERR	P. TROSA	P. DELU	P. BORO	V. MATER	V. CUREN	V. GZOTE	V. PERDI	V. EXPOS	V. EVACU
0	Polygon 2M	0	1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	Polygon 2M	21	8	21,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Polygon 2M	21	8A	21,8A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Polygon 2M	0	1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Polygon 2M	21	7	21,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Polygon 2M	21	8A	21,8A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Polygon 2M	21	1	21,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Polygon 2M	21	1	21,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Polygon 2M	21	1	21,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Polygon 2M	21	2	21,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Polygon 2M	21	1	21,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Creamos el campo "RIESGO" y calculamos la ecuación.

FID	Shape	AREA	LOTE	CODIGO	P_DERRUN	P_EROSI	P_DESLIZ	P_DANNO	V_MATER	V_CENES	V_GEOTE	V_PEND	V_EXPOS	V_VACIO	RIESGO
1	Poligono	21	5	21.5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	Poligono	21	6	21.6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	Poligono	21	7	21.7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
4	Poligono	21	8	21.8	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5	Poligono	21	9	21.9	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6	Poligono	21	10	21.10	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
7	Poligono	21	11	21.11	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
8	Poligono	21	12	21.12	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
9	Poligono	21	13	21.13	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
10	Poligono	21	14	21.14	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
11	Poligono	21	15	21.15	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
12	Poligono	21	16	21.16	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
13	Poligono	21	17	21.17	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
14	Poligono	21	18	21.18	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
15	Poligono	21	19	21.19	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
16	Poligono	21	20	21.20	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
17	Poligono	21	21	21.21	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
18	Poligono	21	22	21.22	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
19	Poligono	21	23	21.23	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
20	Poligono	21	24	21.24	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
21	Poligono	21	25	21.25	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
22	Poligono	21	26	21.26	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
23	Poligono	21	27	21.27	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
24	Poligono	21	28	21.28	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
25	Poligono	21	29	21.29	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
26	Poligono	21	30	21.30	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
27	Poligono	21	31	21.31	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
28	Poligono	21	32	21.32	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
29	Poligono	21	33	21.33	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
30	Poligono	21	34	21.34	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
31	Poligono	21	35	21.35	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
32	Poligono	21	36	21.36	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0.05

Field Calculator

Parser: ☒ VB Script ☐ Python

Fields:

Field	Type
FID	Number
Shape	String
AREA	Number
LOTE	Number
CODIGO	Number
P_DERRUN	Number
P_EROSI	Number
P_DESLIZ	Number
P_DANNO	Number

Functions:

Abs ()
Atn ()
Cos ()
Exp ()
Fix ()
Int ()
Log ()
Sin ()
Sqr ()
Tan ()

☒ Show Codeblock

RIESGO =

```

([V_MATER] ^ 0.15) + ([V_CENES] ^ 0.05) + ([V_GEOTE] ^ 0.05) + ([V_PEND] ^ 0.1) + ([V_EXPOS] ^ 0.15) + ([V_VACIO] ^ 0.1) * ([P_DERRUN] ^ 0.1) + ([P_EROSI] ^ 0.1) + ([P_DESLIZ] ^ 0.15) + ([P_DANNO] ^ 0.05)

```

Clear Load Save Help

OK Cancel

Obtenemos:

Anexo 6: Información de la base de datos

La base de datos muestra la siguiente información ingresada y calculada como resultado, incluyendo el Riesgo calculado a partir de los datos de peligro y vulnerabilidad, usando la Ecuación para la Obtención del Riesgo.

CODIGO	MZNA	LOTE	P_ DERRUN	P_ EROSI	P_ DESLIZ	P_ INUND	V_ MATER	V_ CIMEN	V_ GEOTE	V_ PENDI	V_ EXPOS	V_ EVACU	RIESGO
N_1	N	1	1	2	1	4	1	1	1	1	4	1	1
N_2	N	2	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	0
N_3	N	3	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
N_4	N	4	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
N_5	N	5	1	2	1	4	4	1	1	1	2	1	1
D1_1	D1	1	3	2	2	4	3	3	3	2	4	4	2
D1_10	D1	10	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3
D1_11	D1	11	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3
D1_12	D1	12	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3
D1_1A	D1	1A	3	2	3	4	3	4	3	4	4	4	3
D1_18	D1	18	3	2	2	2	3	4	3	4	2	4	2
D1_2	D1	2	3	3	3	3	3	4	3	2	3	4	2
D1_3	D1	3	3	1	2	1	3	3	3	2	1	4	1
D1_4	D1	4	3	1	2	3	3	3	3	2	1	4	1
D1_5	D1	5	3	1	2	3	3	3	3	2	1	4	1
D1_6	D1	6	3	1	2	3	3	3	3	2	1	4	1
D1_7	D1	7	3	1	2	3	3	3	3	2	1	4	1
D1_8	D1	8	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3
D1_9	D1	9	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3
E1_1	E1	1	3	2	2	4	3	3	3	2	4	4	2
E1_2	E1	2	3	2	2	4	3	3	3	2	4	4	2
E1_3	E1	3	3	1	2	3	3	3	3	2	1	4	1
E1_4	E1	4	3	1	2	3	3	3	3	2	1	4	1
E1_5	E1	5	3	1	2	3	3	3	3	2	1	4	1
E1_6	E1	6	3	1	2	3	3	3	3	2	1	4	1
E1_7	E1	7	3	1	2	3	3	3	3	2	1	4	1
E1_8	E1	8	3	1	2	3	3	3	3	2	1	4	1
F1_1	F1	1	1	2	3	4	3	2	3	2	4	4	2
F1_10	F1	10	1	1	1	3	3	1	3	1	1	4	1
F1_11	F1	11	1	1	1	3	3	1	3	1	1	4	1
F1_12	F1	12	1	1	1	3	3	1	3	1	1	4	1

CODIGO	MZNA	LOTE	P_ DERRUN	P_ EROSI	P_ DESIZ	P_ INUND	V_ MATER	V_ CIMEN	V_ GEOTE	V_ PENDI	V_ EXPOS	V_ EVACU	RIESGO
F1_13	F1	13	1	1	1	3	3	1	3	1	1	4	1
F1_14	F1	14	1	1	1	3	3	1	3	1	1	4	1
F1_15	F1	15	1	1	1	3	3	1	3	1	1	4	1
F1_16	F1	16	1	1	1	3	3	1	3	1	1	4	1
F1_17	F1	17	1	1	1	3	3	1	3	1	1	4	1
F1_18	F1	18	1	1	1	3	3	1	3	1	1	4	1
F1_2	F1	2	1	1	1	3	3	1	3	1	1	4	1
F1_3	F1	3	1	1	1	3	3	1	3	1	1	4	1
F1_4	F1	4	1	2	1	4	3	2	3	2	4	4	1
F1_6	F1	6	1	1	1	3	3	1	3	1	1	4	1
F1_7	F1	7	1	1	1	3	3	1	3	1	1	4	1
F1_8	F1	8	1	1	1	3	3	1	3	1	1	4	1
F1_9	F1	9	1	1	1	3	3	1	3	1	1	4	1
G1_1	G1	1	3	4	3	4	3	2	3	3	1	4	2
G1_11	G1	11	3	4	3	4	3	2	3	3	1	4	2
G1_12	G1	12	3	4	3	4	3	2	3	3	2	4	2
G1_13	G1	13	3	4	3	3	3	2	3	3	2	4	2
G1_14	G1	14	3	4	3	3	3	1	3	3	1	4	2
G1_15	G1	15	3	4	3	3	3	1	3	3	1	4	2
G1_16	G1	16	3	4	3	3	3	1	3	3	1	4	2
G1_17	G1	17	1	2	3	4	3	2	3	1	4	4	2
G1_2	G1	2	3	4	3	3	3	2	3	3	1	4	2
G1_3	G1	3	3	4	3	3	3	2	3	3	1	4	2
G1_4	G1	4	3	4	3	3	3	2	3	3	2	4	2
G1_5	G1	5	3	4	3	3	3	2	3	3	2	4	2
G1_6	G1	6	3	4	3	3	3	1	3	3	1	4	2
G1_7	G1	7	3	4	3	3	3	1	3	3	1	4	2
G1_8	G1	8	3	4	3	4	3	2	3	3	4	4	3
G1_9	G1	9	3	4	3	4	3	2	3	3	1	4	2
H1_1	H1	1	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
H1_10	H1	10	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	3
H1_1A	H1	1A	3	3	3	3	4	4	3	4	3	4	3
H1_1B	H1	1B	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
H1_2	H1	2	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
H1_3	H1	3	3	3	3	4	4	3	3	4	3	4	3
H1_4	H1	4	3	3	3	4	4	3	3	2	3	4	3
H1_5	H1	5	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	2
H1_6	H1	6	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	2
H1_6A	H1	6A	3	3	3	3	4	3	3	2	3	4	2
H1_7	H1	7	3	3	3	4	4	3	3	2	4	4	3
H1_8	H1	8	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	3
H1_9	H1	9	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	3

CODIGO	MZNA	LOTE	P_ DERRUN	P_ EROSI	P_ DESLIZ	P_ INUND	V_ MATER	V_ CIMEN	V_ GEOTE	V_ PENDI	V_ EXPOS	V_ EVACU	RIESGO
K_1	K	1	2	2	3	4	4	4	1	4	4	3	2
K_10	K	10	2	2	2	2	4	4	1	4	2	1	1
K_11	K	11	4	4	4	4	4	4	1	4	2	1	3
K_12	K	12	4	4	4	4	4	4	1	4	2	4	3
K_13	K	13	3	3	3	3	4	4	1	4	3	4	3
K_3	K	3	3	3	3	3	4	4	1	4	3	1	2
K_4	K	4	3	3	3	3	4	4	1	4	3	4	3
K_5	K	5	2	2	2	2	4	4	1	4	2	1	1
K_5A	K	5A	2	2	2	2	4	4	1	4	2	1	1
K_6	K	6	2	2	2	2	4	4	1	4	2	1	1
K_7	K	7	3	3	3	3	4	4	1	4	3	4	3
K_8	K	8	2	2	2	2	4	4	1	4	2	4	2
K_9	K	9	2	2	2	2	4	4	1	4	2	1	1
K1_1	K1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	0
K1_1A	K1	1A	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	0
K1_2	K1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	0
K1_2A	K1	2A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
K1_3	K1	3	1	2	4	1	3	2	1	2	4	1	2
L_1	L	1	3	4	4	4	3	4	1	4	4	3	3
L_10	L	10	3	2	3	2	3	4	1	4	2	3	2
L_11	L	11	3	2	3	4	3	4	1	4	4	3	2
L_12	L	12	3	2	3	4	3	4	1	4	4	3	2
L_13	L	13	3	2	3	4	3	4	1	4	4	3	2
L_14	L	14	3	2	3	4	3	4	1	4	4	3	2
L_15	L	15	3	2	3	4	3	4	1	4	4	3	2
L_16	L	16	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	3
L_16A	L	16A	3	2	3	4	3	4	3	4	4	4	3
L_17	L	17	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3
L_2	L	2	3	4	4	4	3	4	1	4	4	3	3
L_4	L	4	1	4	4	1	3	4	1	4	4	3	3
L_5	L	5	1	4	4	4	3	4	1	4	4	3	3
L_5A	L	5A	1	4	4	1	3	4	1	4	4	3	3
L_6	L	6	1	1	3	4	3	4	1	4	4	3	2
L_7	L	7	1	1	3	4	3	4	1	4	4	3	2
L_8	L	8	1	1	3	1	3	4	1	4	1	3	1
L_9	L	9	3	1	3	3	3	4	1	4	1	3	2
LL_1	LL	1	1	2	2	4	4	2	1	3	4	3	2
LL_10	LL	10	1	1	2	1	2	1	1	3	1	1	1
LL_11	LL	11	1	1	2	3	3	2	1	3	1	3	1
LL_12	LL	12	1	1	2	3	3	2	1	3	1	3	1
LL_13	LL	13	1	1	2	3	3	2	1	3	1	3	1
LL_14	LL	14	1	1	2	1	3	1	1	3	1	1	1

CODIGO	MZNA	LOTE	P_ DERRUN	P_ EROSI	P_ DESLIZ	P_ INUND	V_ MATER	V_ CIMEN	V_ GEOTE	V_ PENDI	V_ EXPOS	V_ EVACU	RIESGO
LL_15	LL	15	1	2	2	3	3	2	1	3	4	3	1
LL_16	LL	16	1	2	2	1	2	2	1	3	4	1	1
LL_2	LL	2	1	1	2	4	4	2	1	3	1	3	1
LL_3	LL	3	1	1	2	3	2	2	1	3	1	3	1
LL_4	LL	4	1	1	2	3	2	2	1	3	1	3	1
LL_5	LL	5	1	1	2	3	3	2	1	3	1	3	1
LL_6	LL	6	1	2	2	4	4	2	1	3	4	1	1
LL_7	LL	7	1	1	2	1	1	1	1	3	1	1	0
LL_8	LL	8	1	1	2	1	2	1	1	3	1	1	1
LL_9	LL	9	1	1	2	1	2	1	1	3	1	1	1
M_1	M	1	1	2	1	4	3	1	1	1	4	1	1
M_10	M	10	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	0
M_2	M	2	1	2	1	4	1	1	1	1	4	1	1
M_3	M	3	1	2	1	4	4	1	1	1	4	1	1
M_4	M	4	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	0
M_5	M	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
M_6	M	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
M_7	M	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
M_8	M	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
M_9	M	9	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	0
M_9A	M	9A	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	0
N_1	N	1	1	2	2	4	2	3	1	3	4	3	1
N_2	N	2	1	1	2	4	4	3	1	3	4	3	1
N_3	N	3	1	1	2	4	2	3	1	3	4	3	1
N_4	N	4	1	1	2	4	2	3	1	3	4	3	1
N_5	N	5	1	1	2	4	2	3	1	3	4	3	1
N_6	N	6	1	1	2	4	2	3	1	3	4	3	1
N_7	N	7	2	2	2	4	2	3	1	3	4	3	2
N_8	N	8	1	1	3	4	1	4	1	1	1	1	1
NN_1	NN	1	3	3	3	3	3	4	4	4	3	4	3
NN_10	NN	10	1	2	3	4	3	2	3	1	4	4	2
NN_11	NN	11	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_12	NN	12	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_13	NN	13	3	3	3	4	3	4	4	4	3	4	3
NN_14	NN	14	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_15	NN	15	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4
NN_16	NN	16	2	3	3	4	4	4	4	4	3	4	3
NN_17	NN	17	3	3	3	1	3	4	4	4	3	4	2
NN_18	NN	18	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	3
NN_19	NN	19	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_2	NN	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3
NN_20	NN	20	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4

CODIGO	MZNA	LOTE	P_ DERRUN	P_ EROSI	P_ DESLIZ	P_ INUND	V_ MATER	V_ CIMEN	V_ GEOTE	V_ PENDI	V_ EXPOS	V_ EVACU	RIESGO
NN_21	NN	21	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_22	NN	22	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4
NN_23	NN	23	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_24	NN	24	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4
NN_25	NN	25	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_26	NN	26	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_27	NN	27	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_28	NN	28	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_29	NN	29	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_3	NN	3	3	3	3	4	3	4	4	4	4	4	3
NN_30	NN	30	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4
NN_31	NN	31	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_32	NN	32	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_33	NN	33	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_34	NN	34	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_35	NN	35	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_36	NN	36	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_37	NN	37	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_38	NN	38	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_39	NN	39	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_4	NN	4	3	3	3	4	3	4	4	4	4	4	3
NN_40	NN	40	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_41	NN	41	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_42	NN	42	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_43	NN	43	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
NN_44	NN	44	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
NN_45	NN	45	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_46	NN	46	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
NN_47	NN	47	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4
NN_48	NN	48	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
NN_49	NN	49	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_4A	NN	4A	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	2
NN_5	NN	5	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3
NN_50	NN	50	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_51	NN	51	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
NN_52	NN	52	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4
NN_53	NN	53	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4
NN_54	NN	54	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4
NN_55	NN	55	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_56	NN	56	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
NN_57	NN	57	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4
NN_58	NN	58	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

CODIGO	MZNA	LOTE	P_ DERRUN	P_ EROSI	P_ DESLIZ	P_ INUND	V_ MATER	V_ CIMEN	V_ GEOTE	V_ PENDI	V_ EXPOS	V_ EVACU	RIESGO
NN_59	NN	59	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
NN_6	NN	6	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3
NN_60	NN	60	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4
NN_61	NN	61	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4
NN_62	NN	62	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4
NN_63	NN	63	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4
NN_64	NN	64	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
NN_65	NN	65	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
NN_68	NN	68	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
NN_69	NN	69	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_7	NN	7	1	2	3	4	3	2	3	1	4	4	2
NN_70	NN	70	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_71	NN	71	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_72	NN	72	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_73	NN	73	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_74	NN	74	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_75	NN	75	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_76	NN	76	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_77	NN	77	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NN_7C	NN	7C	1	1	3	4	3	3	1	2	4	1	1
NN_8	NN	8	3	4	3	4	3	2	3	3	2	4	2
NN_9	NN	9	1	2	3	4	3	2	3	1	4	4	2
O_1	O	1	1	2	1	3	1	1	1	1	2	1	0
O_10	O	10	1	2	4	3	4	1	1	1	2	1	1
O_11	O	11	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	0
O_12	O	12	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	0
O_2	O	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	0
O_3	O	3	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	0
O_4	O	4	1	2	1	1	4	1	1	1	2	1	1
O_5	O	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
O_6	O	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
O_7	O	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
O_8	O	8	1	2	4	1	3	1	1	1	2	1	1
O_9	O	9	1	2	4	1	1	1	1	1	2	1	1
P_1	P	1	2	2	4	4	1	1	1	2	4	1	1
P_2	P	2	2	2	4	1	1	1	1	2	2	1	1
P_3	P	3	2	2	4	1	1	1	1	2	2	1	1
P_4	P	4	2	2	4	1	1	1	1	2	2	1	1
P_5	P	5	2	2	4	1	3	1	1	2	2	1	1
P_6	P	6	2	2	4	1	1	1	1	2	2	1	1
Q_1	Q	1	2	2	4	1	1	1	1	2	2	1	1
Q_2	Q	2	2	2	4	1	1	1	1	2	2	1	1

CODIGO	MZNA	LOTE	P_ DERRUN	P_ EROSI	P_ DESLIZ	P_ INUND	V_ MATER	V_ CIMEN	V_ GEOTE	V_ PENDI	V_ EXPOS	V_ EVACU	RIESGO
Q_3	Q	3	2	2	4	1	1	1	1	2	2	1	1
Q_4	Q	4	2	2	4	1	1	1	1	2	2	1	1
Q_5	Q	5	2	2	4	1	3	1	1	2	2	1	1
U1_1	U1	1	2	2	4	1	1	3	1	2	4	1	1
U1_10	U1	10	2	1	2	3	1	3	1	2	1	1	1
U1_11	U1	11	2	1	2	3	1	3	1	2	1	1	1
U1_11A	U1	11A	2	1	2	3	1	3	1	2	1	1	1
U1_11B	U1	11B	2	1	2	2	3	3	1	2	1	1	1
U1_12	U1	12	2	2	4	3	1	3	1	2	4	1	2
U1_13	U1	13	2	2	4	3	3	3	1	2	4	1	2
U1_13A	U1	13A	2	1	2	3	3	3	1	2	1	1	1
U1_1A	U1	1A	2	2	4	1	1	3	1	2	2	1	1
U1_2	U1	2	2	2	4	1	1	3	1	2	2	1	1
U1_2A	U1	2A	2	2	4	1	1	3	1	2	2	1	1
U1_3	U1	3	2	2	4	1	1	3	1	2	2	1	1
U1_4	U1	4	2	2	4	1	1	3	1	2	2	1	1
U1_5	U1	5	2	2	4	1	1	3	1	2	2	1	1
U1_6	U1	6	2	2	4	1	1	3	1	2	2	1	1
U1_6A	U1	6A	2	1	2	3	1	3	1	2	4	1	1
U1_7	U1	7	2	2	4	4	1	3	1	2	4	1	2
U1_7A	U1	7A	2	1	2	4	1	3	1	2	4	1	1
U1_8	U1	8	2	1	2	3	1	3	1	2	1	1	1
U1_9	U1	9	2	1	2	3	1	3	1	2	1	1	1
V1_1	V1	1	2	2	3	4	1	3	1	2	4	2	1
V1_10	V1	10	2	1	2	2	1	3	1	2	1	2	1
V1_11	V1	11	2	1	2	2	1	3	1	2	1	2	1
V1_12	V1	12	2	1	2	2	1	3	1	2	1	2	1
V1_2	V1	2	2	2	3	4	1	3	1	2	4	2	1
V1_3	V1	3	2	2	3	4	1	3	1	4	4	2	2
V1_4	V1	4	2	2	3	4	1	3	1	4	4	2	2
V1_5	V1	5	2	1	2	2	3	2	1	4	1	2	1
V1_6	V1	6	3	4	4	3	4	4	1	4	4	2	3
V1_7	V1	7	3	4	4	3	1	3	1	2	4	2	2
V1_8	V1	8	2	1	2	2	1	3	1	2	1	2	1
V1_9	V1	9	2	1	2	2	1	3	1	2	1	2	1
W1_1	W1	1	1	3	3	4	1	3	1	3	4	2	2
W1_2	W1	2	1	3	3	4	4	3	1	3	4	2	2
W1_3	W1	3	3	4	4	4	4	4	1	3	4	3	3
W1_4	W1	4	3	4	4	4	4	4	1	3	4	3	3
W1_4A	W1	4A	3	4	4	4	4	4	1	3	4	3	3
W1_5	W1	5	3	4	4	4	4	4	1	3	4	3	3
W1_6	W1	6	3	4	4	4	4	4	1	3	4	3	3

CODIGO	MZNA	LOTE	P_ DERRUN	P_ EROSI	P_ DESLIZ	P_ INUND	V_ MATER	V_ CIMEN	V_ GEOTE	V_ PENDI	V_ EXPOS	V_ EVACU	RIESGO
W1_7	W1	7	3	4	4	4	4	4	1	3	4	3	3
W1_8	W1	8	3	4	4	4	4	4	1	3	4	3	3
W1_9	W1	9	3	4	4	4	4	4	1	3	4	3	3
X1_1	X1	1	1	2	2	4	1	2	1	1	4	1	1
X1_10	X1	10	1	1	3	4	3	3	1	1	4	1	1
X1_11	X1	11	1	1	3	4	1	3	1	1	4	1	1
X1_1A	X1	1A	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	0
X1_2	X1	2	1	2	2	4	4	2	1	1	4	1	1
X1_3	X1	3	1	2	2	4	3	2	1	1	4	1	1
X1_4	X1	4	1	2	2	4	3	2	1	1	4	1	1
X1_5	X1	5	1	2	2	4	3	2	1	1	4	1	1
X1_6	X1	6	1	2	2	4	3	2	1	1	4	1	1
X1_7	X1	7	1	1	3	4	4	2	1	2	4	1	1
X1_8	X1	8	1	1	3	4	4	3	1	2	4	1	2
X1_9	X1	9	1	1	3	4	3	3	1	1	4	1	1
Y1_1	Y1	1	2	2	1	4	1	1	1	1	4	1	1
Y1_1A	Y1	1A	2	2	1	2	1	1	1	4	2	1	1
Y1_2	Y1	2	1	2	1	4	1	1	1	1	4	1	1
Y1_3	Y1	3	1	2	1	4	1	1	1	1	4	1	1
Y1_4	Y1	4	1	2	1	4	4	2	1	1	4	1	1
Y1_5	Y1	5	2	2	4	4	1	1	1	2	4	1	1
Y1_6	Y1	6	2	2	4	1	1	1	1	2	2	1	1
Y1_7A	Y1	7A	2	2	4	1	1	1	1	2	2	1	1
Y1_7B	Y1	7B	2	2	4	4	1	1	1	2	2	1	1
Y1_8A	Y1	8A	2	2	4	1	1	1	1	2	2	1	1
Y1_8B	Y1	8B	2	2	4	1	1	1	1	2	2	1	1
Y1_8C	Y1	8C	2	2	4	1	1	1	1	2	2	1	1
Y1_9	Y1	9	2	1	3	4	1	1	1	1	4	1	1
Z1_1	Z1	1	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4
Z1_2	Z1	2	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4
Z1_3	Z1	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4
Z1_4	Z1	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4
Z1_5	Z1	5	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4
Z1_5A	Z1	5A	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4
Z1_7	Z1	7	4	4	4	3	4	3	3	4	3	4	3
Z1_8	Z1	8	4	4	4	4	3	3	3	4	3	4	3
Z1_8A	Z1	8A	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4

Anexo 7: Representación gráfica de los peligros y vulnerabilidades

PELIGROS

Derrumbes



Descripción:

En el gráfico se puede advertir que las zonas adyacentes a los taludes, son las que se han evidenciado la mayor presencia de derrumbes, ocasionado por piedras, de diferentes diámetros, los mismos que constituyen un peligro para la población y la infraestructura presente. Siendo estas:

- 1.- Áreas con nula presencia de derrumbes.
- 2.- Áreas con presencia poco frecuentes
- 3.- Áreas con presencia regulares
- 4.- Áreas con presencia constante de derrumbes.

Erosión



Descripción:

Tal cual se puede apreciar en el gráfico, que en las zonas con el mayor ángulo de pendiente (las mismas que fueron registradas en las fichas de campo) muestran la mayor presencia de erosión, es decir la que son adyacentes a los cerros y torrenteras. Para mayor detalle se describe a continuación la Leyenda:

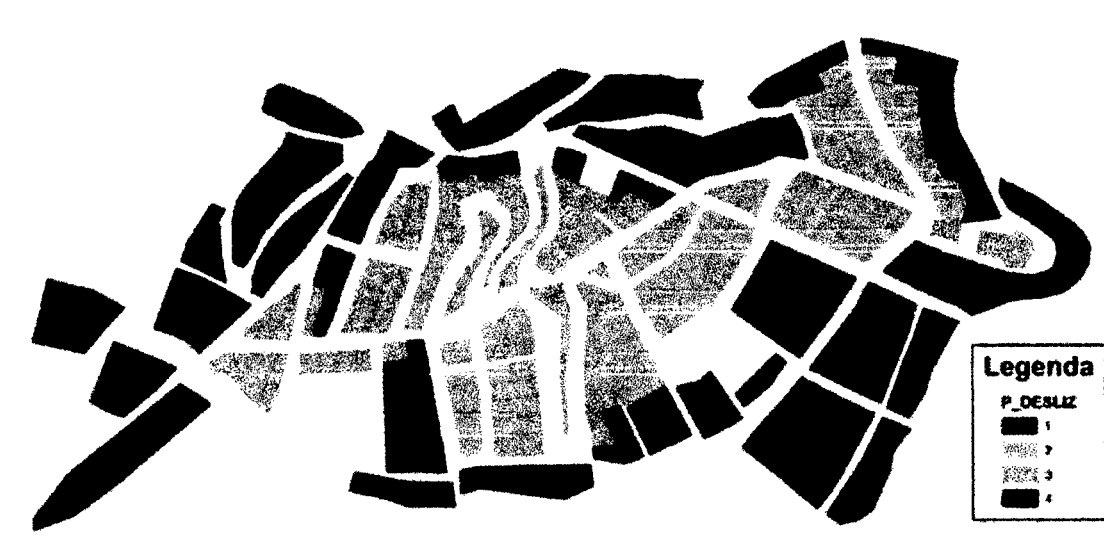
■ Erosión Nula o Muy Baja

■ Erosión Baja

■ Erosión Media

■ Erosión Alta

Deslizamientos



Descripción:

Los factores que condicionan los deslizamientos, son las precipitaciones normales y extraordinarias, la filtración, la erosión, la acción humana mediante las deforestaciones y los cortes de taludes en los asentamientos humanos en las laderas. Es por ello que en los datos en campo, se pueden apreciar los deslizamientos o movimiento de masa de tierra, provocado por la inestabilidad de un taludes y la erosión propia de las torrenteras, y en los bordes del áreas de estudio, la cual representa a un peligro inminente a las poblaciones asentada en dicha zonas en forma directa, la cuales se describen a continuación:

Deslizamientos:

- Nula o Muy Baja frecuencia
- Baja frecuencia
- Frecuencia Media
- Alta frecuencia

Inundaciones



Descripción:

Las zonas de inundaciones se pudieron identificar en el campo observando la superficie del suelo, detectando indicios hidrogeológicos y geomorfológicos (forma del relieve) pedológicos (suelos), edafológicos (vegetación) y otros, tales como por ejemplo la humedad del terreno, áreas con aguas empozadas, socavación de suelo, sedimentos y zonas con vegetación baja dañadas o con líneas de escombros.

En por ello que en el presente grafico se puede apreciar que la inundación se presentó principalmente por desbordamiento de las torrenteras y también por la acumulación de lluvias en las zonas con explanadas o calles más anchas.

Inundación:

-  Nula o Muy Baja frecuencia
-  Baja frecuencia
-  Frecuencia Media
-  Alta frecuencia

VULNERABILIDADES

Material Constructivo



Descripción:

Dado que los aspectos relativos a concepción constructiva y la calidad de materiales pueden ser determinantes para los comportamientos ante los deslizamientos, sobre todo cuando se trata de viviendas simples. Fue muy importante identificar los tipos de material y su estado en las siguientes:

Las **construcciones de adobe** sin refuerzo con techos de barro, son muy populares en la zona, presentándose principalmente en las áreas de expansión, presentando mayor vulnerabilidad por intemperismo, escasa adherencia de los morteros al lodo, aberturas en puertas y ventanas no reforzadas, expone notoriamente la población a los embates de los deslizamientos.

Por otro lado las construcciones de **material Noble**, con mamposterías confinadas y con refuerzos interior, se puede decir que su comportamiento observado durante los deslizamientos han sido satisfactorios y ofrecen mayor grado de protección y resistencia ante los deslizamientos.

Cimentación



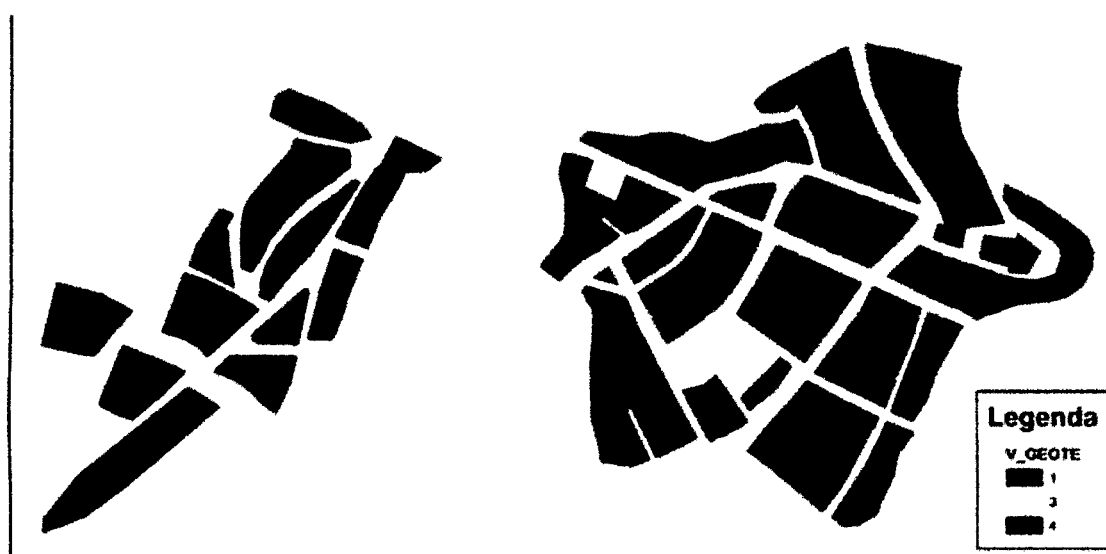
Descripción:

En el área de estudio se presentaron las siguientes tipos de cimentaciones:

Cimentaciones superficiales: Es la que más se presenta en el área de estudio, y se realiza cerca de la rasante del terreno, se dispone de una capa de insuficiente resistencia para soportar el peso de la vivienda y mucho menos la resistencia de empujes laterales. Se pueden encontrar para todos los casos de edificaciones de adobe y en edificaciones adyacentes a los taludes.

Cimentaciones profundas: básicamente son zanjas excavadas en el terreno y posteriormente rellenas de piedras u hormigón armado. La cual se presenta principalmente en edificaciones de material noble o con sistemas constructivos confinado y en viviendas con más de un piso. Asimismo se observó que esta práctica se presenta en la parte frontal del área de estudio y en zonas de explanadas.

Geotecnia



Descripción:

La información considerada para esta capa fue extraída del estudio de mapa de peligros de la ciudad de Ayacucho, tal como sigue:

Área Roja: Zona de limo de baja plasticidad, estable a cambio de humedad y con pendientes de entre 0° y 5° grados, con regular a buena capacidad portante. Valor de Vulnerabilidad: 1

Área Amarilla: Zona de limo Arenosa, formada por la mezcla de piedras subredondeadas de origen sedimentario antiguo y reciente y limo arcillo de baja plasticidad sobre terrenos de pendiente muy suave 0° -10°, con regular capacidad portante. Valor de Vulnerabilidad: 3

Área Azul: Zona de limo Grava arenoso limosa, de origen sedimentario muy antiguo (conglomerado Pleistocénico) de compactación media a densa, sobre terrenos de pendiente moderada 15° a 30° susceptible a erosión hídrica, y acción sísmica, con regular capacidad portante. Valor de Vulnerabilidad: 4

Pendiente



Descripción:

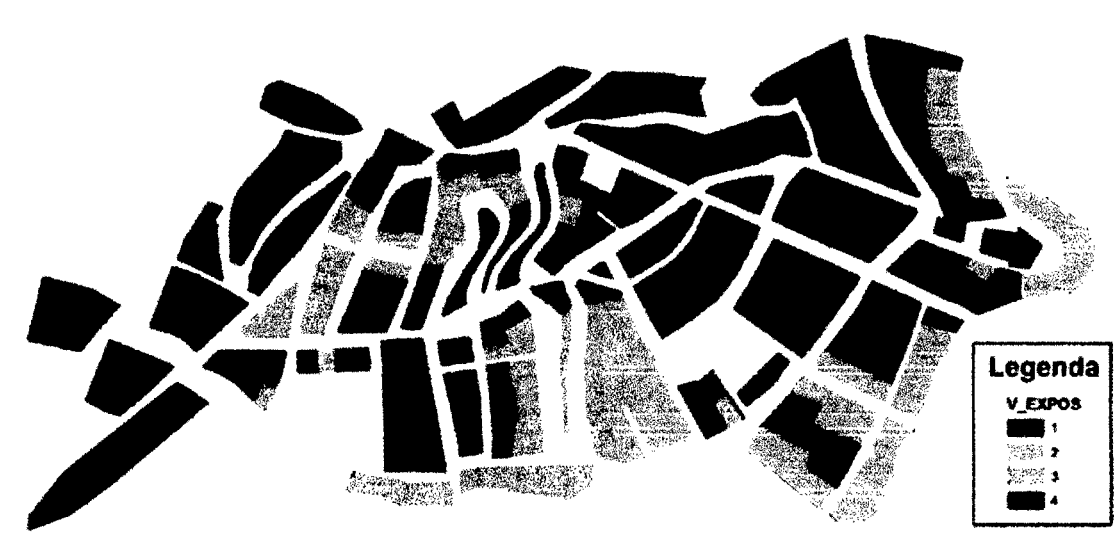
LADERAS DE PENDIENTE SUAVE (Valores 1 y 2)

Comprende a aquellas áreas que tienen forma de abanico, amplia extensión y baja inclinación (0° a 24°), y que corresponden a las partes bajas del área de estudio al tener flujo de escorrentía es repentino de leve a moderado y el transporte de sedimentos es leve, no existiendo flujos de lodo.

LADERAS DE PENDIENTE PRONUNCIADA (Valores 3 y 4)

Son laderas de Angulo variable (25° a mas), siendo en algunos tramos cercana a la vertical, especialmente las partes más elevadas y no son convenientes para asentamientos urbanos, por deslizamientos, socavamiento y cárcavas, desprendimiento de rocas y derrumbe de suelos, procesos que se ven favorecidos no solo por alta pendiente del terreno, baja consistencia de los materiales y sino también por el agua de lluvia en su acción de erosión, transporte y deposición.

Exposición Directa



Descripción:

La exposición directa es la facilidad en que las viviendas puedan sufrir daños materiales. Y es medida como una condición previa que se manifiesta durante los deslizamientos, cuando no se ha invertido lo suficiente en obras o acciones de prevención y mitigación y se ha aceptado un nivel de riesgo demasiado alto.

Para su análisis y cuantificación se considerado las vivienda más cercanas a los flujo de natrales de arrastres de materiales observados "insitu", siendo estos principalmente las calles principales del área de estudio (cauces naturales de las materiales de arrastre), las cuales incrementan las vulnerabilidad de la infraestructura presente.

Facilidad de Evacuación



Descripción:

La facilidad de evacuación, consiste en la buena disponibilidad para hacer posible el traslado de personas que se encuentren en el área de estudio, a un lugar seguro. Por tratarse de una condición en la que puede intervenir otras variables en su medida, he considerado hacerla en función al tiempo que tomaría a la población comprometida en el área de estudio en ponerse a salvo ante un deslizamiento extraordinario. Esta condición de salvaguarda se ha considerado a las urbanizaciones detrás de la Vía Libertadores.

Cabe mencionar que esta condición se ve afectada por la ausencia de rutas de evacuación y se hace muy complicada al predominar calles de una sola vía de entrada y salida. Siendo estas:

 Rango de tiempo: 1-4 minutos

 Rango de tiempo: 5-9 minutos

Área Naranja: Valor: 3: Rango de tiempo: 10-14 minutos

 Rango de tiempo: 15-20 minutos

Anexo 8: Fichas del proyecto

NOMBRE DEL PROYECTO :	
MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE DRENAJE PLUVIAL EXISTENTE	
UBICACION	: CIUDAD DE AYACUCHO
OBJETIVOS Contribuir con el adecuado funcionamiento de las obras de drenaje pluvial ya construidas en la ciudad de Ayacucho y sus 04 Distritos, especialmente durante las temporadas de lluvia, con la finalidad de disminuir el riesgo de inundación, erosión y sedimentación en las áreas de servicio.	
TEMPORALIDAD	: CORTO PLAZO
DESCRIPCION: Está referido a las acciones de limpieza de materiales colmatados en los canales de drenaje existentes, encimado de muros de canales en tramos críticos y mejoramiento de la infraestructura de drenaje pluvial existente en el área urbana de la ciudad de Ayacucho y sus 04 Distritos. El proyecto debe incluir el diseño adecuado de los drenes existentes, las acciones destinadas para su mejor funcionamiento y programas de mantenimiento en forma periódica para evitar la obstrucción de las redes de drenaje y garantizar su funcionamiento hidráulico adecuado con especial énfasis en épocas de avenidas; otorgando prioridad a aquellos puntos y tramos críticos de alto peligro y riesgo como son : Canal de Drenaje Yanaccacca en Puente Jr. Libertad, Canal de Drenaje Yanaccacca en Jr. Quinua y Av. Asamblea, Canal de Drenaje Escarcena en Av. Javier Pérez de Cuellar, Túnel de conducción de las agua del río Canal de Drenaje Alameda en el Puente Tenería.	
BENEFICIARIOS	: TODA LA POBLACION
PROMOTORA	: MUNICIPALIDAD RPOVINCIAL DE HUAMANGA
IMPACTO	: ALTO

NOMBRE DEL PROYECTO :
REFORESTACION EN LADERAS

UBICACION	: LADERAS DEL CERRO LA PICOTA
------------------	--------------------------------------

OBJETIVOS
Estabilizar las laderas ubicadas sobre las márgenes altas a medias de los cerros colindantes más importantes de la ciudad de Ayacucho como son el Cerro La Picota y alrededores; con la finalidad de mitigar los desastres producidos por derrumbes y desmoronamientos de los suelos sobre las laderas en épocas de altas precipitaciones y que pudiesen ocasionar daños en asentamientos humanos del entorno.

TEMPORALIDAD	: CORTO Y MEDIANO PLAZO
---------------------	--------------------------------

DESCRIPCION:
La protección de las laderas altas a medias del cerro la Picota sobre todo en sectores vulnerables debe realizarse básicamente en base a una forestación intensa con plantas nativas propias de la zona tales como : cabuya, molle, tuna y otros y un tratamiento de la probable erosión en base a cunetas de coronación y zanjas de infiltración. De esta manera se dará una mayor estabilidad a las laderas, disminuyendo el riesgo en áreas aledañas.

BENEFICIARIOS	: POBLACION ASENTADA SOBRE LADERAS
----------------------	---

PROMOTORA	: MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUAMANGA
------------------	---

IMPACTO	: ALTO
----------------	---------------

NOMBRE DEL PROYECTO :

REFORZAMIENTO DE LADERAS Y LAS OBRAS DE DEFENSA DE QUEBRADAS

UBICACION

: QUEBRADA SAN MARTIN Y ALTO PERU

OBJETIVOS

Tiene como objetivo principal reducir los riesgos de inundación ante desbordes producidos en la Quebrada San Martin Alto Perú por encima de sus obras de encauzamiento o cauce natural, para garantizar la seguridad física de la población y el resguardo de las inversiones existentes.

TEMPORALIDAD

: CORTO PLAZO

DESCRIPCION:

Está dirigido al reforzamiento de diques de defensa de quebradas construidos en la quebrada de San Martin y que no reciben el adecuado mantenimiento en su infraestructura y que se encuentran afectados en tramos específicos, debido al tiempo y el desgaste. Asimismo se observa la existencia de una sección insuficiente de encauzamiento ejecutado para conducir los caudales de avenidas de aguas pluviales, que en muchos casos excede la capacidad de la infraestructura, existe angostamiento excesivo del cauce en sitios críticos y otros que originan un malfuncionamiento del sistema. El proyecto debe incluir la actualización de los estudios hidrológicos para la verificación del dimensionamiento adecuado de la infraestructura existente. Estos nuevos estudios nos darán las pautas para el establecimiento de las áreas necesarias y márgenes de seguridad destinados a la protección y mantenimiento de la infraestructura y de la población.

BENEFICIARIOS

: TODA LA POBLACION

PROMOTORA

: MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUAMANGA

IMPACTO

: ALTO

NOMBRE DEL PROYECTO :

CONTROL DE EROSION EN LAS LADERAS

UBICACION

: LADERAS DEL CERRO LA PICOTA

OBJETIVOS

Implementar técnicas y proyectos de control de erosión en las laderas del cerro "La Picota " destinados a mitigar los desastres naturales que por efecto de la acción pluvial, escorrentía superficial y transporte de sedimentos, se suceden en época de avenidas en AAHHubicados sobre las laderas del cerro, casco urbano principal de la ciudad de Ayacucho y sus alrededores.

TEMPORALIDAD

: CORTO Y MEDIANO PLAZO

DESCRIPCION:

El Estudio, propuesto comprende las laderas del cerro La Picota desde el Barrio de Andamarca al Sur, hasta el límite Norte con la quebrada Puracuti. El Proyecto comprende el diseño y construcción de las obras de control de erosión sobre las laderas del cerro "La Picota" que permitan disminuir los diversos procesos de hidráulica fluvial que se suceden durante la ocurrencia de altas precipitaciones pluviales. Las obras contempladas son : recuperación y mantenimiento de obras existentes, mantenimiento de quebradas, zanj as de infiltración, arborización, diques transversales, diques longitudinales, zanj as de coronación, cunetas, muros de contención, etc.

BENEFICIARIOS

: POBLACION ASENTADA EN LADERAS DEL CERRO LA PICOTA

PROMOTORA

: MUNICIPALIDAD RPOVINCIAL DE HUAMANGA

IMPACTO

: ALTO

Anexo 9: Términos de referencia- estimación de riesgo

PROYECTO: ESTIMACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES EN EL CERRO LA PICOTA DISTRITO AYACUCHO PROVINCIA DE HUAMANGA - AYACUCHO

El presente proyecto tiene la finalidad de brindar los alcances para la realización de la evaluación de riesgo del sector denominado Cerro La Picota, ciudad de Ayacucho.

En el marco de La Gestión del Riesgo de Desastres, y teniendo identificado el sector del Cerro La Picota como área de Alto riesgo, es necesario la implementación de las acciones para la contratación de los Servicios de un consultor profesional con experiencia en Gestión de Riesgos con conocimientos de Normatividad de Defensa Civil y Acreditado por el INDECI, para la elaboración del servicio de “Estimación de Riesgo de desastres en el Cerro La Picota distrito de Ayacucho – Huamanga – Ayacucho”

1.- Objetivo

Realizar la Estimación del Riesgo para el sector denominado Cerro La picota, enmarcado en las normas del Instituto Nacional de Defensa Civil y a su vez considerando las pautas metodológicas para estimación de riesgos del Sistema Nacional de Inversión Pública.

2.- Del Profesional

Para esta meta será necesaria la contratación de 01 Consultor Especialista en gestión de Riesgos, Acreditado por INDECI, con conocimientos de Normatividad de Defensa Civil y antecedentes de haber realizado otras evaluaciones de riesgo similares.

3.- Aspectos a Considerar

El estudio de Estimación de Riesgo será de acuerdo a la directiva de INDECI, “Normas y procedimientos para la programación y ejecución de la Estimación de Riesgo”.

El Documento de Estimación de Riesgo, que realice el Profesional deberá estar enmarcado dentro del siguiente esquema:

1) OBJETIVO

2) SITUACIÓN GENERAL

- a) Ubicación Geográfica:
- b) Descripción Física de la zona.
- c) Características Generales del área o del Asentamiento Humano.

3) IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

- a) Peligros Naturales y Tecnológicos
- b) Antecedentes
- c) Descripción de peligros
- d) Elaborar Mapa de peligros

4) ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

- a) Vulnerabilidad natural y ecológica
- b) Vulnerabilidad física
- c) Vulnerabilidad económica
- d) Vulnerabilidad social
- e) Vulnerabilidad educativa
- f) Vulnerabilidad cultural e ideológica
- g) Vulnerabilidad política e institucional
- h) Vulnerabilidad científica y técnica

5) CALCULO DEL RIESGO

- a) Determinación de los Niveles de Riesgo
- b) Elaboración de Mapas de Peligro y Vulnerabilidad.
- c) Identificación de las áreas de seguridad
- d) Identificación de Áreas de Atención prioritaria a nivel de viviendas,

Infraestructuras y medioambiente.

6) CONCLUSIONES

7) RECOMENDACIONES.- presentara soluciones técnicas para la estabilización de taludes así como, Esquema del empuje hidrostático / estabilidad de los taludes; Esquema -planteamiento de alternativa para la construcción de muros de contención, etc.

8) BIBLIOGRAFIA.

9) ANEXOS

- a) Plano de ubicación y accesibilidad
- b) Plano topográfico
- c) Mapas de Peligro y Vulnerabilidad
- d) Panel fotográfico

VI. PRESUPUESTO:

PRESUPUESTO PARA ELABORACION DE ESTIMACION DE RIESGO DE DESASTRES CERRO LA PICOTA

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	COEFICIENTE	P.U.	PARCIAL
	Equipo profesional					
1	ING. CIVIL	MES	1	1	8,000.00	8,000.00
2	ING. GEOLOGIA	MES	1	1	8,000.00	8,000.00
3	ESTIMADOR DE RIESGOS	MES	1	1	10,000.00	10,000.00
4	SOCIOLOGO	MES	1	1	6,000.00	6,000.00
	Estudios Especiales					-
4	ESTUDIO DE SUELOS, ENSAYOS DE LABORATORIO	GLB	1	1	20,000.00	20,000.00
5	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	GLB	1	1	20,000.00	20,000.00
	Personal Tecnico					-
6	DIBUJANTE CADISTA	MES	2	1	3,500.00	7,000.00
7	TOPOGRAFO	MES	1	1	3,000.00	3,000.00
8	AYUDANTES DE CAMPO	MES	3	1	1,800.00	5,400.00
9	SECRETARIA - DIGITADORA	MES	1	1	1,600.00	1,600.00
	Otros Servicios					
10	MATERIALES DE OFICINA	GLB	1	1	5,000.00	5,000.00
11	ALQUILER DE CAMIONETA	MES	1	1	3,000.00	3,000.00
12	ALQUILERES TERCEROS					-
	COPIA, IMPRESIONES	GLB	1	1	5,000.00	5,000.00
	REVELADOS, PLOTEOS	GLB	1	1	5,000.00	5,000.00
	COSTO DIRECTO					107,000.00
	GASTOS GENERALES (10%)					10,700.00
	UTILIDAD (10%)					10,700.00
					SUB TOTAL	128,400.00
					IGV (18%)	23,112.00
					TOTAL	151,512.00

SON: CIENTO CINCUENTA Y UN MIL QUINIENTOS DOCE CON 00/100 NUEVOS SOLES

BIBLIOTECA E INFORMACION
CULTURAL
U.N.S.C.H.